



Dit boek is het derde in de reeks publicaties van het Nationaal Veeteelt Museum in Beers (NB) over de geschiedenis van de veeteelt in Nederland en de bijzondere rol daarin van de kunstmatige inseminatie.

Deze publicatie is mede tot stand gekomen dankzij een financiële bijdrage van de stichting Vrienden van het Nationaal Veeteelt Museum en het door het Prins Bernard Cultuurfonds beheerde Willem van Wolmerum Fonds.

www.nationaalveeteeltmuseum.nl

EEN UITGAVE VAN
NATIONAAL VEETEELT MUSEUM



**Biologische en maatschappelijke
aspecten van domesticatie**

GETEMDE BEESTEN

**Biologische en maatschappelijke
aspecten van domesticatie**

Henk Wentink



'Getemde beesten' is een uitgave van:

Nationaal Veeteelt Museum
Dr. Moonsweg 5
5437 BG Beers
Tel. 0485 330241
www.nationaalveeteeltmuseum.nl

© 2011 Nationaal Veeteelt Museum/Henk Wentink

Tekst en illustraties; Henk Wentink en Rienk van der Berg
Vormconcept: Anton Spruit
Omslagontwerp: poekie&spruit
Boeklay-out: Steffen Maas
Drukwerk: Nextprint BV

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt worden in welke vorm dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

ISBN: 978-90-815581-0-5

Inhoud

Voorwoord	9
1	Waarom hebben mensen huisdieren? 11
2	Domesticatie: hoe heeft de mens wilde dieren aan zich gebonden 14
3	Voortplanting: hoe gaat het in de vrije natuur 25
4	Bevruchting: ontstaan van een nieuw individu 46
5	Hoe heeft de mens de voortplanting gestuurd? 56
6	Fokkerij: hoe de mens dieren omvormde 65
7	Waarom kan de mens dieren gebruiken? 81
8	Hoe voorkomen dieren dat ze ziek worden? 100
9	Worden dieren in de veehouderij 'opgebrand'? 113
10	Wat hebben we bereikt? 120
Woord van dank	133
Geraadpleegde bronnen	134
Herkomst foto's	135

Voorwoord

Over huisdieren zijn veel artikelen en boeken gepubliceerd. Enkele zijn bijna lyrisch over een huisdier, andere ronduit negatief. De eerste categorie betreft veelal de zeer aaihbare paarden, honden of katten, de tweede categorie gaat vooral over dieren in de intensieve veehouderij, de weinig aaihbare kippen en varkens. Koeien nemen een tussenpositie in: ze zijn nog een beetje aaibaar en hebben nog niet het imago van intensieve veehouderij.

In de lekenpers schrijft men vaak, dat dieren in de intensieve veehouderij zwak en teer zijn, makkelijk ziek worden, en dat ze worden uitgebuit tot groter gewin voor de boeren. En daarom niet oud meer kunnen worden.

Deze opmerkingen getuigen van een onvolledig inzicht in wat de dieren op boerderijen zijn en kunnen. Al deze dieren stammen af van wilde voorouders die over specifieke eigenschappen beschikten. Daardoor waren ze voor de mens aantrekkelijk om ze te gaan houden. En natuurlijk heeft de intensieve selectie door en de intense samenleving met de mens na vele generaties gevolgen gehad voor de aard van die dieren. Maar in hoeverre zijn ze echt veranderd?

In dit boek heb ik in enkele penseelstreken de domesticatie en de gevolgen ervan voor de diverse diersoorten weergegeven. Geen gedetailleerd schilderij van domesticatie, maar een schets die in grote lijnen de fokkerij en de veranderingen in de dieren weergeeft. Hoe sterk of zwak zijn onze huisdieren, en wat kunnen ze op grond van de geselecteerde eigenschappen? En: hoe maken we daarvan gebruik.

Henk Wentink

1 | **Waarom hebben mensen huisdieren?**

Waarom is de mens runderen, varkens, schapen, geiten, paarden, honden en katten als huisdier gaan houden? En ook pluimvee, zoals kippen, kalkoenen, eenden en ganzen. Het antwoord daarop is simpel: voor eigen profijt. Het was voor de jager-verzamelaar veel makkelijker om dieren die dicht bij zijn kamp liepen te vangen en te slachten, dan op jacht te gaan. Dieren in de directe omgeving waren – vooral in de schrale wintermaanden, waarin weinig plantaardig voedsel te vinden was – een welkome aanvulling.

Runderen houden we voor de productie van melk en vlees. De mens heeft koeien gefokt, die ruim 8.000 liter melk per jaar geven. Verder gebruiken we de huid en nog allerlei andere delen van hun lichaam.

Varkens hebben we voor het vlees. De mens heeft varkens gefokt met grotere hammen en betere karbonades dan hun wilde voorvader, het everzwijn. Varkens zetten voedermiddelen – die de mens niet waardeert – om in hoogwaardig vlees, een zeer gewaardeerd onderdeel van het menselijk dieet.

Schapen leveren ons wol en vlees. En geiten houden we voor hun melk en vlees.



HARD WERKEN VOOR DE BAAS

Paarden hebben we vooral voor sport en plezier. Sommige paarden hebben een luxe leven. Die hoeven zich nooit in te spannen en lopen alleen in een weiland tot genoegen van de eigenaar. Andere paarden moeten hard werken: als trekkracht in de bosbouw, als sportpaard of als trekker van koetsen en wagens.

Kippen houden we voor de productie van eieren en vlees.



VEILIG IN DE ARMEN VAN HET
BAASJE: HET HONDJE HOEFT
ALLEEN MAAR ROND TE KIJKEN

Honden houden we voor gebruik bij de jacht, de verdediging van huis en haard of gewoon voor ons plezier. Sommige hondenrassen hebben eigenlijk geen poten meer nodig, omdat hun baasje hen in een boodschappentas of op de arm draagt. Dat zijn soorten die we uitsluitend als gezelschapsdier houden. Die hoeven nooit te werken.

Katten houden we om ongedierte te vangen en als gezelschapsdier. Wie vindt het niet heerlijk om een spinnende poes op z'n schoot te aaien.

Al deze huisdieren stammen af van wilde voorouders, waarvan enkele nog steeds op deze wereld rondlopen. Door deze dieren in de menselijke samenleving te houden, zijn er uiteraard verschillen opgetreden met de dieren waar ze van afstammen. Ze zijn huisdier geworden door allerlei processen. Die hebben invloed gehad op verschillende eigenschappen van de dieren. Koeien hebben een veel groter uier dan hun voorouders, schapen dragen veel meer wol en geiten geven veel meer melk. Honden hebben een totaal ander voorkomen dan hun voorvader, de wolf. Katten zijn min of meer hetzelfde gebleven, met dien verstande dat wilde katten zich nooit zullen laten aaien. Wel is het kleurenschaal sterk verbreed. Kippen leggen veel meer eieren dan hun wilde voorouder, het Bankivahoen. Door op deze gewenste eigenschappen te fokken heeft de mens ongetwijfeld meer veranderingen in de aard van de dieren tot stand gebracht.

Selectie door de mens

De mens heeft die dieren geselecteerd, die het meest voldeden aan zijn ideaal. Door dat selectiebeleid zijn de gewenste kenmerken sterker naar voren gekomen. Moeder natuur selecteert alleen op overlevingseigenschappen – 'survival of the fittest' – waardoor dieren ontstaan die het best zijn aangepast aan hun omgeving. En beslist niet op de kenmerken die de mens graag wil zien bij zijn huisdieren. Voor gedomesticeerde dieren – dus in de fokkerij – betekent 'survival of the fittest' de selectie van die dieren voor de volgende generatie, die het duidelijkst de door de mens gewenste eigenschappen hebben. In feite hebben ze nog wel

dezelfde lichamelijke functies als hun wilde voorouders, maar hun verschijningsvorm en gedrag zijn wezenlijk veranderd.

Voor een efficiënte productie van eieren, melk en vlees worden de dieren in grote groepen, dicht bijeen gehouden. Hierdoor doen zich soms calamiteiten voor wat betreft hun gezondheid. Dat leidt vaak tot veronderstellingen als: landbouwhuisdieren hebben geen weerstand meer tegen ziektes, ze zijn veel zwakker dan hun voorouders en in de moderne veehouderij worden dieren misbruikt door veel te hoge eisen te stellen aan hun productie.



LANDBOUWHUISDIEREN WORDEN IN GROTE GROEPEN
BIJEEEN GEHOUDEN

Daarom is de vraag aan de orde ‘Wat kunnen onze huisdieren op grond van de oorspronkelijke eigenschappen van hun voorouders?’ En vervolgens ‘Wat doen we ermee? Hoe maken wij gebruik of misbruik van deze eigenschappen?’

2 | **Domesticatie: hoe heeft de mens wilde dieren aan zich gebonden**

Voordat de mens dieren kon gaan fokken, moet domesticatie van de wilde voorouders van onze huisdieren hebben plaatsgevonden. Domesticatie is het proces waarmee de mens dieren door selectie en fokkerij zodanig van eigenschappen heeft veranderd, dat deze steeds meer aangepast raakten aan het leven dichtbij en in dienst van de mens.

Hoe dit proces precies is begonnen, blijft gissen. Heeft de mens in het verre verleden dieren die zich dicht in de buurt van de nederzetting ophielden gelokt en vervolgens getemd? En daarna in gesloten ruimtes gehouden en er mee gefokt? Of hebben dieren zich uit eigener beweging opgehouden in de buurt van de mens en hebben ze zich min of meer zelf gedomesticeerd? Bij de verschillende diersoorten is het domesticatieproces zonder twijfel heel verschillend verlopen.

Een voorwaarde voor domesticatie is dat dieren van nature een leider moeten accepteren. Dus moeten leven in een sociale gemeenschap, waarin één dier de leider is. Wolven bijvoorbeeld zijn uitermate sociale dieren, die een duidelijke rangorde binnen de eigen gelederen kennen. De alfareu en zijn alfateef leiden een groep wolven. Alle andere dieren in de roedel, verwanten van het alfapaar – meestal jongen uit voorgaande periodes – gedragen zich dienstbaar aan de roedel. Zij accepteren de status van het alfapaar. Teefjes worden vaak tijdens de zwangerschap van de alfateef schijnzwanger en zogen de jongen van het alfawijfje. Alle dieren brengen voedsel naar de jongen. Dus een wolf is van nature geschikt om leiding te accepteren.

Het superioriteitsgevoel van de mens heeft er sterk aan bijgedragen dat de wolf hem is gaan zien als een alfa. De wolf is dan ook het eerste dier, waarvan vaststaat dat het gedomesticeerd is. Uit genetisch onderzoek met moderne dna-technieken blijkt ondubbelzinnig dat de wolf de voorvader is van onze huishond.

Thans kennen we vele honderden hondenrassen, waarvan vele sterk verschillen van de wolf.

Een experiment met ratten geeft nog andere mogelijkheden voor domesticatie. Zo'n 30 jaar geleden hebben Russische onderzoekers wilde ratten gevangen en daarna in gevangenschap gehouden. Sommige van deze ratten lieten zich aanraken, andere beten, vluchtten en toonden zeer agressief gedrag.

De onderzoekers hebben de ratten vervolgens verdeeld in twee groepen: dieren die zich lieten aanraken en dieren die agressief gedrag vertoonden. Met die twee groepen hebben ze vele generaties gefokt. Dertig jaar later was het gedrag van de eerste groep, de dieren die zich lieten aanraken, veranderd in een mensvriendelijk gedrag. De dieren lieten zich aaien en uit de hand voeren.

De nakomelingen van de tweede groep hadden onveranderd het agressieve gedrag van hun voorouders.



DE KAAPSE BUFFEL IS NOOIT GEDOMESTICEERD. HIJ BLIJFT LEVENSGEVAARLIJK EN MAAKT MEER SLACHTOFFERS DAN LEEUWEN

In samenwerking met Engelse onderzoekers is een verschil in de genen van beide groepen ratten gevonden. De aabare ratten misten een deel van een chromosoom, dat wel aanwezig was in de agressieve ratten. Op grond hiervan is de veronderstelling geopperd, dat het ontbreken van dat deel van de zogeheten erfelijke opmaak het mogelijk maakt dieren te domesticeren. Zo is de Kaapse buffel, ook een dier dat in groepen onder leiding van een volwassen stier leeft, nooit gedomesticeerd. Onderzoek naar de aanwezigheid van dat deel van de genetische informatie dat bij de agressieve ratten is gevonden, zou opheldering kunnen geven over het belang van dit gen voor domesticatie. Mogelijk missen alle gedomesticeerde dieren dit stuk erfelijke informatie en heeft de mogelijkheid tot domesticatie in de genen gezeten.

Wolven en honden

Aannemelijk is dat dieren zich bleven ophouden rondom een nederzetting van mensen, omdat er gemakkelijk voedsel te vinden was. Ofwel omdat de mens er onvoldoende op lette, ofwel omdat hij het voedsel als minderwaardig wegwierp. Dat was dan een makkelijk maal en het trok dieren aan. Er was voor wolven, kleine katachtigen en everzwijnen altijd wel iets te halen. Grote katachtigen vormden een gevaar en werden ongetwijfeld niet getolereerd in de onmiddellijke nabijheid van de nederzetting.

Rondom de nederzettingen van de jagers-verzamelaars waren zeer zeker ook muizen en ratten aanwezig, aangetrokken door de voedselvoorraden van de mens. Wolven rondom de nederzettingen, alsook kleine katachtigen wisten wel raad met deze concentratie van prooidieren. De mens had daardoor een aantal concurrenten minder voor zijn voedselvoorraden. Een wederzijds voordeel dus voor mens en dier.

De wolven die rond de nederzettingen en kampementen zwierven zijn waarschijnlijk zo vertrouwd geworden met de mens, dat ze hem zelfs gingen volgen. De voorouder van de hond kon prooidieren effectiever opsporen dan de mens dat kon. Maar de mens was in staat grote prooidieren te doden. De restanten van die jachtbuit vormden dan weer een aantrekkelijk maal voor de wolven.

DIERSOORT	EERSTE DOMESTICATIE (JAAR VÓÓR CHR.)	WAAR
HOND	15.000	OP DIVERSE PLAATSEN
GEIT	10.000 - 8.000	MIDDEN-AZIË (IRAN - IRAK)
RUND	8.000	MIDDEN-AZIË (IRAN - IRAK)
SCHAAP	8.000	MIDDEN-AZIË (IRAN - IRAK)
VARKEN	8.000	OOST-AZIË
KAT	7.000	ROND MIDDELLANDSE ZEE
KIP	6.000	ZUIDOOST-AZIË
PAARD	6.000 - 4.000	WEST-AZIË (OEKRAÏNE)

WAAR EN WANNEER VOND DOMESTICATIE PLAATS

Honden zijn al heel lang in het gezelschap van mensen. Er zijn aanwijzingen die erop duiden dat domesticatie van de wolf (hond) al zo'n 15.000 jaar voor het begin van onze jaartelling moet zijn begonnen. Dit neemt overigens niet weg, dat deze dieren ooit in tijden van voedselschaarste vrijwel zeker door de mens zijn gegeten. En nog steeds staan in sommige Aziatische landen honden op het menu.

De band die wolven (honden) met de mens opbouwden, zal zeker hebben bijgedragen aan de domesticatie. Naarmate de samenwerking tussen mensen en wolven langer duurde zijn honden geselecteerd die heel geschikt waren voor de jacht, andere voor de verdediging van het vee, en zo verder. Tevens zullen lokale verschillen tussen de wolven een rol hebben gespeeld in het ontstaan van verschillende honderrassen.



DE WOLF, DE VOORVADER VAN ALLE HONDEN. MOGELIJK
HEBBEN LOKALE VERSCHILLEN TUSSEN WOLVEN BIJGEDRAGEN
AAN DE GROTE VARIATIE IN HONDENRASSEN

Tegenwoordig kennen we een groot aantal hondenrassen. Experts verdelen deze rassen in groepen. In grote lijnen is de onderverdeling: jachthonden en windhonden, terriërs, verdedigingshonden en herdershonden. Van oorsprong allemaal werkhonden. Daarnaast is er de groep gezelschapshonden, veelal dwergrassen, die ook vroeger al voor het plezier werden gehouden.

Er zijn verschillende soorten jachthonden. Zo kennen we de lopende honden, een soort die zelfstandig maar luid een prooidier op basis van een reukspoor volgen, opjagen en het in het zicht van de mens brengen, opdat die het kan vangen of doden. Afstammelingen van dergelijke honden zijn dan ook heel moeilijke huisdieren. Ze zijn immers geselecteerd om eigen initiatief te ontplooiën en daarmee krijg je geen gedweë huishond.

Verder zijn er jachthonden die als apporteur werken. Deze honden werken samen met hun baas en voeren bevelen uit om het geschoten wild op te halen.

Apporteurs zijn geselecteerd op het opvolgen van aanwijzingen van hun baas, de mens, en daardoor wel heel geschikt als huishonden.

Daarnaast zijn er jachthonden geselecteerd die – door de mens op weg geholpen totdat de prooi in zicht kwam – werden losgelaten om het prooidier in te halen, neer te leggen en eventueel te doden. Dat zijn de windhonden, die vreedzaam en rustig met de mens in één ruimte kunnen leven, maar wel veel beweging willen. De honden die destijds rond de nederzettingen op klein wild, zoals ratten jaagden, zijn waarschijnlijk de voorouders van onze keeshonden en terriërs. De groep verdedigingshonden omvat de grote zware dogachtigen. Die hadden in het verleden de taak het vee bij de nederzettingen te verdedigen tegen roofdieren. Deze honden zijn van nature sterk en zelfstandig. Ze werden immers geselecteerd op hun eigenschappen om dicht in de buurt van de nederzettingen te blijven en zelfstandig op te treden als er indringers – dieren of mensen – kwamen. Dit zijn dan ook honden die een krachtige baas nodig hebben. Ze proberen altijd de alfa te worden, de leider van de groep. Honden die zijn geselecteerd op hun eigenschap om de groep bijeen te houden, behoren tot de herdershonden. Deze honden volgen de groep en omcirkelen die steeds om alle individuen bijeen te houden. De bezitter van een rasechte herdershond moet eens proberen met de familie uit wandelen te gaan en vervolgens de groep op te splitsen. Een goede herdershond raakt in verwarring en doet verwoede pogingen de opgesplitste groep weer bijeen te drijven, een eigenschap waarop deze hond generaties lang is geselecteerd.

Katten zijn individualisten

Katachtigen zijn waarschijnlijk alleen door de mens in zijn onmiddellijke nabijheid geaccepteerd. Ze vingden muizen en ratten, en door hun geringe postuur vormden ze geen gevaar voor de gemeenschap van mensen. Zij hielpen de voorraden van de mens te beschermen tegen vraat door muizen en ratten. Katachtigen kennen niet zoals honden (wolven) een sterk sociale structuur.



DE WILDE KAT IS GEEN KATJE OM ZONDER HANDSCHOENEN
AAN TE PAKKEN. TOCH HEBBEN OOIET ENKELE WILDE KATTEN
ZICH AAN DE MENS GEWEND EN ZIJN HUISKAT GEWORDEN

Katachtigen zijn individueel levende dieren die alleen in de paartijd bij elkaar komen. Katten zijn ook nu nog individualisten die goeddeels hun eigen gang gaan, zelfs in de huiselijke omgeving. Ze zijn slimmer dan menigeen denkt en buiten velerlei omstandigheden uit voor eigen voordeel. Ze kennen wel degelijk alle huisgenoten en weten heel goed van wie ze goeds te verwachten hebben. Maar een baas accepteren zoals een hond dat doet, is katten vreemd. Katten zijn veel later dan de hond gedomesticeerd. Voor zover bekend hebben katten in de westerse wereld nooit als voedselbron voor de mens gediend. Dat is wel het geval geweest in China, waar kattenvlees – en ook hondenvlees – eeuwenlang als een delicatessen is beschouwd.

Voorouders van landbouwhuisdieren

Everzwijnen in de onmiddellijke omgeving van de menselijke nederzettingen maakten de jacht makkelijk. Die zwijnen waren er omdat de mens dagelijks zijn voedselresten weggooid in de omgeving van de nederzetting. En daar kwamen de zwijnen op af, omdat die altijd in waren voor een makkelijk maal. Het wilde zwijn is de voorvader van onze huisvarkens. Ze hebben ruwweg dezelfde genetische samenstelling. Dat blijkt onder meer uit het feit dat wilde zwijnen en huisvarkens makkelijk zijn te kruisen en dat de nakomelingen vruchtbaar zijn. En die kunnen wederom onderling nakomelingen verwekken. Varkens houden we uitsluitend voor hun vlees. De eerste varkens in gevangenschap waren lichter van gewicht dan hun voorouder, het everzwijn.



HET WILDE ZWIJN, DE VOOROUDEUR VAN ONS HUIDIGE VARKEN. OOK BIJ DIT DIER KUNNEN LOCALE VERSCHILLEN HEBBEN BIJGEDRAGEN AAN DE VARIATIE IN VARKENS-RASSEN

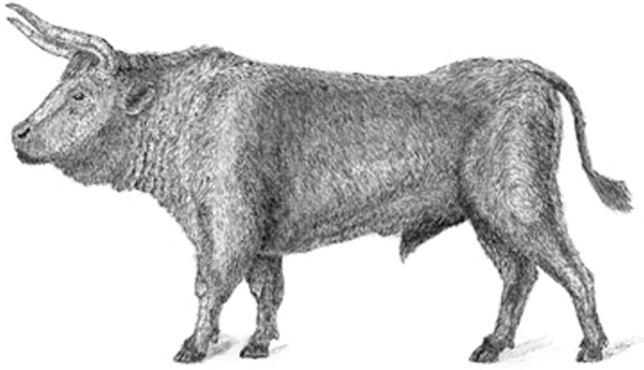
Runderen houden we tegenwoordig uitsluitend voor de productie van melk en vlees. Onze hedendaagse melkkoe stamt af van de oeros (*Bos taurus*), die in de 18e eeuw is uitgestorven. Volgens beschrijvingen – gemaakt door Poolse waarnemers – waren oeroskoeien rustige, niet agressieve dieren, die alleen gevaarlijk werden als hun kalveren werden bedreigd. Stieren waren echter nooit te vertrouwen, vooral niet in de bronstperiode van de koeien. Zeker dan waren de stieren levensgevaarlijk.

Hoe de eerste oerosen afhankelijk zijn geworden van de mens, of hoe de mens de eerste oerosen heeft getemd, is een raadsel. Maar wat duidelijk opvalt is het verschil in grootte tussen de oeros en de overblijfselen van de eerste gedomesticeerde runderen. Oeroskoeien hadden een schofthoogte van 1.50 meter, stieren reikten zelfs tot wel 2 meter. De restanten van de eerste gedomesticeerde runderen hadden een schofthoogte van slechts 1.40 meter. Vermoedelijk heeft de mens de kleinste exemplaren van de oeros getemd en over vele, vele generaties omgevormd tot de koeienrassen die we nu kennen. Pas de laatste jaren krijgen de zwartbonte koeien weer min of meer het postuur van de oeros. Moderne melkkoeien hebben een schofthoogte van 1.45 meter en de schouders van stieren reiken tot 1.80 meter en soms zelfs hoger. Door gerichte fokkerij heeft de mens vele rassen gecreëerd. Want rasvorming is niets meer dan selecteren op eigenschappen die een oeros van nature moet hebben gehad. En dan uitsluitend verder fokken met die exemplaren, die het dichtst bij ons ideaalbeeld komen.

Wij hebben de voorkeur gegeven aan bonte kleuren, terwijl de oeroskoe roodbruin was en de stieren bijna zwart. Er zullen in de natuur zonder twijfel ook bonte dieren zijn geweest, maar die vallen meer op en zijn dus waarschijnlijk vaker het doelwit geweest van roofdieren. Met als gevolg dat die bonte dieren vaak al werden gedood, voordat ze aan de voortplanting toekwamen. Het is goed mogelijk dat juist die oerosen met witte vlekken de eerste gedomesticeerde runderen zijn geweest.

De eerste runderen zijn waarschijnlijk gehouden om ze op te eten. Jagen is en blijft een risicovolle aangelegenheid. Dus als je vlak bij huis, vlak bij het kamp dieren hebt om te slachten, dan is dat wel zo handig. Bovendien kon de huid worden gebruikt voor vele doeleinden, zoals kleding, tenten en schoeisel. Runderen werden ook ingezet als trekkracht. Mogelijk al voordat men ze ging gebruiken als melkkoe, hoewel er aanwijzingen zijn dat runderen al 3.000 jaar voor onze jaartelling werden gemolken.

Als trekkracht was een os het best. Groot, zwaar en sterk. Koeien werden ook gebruikt, maar die zijn nu eenmaal minder sterk. Stieren zijn zeer eigengereid en op zijn zachtst gezegd onwillig, om niet te zeggen gevaarlijk. Ook moderne stieren zijn absoluut niet te vertrouwen. Veel veehouders kunnen daarover meepraten, de ongelukkigen niet meer omdat de stier hen de baas was.



DE OEROS IS DE VOORVADER VAN DE MODERNE MELK- EN VLEESKOE. VRIJWEL ZEKER HEBBEN LOKALE VERSCHILLEN TUSSEN DE OEROSSEN IN DIVERSE DELEN VAN EURAZIË DE GROTE VARIATIE IN RUNDERRASSEN GEBRACHT

Een intrigerende vraag is, hoe de mens heeft ontdekt dat castratie het karakter verandert. Bij toeval waarschijnlijk. Maar het is een feit dat als je stieren op jonge leeftijd castrateert, er een dier opgroeit dat de leidende eigenschappen van de mens accepteert en heel bruikbaar is als trek- en lastdier. Ongewoon sterk en gewillig. De uitdrukking luidt niet voor niets 'zo sterk als een os'. Castratie past men overigens toe bij veel dieren die als huisdier worden gehouden. Runderen als trekdieren zijn tegenwoordig een uitzondering. Het paard dat later zijn intrede deed als huisdier, heeft die rol overgenomen. Ongetwijfeld omdat een paard sneller is.

Schape houden we voor hun wol en uiteraard ook voor het vlees. In Nederland grazen schape vaak op dijken om de grasgroei te reguleren, hetgeen goed is voor de stabiliteit van de dijken. Geiten houden we vooral voor hun melk en in mindere mate voor hun vlees.

Schape en geiten zijn in ongeveer dezelfde periode gedomesticeerd als runderen. En dat gebeurde ook nog eens in dezelfde regio, namelijk het gebied waar nu Irak en Iran liggen. Selectie door de mens heeft ook bij schape en geiten geresulteerd in een groot aantal verschillende rassen. Het is echter opmerkelijk, dat de grootte en het gewicht van de eerste gedomesticeerde schape en geiten bijna overeenkomen met die van hun wilde voorvaders. En dat is nog steeds zo bij onze moderne schape en geiten.

Schape leveren wol voor kleding en nog allerlei andere toepassingen. Bovendien leveren schape- en geitenhuiden een goede kwaliteit leer op.



SCHAPEN ZIJN GOEDE GRAZERS. ZE HOUDEN DE GRASGROEI OPTIMAAL EN DAARMEE DE ZODE STERK. DAAROM ZETTEN WATERSCHAPPEN SCHAPEN IN OM DE STEVIGHEID VAN DE DIJKEN TE BORGEN

Paarden houden we eigenlijk alleen nog maar omdat ze het vermogen hebben snel te kunnen lopen over grote afstanden en daarbij gewichten te kunnen dragen of trekken.

Paardachtigen zijn dieren van de open vlakten. Daar zijn nauwelijks bosjes of struiken waarachter zij zich kunnen verbergen voor een roofdier. Om te overleven zijn ze dan ook aangewezen op een snelle vlucht. Dit in tegenstelling tot runderen. Die leefden in halfopen bossen waar de begroeiing voldoende bescherming bood om niet direct op te vallen. Bovendien konden ze in groepen met hun hoorns belagers van zich af houden. Het zijn dan ook geen snelle lopers.

Het zijn dus bij uitstek vluchtdieren. Ze hebben beperkte mogelijkheden om zich te verdedigen tegen roofdieren. Ze hebben geen hoorns, geweien of andere 'wapens'. Hooguit kunnen ze flink met hun benen slaan naar eventuele belagers. Maar dat is een weinig efficiënte manier van verdedigen tegen een groep wolven.

Paardachtigen, zoals zebra's en onagers (halfzels) en de voorouders van onze rijpaarden konden dus uitsluitend door hun snelheid aan belagers ontsnappen. Hun jongen, de veulens, beschikken over benen die bijna net zo lang zijn als die

van hun moeder. Binnen een dag na de geboorte kunnen ze net zo snel rennen en galopperen als hun moeder. Veulens die hun moeder niet konden bijhouden zijn het slachtoffer geworden van roofdieren en hebben dus geen nakomelingen verwekt. Zo heeft de natuur snelle paarden geselecteerd.

Uitgaande van de oorspronkelijke wilde paarden heeft de mens een veelheid aan rassen gefokt. Vele experts hebben aangetoond, dat verschillende soorten wilde paarden op diverse plekken in de wereld zijn gedomesticeerd, waardoor dus verschillende soorten paarden zijn ontstaan. Paarden voor het zware werk op het land. Echte trekkers, dieren die ook in moeilijke omstandigheden zware lasten kunnen verplaatsen. Paarden die vrij gemakkelijk en snel een kar of een koets konden trekken. Paarden die met een mens op hun rug snel moeilijke trajecten konden overbruggen. En in de afgelopen paar eeuwen tevens paarden die snelheidswedstrijden kunnen lopen, onder het zadel of voor een sulky. Tegenwoordig fokt men ook speciale sportpaarden voor dressuur- en springwedstrijden. Springen is iets wat paarden in de vrije natuur zoveel mogelijk vermijden. Toch zijn we erin geslaagd paarden te fokken die geen enkele schroom meer hebben om over moeilijke obstakels te springen, tot zelfs een hoogte van bijna 2.50 meter. Kortom, de mens heeft het voor elkaar gekregen paarden voor verschillende doeleinden te selecteren en te fokken. En dan vergeten we nog de paardjes die uitsluitend als gezelschapsdier een plaats hebben verworven. Paardjes met veelal een schofthoogte van hooguit 80 centimeter en daarmee veel kleiner zijn dan hun voorouders.



HET PAARD HEEFT DOOR ZIJN BEWEGINGSCAPACITEIT ZIJN NUT VOOR DE MENS MEER DAN BEWEZEN

Opvallend is dat het paard vanaf zijn domesticatie groter is geworden. Dit in tegenstelling tot de meeste andere gedomesticeerde dieren. Het grote formaat van het moderne paard is in zijn voorouders niet terug te vinden. De uitgestorven voorouders van het paard zagen er waarschijnlijk uit als een forse pony, dus met een schofthoogte van ongeveer 1.45 meter. Moderne paardenrassen hebben een schofthoogte van 1.65 meter. Enkele rassen zijn nog veel groter.

Liefhebbers van paardenvlees komen nog altijd aan hun trekken, maar paarden zijn nooit alleen gehouden voor hun vlees. Blijkbaar heeft de mens het een te edel en anderszins nuttig dier gevonden. Daardoor is de consumptie van paardenvlees altijd minder geweest dan die van vlees van andere landbouwhuisdieren. Het houden van paarden voor melkproductie komt voor, maar is een marginale activiteit.

Kippen houden we voor hun eieren en tevens voor het vlees. Was de oorspronkelijke kip, het Bankivahoen, in staat in twee periodes zo'n 30 eieren per jaar te produceren, de moderne legkip produceert maar liefst 330 eieren per jaar. De oorspronkelijke kip werd na het leggen van ongeveer 15 eieren broeds en ging vervolgens de eieren uitbroeden. Daarna trok ze met haar kuikens rond, totdat ze groot genoeg waren voor een zelfstandig leven. In hetzelfde jaar legde ze soms nog een keer maximaal 15 eieren en volgde nogmaals het ritueel van broeden en kuikens grootbrengen. En zo ging dat jaren door. Maar de moderne legkip wordt niet meer broeds. Voor die taak hebben we tegenwoordig machines.



HET BANKIVAHOEN IS DE VOOROUDE VAN DE
MODERNE LEGKIP EN VLEESKIP

Ook bij deze diersoort heeft de mens de voorkeur gegeven aan lichte kleuren. Die waren makkelijker terug te vinden en dat was handig voor het verzamelen van de eieren. Helaas zijn lichtgekleurde kippen in de vrije natuur ook een makkelijker prooi voor roofdieren.

Kip was en is nog altijd een populair stukje vlees. Daarom hebben we uit de oorspronkelijke kip die eigenschappen geselecteerd, die een snelle groei garanderen.

3 | Voortplanting: hoe gaat het in de vrije natuur

Om de juiste keuzes te kunnen maken voor gerichte selectie en om de voortplanting te kunnen sturen, moet je kennis hebben van het natuurlijk voortplantingsproces. Dat wil zeggen, van het hele traject van bronst tot geboorte. Nieuw leven begint met een paring: de gemeenschap tussen twee geslachten. En als we praten over paringen, dan denken mensen direct aan seks. Een onderwerp dat altijd veel aandacht krijgt, hoewel de gemiddelde man daaraan fysiek maar vijf minuutjes per week besteedt.

Paringen bij dieren in de vrije natuur geschieden vrijwel uitsluitend om nakomelingen te verwekken. Seks om de lust, zoals bij de mens, komt in de dierenwereld nauwelijks voor. Alleen bij mensapen zien we paringen, die niet direct zijn bedoeld voor de voortplanting. Zeer bekend zijn de bonobo's die als multiseksueel gekarakteriseerd worden.

Een experiment met een volwassen ki-stier die nooit contact had gehad met koeien bevestigd dit. In iedere hoek van een manege was een rund vastgebonden. In hoek één een stier, in hoek twee een os, in hoek drie een tochtige koe en in hoek vier een koe met schedeontsteking (een zogeheten witvuiler). De verwachting was dat de stier voorkeur zou hebben of zelfs gefixeerd zou zijn op de tochtige, paringsbereide koe. Maar de stier besprong alle vier de dieren. De conclusie was, dat een stier vooral of misschien uitsluitend geprikkeld wordt door het silhouet dat hij voor zich ziet. Voor mannelijke varkens geldt hetzelfde. Vandaar ook dat het relatief gemakkelijk is een ki-stier te leren op een kunstkoe (een dummy) te springen en een beer op een kunstzeug. Zolang er maar geen afwijkende lucht aan zit (schoonmaakalcohol), springen stier en beer – en ook een hengst – zonder mankeren op een dummy en ejaculeren in een kunstschede. Hieruit kunnen we concluderen, dat mannetjes vrijwel altijd bereid zijn tot paren. Ze zijn daarin ook niet kieskeurig. Iedereen die wel eens een groepje stieren in een weiland heeft zien lopen, heeft ook kunnen zien dat stieren soms op elkaar springen. Bij bisonen is zelfs rectale penetratie waargenomen. Waarschijnlijk is dat een uitzondering en onbedoeld. Of er misschien sprake is van homoseksualiteit moet nog onderzocht worden, maar erg waarschijnlijk is het niet. Ook van reutjes kennen we het gedrag dat ze tegen je heen paringsbewegingen gaan maken.

Of er onder de voorouders van onze landbouwhuisdieren ook verkrachtingen zijn voorgekomen is niet bekend. In de vrije wildbaan passen de manlijke dieren hun paringsgedrag aan het seizoen aan. Alleen in de periode waarin veel vrouwtjes bronstig zijn, komen de mannetjes in actie. Het vrouwtje moet blijven staan, als een mannetje haar bestijgt. En alleen als een vrouwtje echt paringsbereid is blijft ze staan. Zo niet, dan loopt ze onder het mannetje vandaan en komt het niet tot geslachtsgemeenschap.



ALLEEN ALS HET VROUWTJE WIL BLIJVEN STAAN KOMT HET IN DE VRIJE NATUUR TOT PARING TUSSEN VIERVOETERS

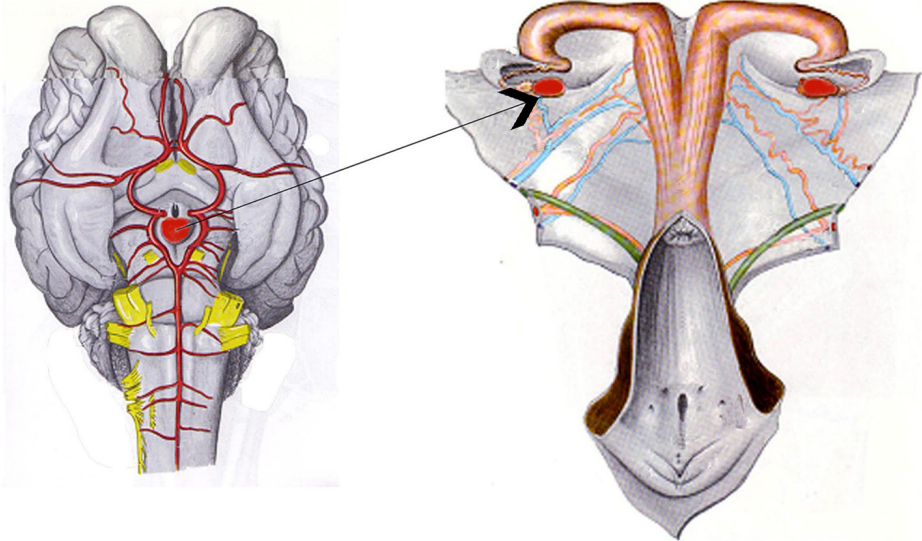
Het mannetje is namelijk niet in staat het vrouwtje te fixeren. Het vrouwtje staat immers met vier poten op de grond en het mannetje alleen met zijn achterpoten, terwijl hij met zijn voorpoten het vrouwtje omklemt. Slechts in bijzondere situaties, bijvoorbeeld als het vrouwtje klem komt te zitten in een hok of vastgebonden staat, kan zonder haar medewerking een paring plaatsvinden. Alleen bij dieren die plat op hun rug kunnen blijven liggen en elkaar bij de paring kunnen aankijken, komt verkrachting voor. Daarom komt dat alleen voor bij mensapen.

Van bronst tot paring

In het dierenrijk zijn paringen seizoensgebonden. Moeder Natuur regelt het zo, dat jonge dieren vrijwel altijd worden geboren in een periode van voedselrijkdom. De periode waarin het vrouwelijke dier bronstig is, dus paringsbereid, is daarop afgestemd. De daglengte, de hoeveelheid licht per dag, is in dit opzicht van doorslaggevende betekenis.

De impuls voor seksuele activiteit gaat uit van de hypothalamus, een hersendeel. Hormonen worden via de bloedbaan naar de geslachtsklieren gestuurd en brengen daar de nodige veranderingen tot stand, die noodzakelijk zijn voor bronst, paring en dracht (zwangerschap).

Voor het aanmaken van de bronsthormonen moet het vrouwelijke dier in goede conditie zijn. Het bronsthormoon – een van de vrouwelijke geslachtshormonen – wordt gevormd uit vetten die in het lichaam zijn opgeslagen.



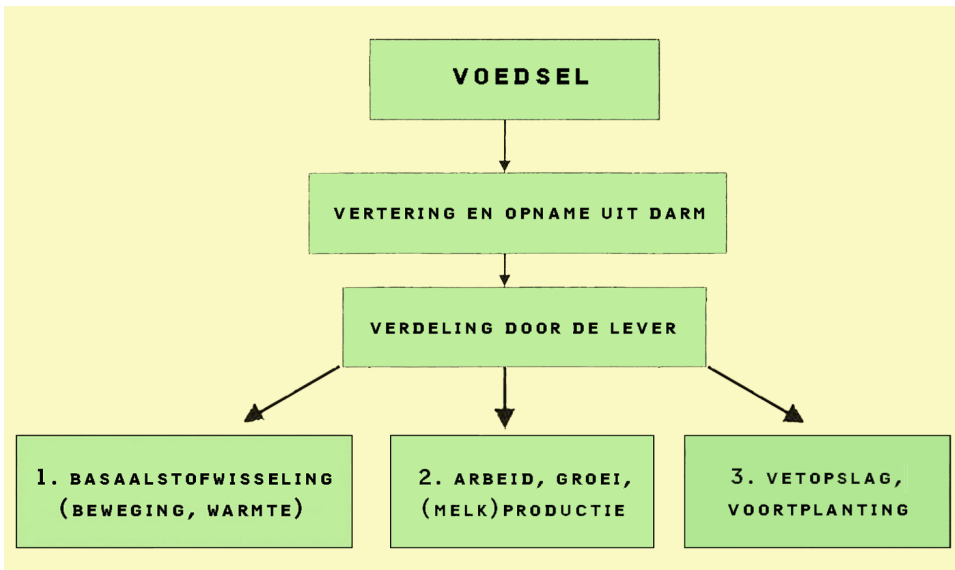
DE GESLACHTSHORMONEN WORDEN GEVORMD IN DE EIERSTOKKEN EN IN DE TESTIKELS ONDER AANSTURING VAN HORMONEN UIT DE HYPOFYSE, EEN AANHANGSEL VAN DE HERSENEN

De leeftijd waarop vrouwtjes voor het eerst bronstig worden is afhankelijk van de voedselvoorziening. In schrale tijden gebeurt dat veel later dan in tijden van overvloedig voedsel. Denk bijvoorbeeld aan de voortplanting bij wilde zwijnen. In het eerste levensjaar is veel energie nodig voor de groei. Die komt op de eerste plaats. Alleen als er voldoende energie – dus voedsel – kan worden opgenomen, komt het hormonale systeem voor de voortplanting op gang. In een goed eikeljaar zijn jonge zeugjes al in het eerste jaar paringsbereid en op een leeftijd van een jaar in staat tot het werpen van jongen. Maar in schrale jaren duurt het tot ze twee jaar oud zijn voordat ze bronstig worden en krijgen ze hun eerste toom pas in het derde levensjaar.

Bij runderen is het zo, dat bij heel ruime voedselvoorziening de vrouwelijke dieren in het tweede levensjaar bronstig worden. Maar gewoonlijk gebeurt dat pas in het derde levensjaar. Hetzelfde geldt voor paarden.

Wilde schapen en geiten brengen meestal als ze een jaar oud zijn hun eerste jongen voort.

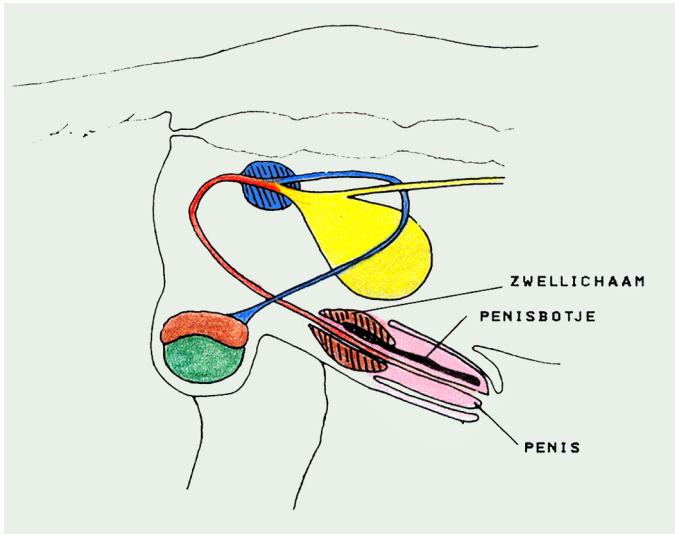
Honden worden bronstig (loops) op een leeftijd tussen zes en twaalf maanden en kunnen dus hun eerste nest krijgen als ze nog geen jaar oud zijn. Voor katten geldt dezelfde leeftijd voor de geslachtsrijpheid en het krijgen van jongen.



NA VERTERING NEEMT DE DARM DE VOEDINGSSTOFFEN OP. HET BLOED TRANSPORTEERT DEZE NAAR DE LEVER. DIE VERDEELT DE VOEDINGSCOMPONENTEN OVER HET LICHAAM, WAAR DE VOEDINGSSTOFFEN WORDEN GEBRUIKT VOOR ENERGIEOPWEKKING EN EIWITAANMAAK.. HET OP PEIL HOUDEN VAN DE LICHAAMSTEMPERATUUR, BEPERKTE VOORTBEWEGING EN VOORAL ENERGIE VOOR DE KAUWSPIEREN ZIJN DE EERSTE ACTIVITEITEN WAARAAN DE ENERGIE UIT HET VOEDSEL WORDT BESTEED. PAS DAARNA WORDT DE OVERMAAT AAN ENERGIE GEBRUIKT VOOR EXTRA ARBEID, EXTRA GROEI, PRODUCTIE VAN MELK EN EVENTUEEL VETOPSLAG. EN ALS ER DAN NOG ENERGIE OVER IS GAAT EEN DIER GESLACHTSHORMONEN VORMEN EN VOORTPLANTINGSACTIVITEITEN ONTPLOOIEN

Paringen bij in het wild levende dieren verlopen verschillend per diersoort. Hebben wij mensen een stevige erectie nodig voor de coïtus, bij dieren is dat niet altijd het geval. Bij een aantal vindt de volledige erectie pas plaats nadat de penis in de schede is ingebracht.

In roedels wolven en hondachtigen paren alleen de alfateef, het belangrijkste vrouwtje, en de alfareu, het leidende mannetje. Andere teefjes worden weliswaar ook loops, maar de alfateef verhindert paringen met deze teefjes. Veel van deze teefjes worden vervolgens wel schijnzwanger en assisteren met het zogen van de jongen van de alfateef. En evenzo verhindert de alfareu dat de andere reuen uit de roedel paren.



IN DE PENIS VAN EEN HOND ZIT EEN BOTJE, HET OS PRIAPI. HET ZWELLIKAAM BEVINDT ZICH ACHTER AAN IN DE PENIS

Honden beschikken over een penisbotje, het os priapi. Dit botje dankt zijn naam aan de Romeinse god die wordt afgebeeld met een penis zo lang als zijn arm. De penis van een hond is dus altijd stijf. Als hij wil paren bestijgt de reu de teef en omklemt haar met zijn voorpoten. Zijn penis komt slechts voor een heel klein deel uit de voorhuid. Zodra hij de punt van zijn penis in de schede van de teef kan dringen, duwt de reu zijn penis volledig naar binnen. Dat is zonder erectie mogelijk, omdat er dus een botje in zit. Pas daarna komt de volledige erectie tot stand. Het zwellichaam van de reu zit achteraan in de penis.

De teef heeft in de vulva (schedeingang) een sterke kringspier die de penis omsluit, waardoor zwelling van de penis optreedt. Het vastzitten stimuleert de frictiebewegingen. De reu stapt na de zaadlozing over de rug van de teef. Pas 20 tot 30 minuten later neemt de spanning van de kringspier af en verdwijnt de zwelling van de penis. Gedurende deze 20 tot 30 minuten zijn reu en teef aan elkaar vastgeklonken en staan ze met de achterstellen tegen elkaar. Door deze langdurige fixatie gaat geen sperma verloren.



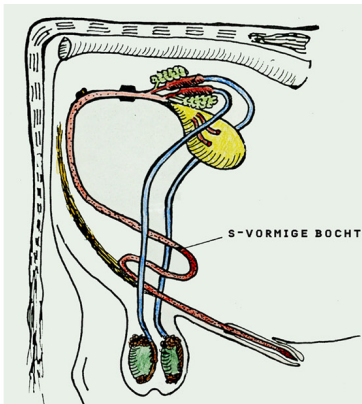
NA DE EJACULATIE BLIJVEN REU EN TEEF VAN ALLE HONDACHTIGEN ONGEVEER TWINTIG MINUTEN AAN ELKAAR GEKLONKEN. DEZE VOSSEN GENIETEN VAN HET NASPEL

Bij de katachtigen leven de geslachten gescheiden van elkaar. Alleen in de periode waarin het vrouwtje krols is vinden mannetje en vrouwtje elkaar door geursporen. Na een wild voorspel volgt de paring. De kater heeft eveneens een klein botje in de penis. Pas na het binnendringen in de schede treedt een erectie op. De penis van de kater heeft op het oppervlak kleine doorntjes, waardoor de schede van de poes sterk wordt geprikkeld. Kennelijk veroorzaakt dat pijngevoelens, want katten krijsen luid tijdens de paring. Toch paren katten vele keren kort na elkaar. Het signaal van de prikkeling van de schede gaat via zenuwbanen naar de hersenen en naar de hypofyse, die daarna hormonen afscheidt die de eisprong tot stand brengen. Bij katten is het opmerkelijk dat de eisprong pas plaats vindt ná de paring. Hierdoor gaan geen eicellen verloren. Ook bij stieren, rammen, geitenbokken en beren treedt pas een volledige erectie op nadat de punt van de penis de schede heeft gevonden.

Runderen leven in koppels: een leiderstier met zijn harem. De stier is uitermate waakzaam in de periode dat koeien tochtig (bronstig) worden. Hij gaat dan ook direct het duel aan met alle stieren die in de buurt van zijn harem komen. Hij wil de vader zijn van alle nakomelingen in de koppel. Maar dat lukt slechts ten dele.

Dna-profielen van de nakomelingen van een koppel runderen in het vrije veld lieten zien dat slechts zo'n 60% van de kalveren de genen had van de leiderstier. De overige kalveren hadden de genen van diverse vaders. Ofwel de koeien bedriegen bewust de stier door zich tijdens hun tochtigheid te onttrekken aan de aandacht van de leiderstier. Ofwel de leider is zo druk geweest dat andere stieren de kans schoon zagen toen er tochtige haremdames in de buurt waren.

Voor de paring loopt de stier voortdurend achter de koe aan die hij wil bespringen. Hij probeert het vele keren, maar pas als de koe blijft staan vindt de paring plaats.



DE PENIS VAN MANNELIJKE HERKAUWERS

De penis van de stier kan niet of nauwelijks zwellen. In rust ligt de penis in een S-vormige bocht. Bij de erectie verstrijkt deze bocht, de penis schacht uit en dringt de schede van de koe binnen. Ejaculatie vindt vrijwel onmiddellijk plaats. De stier maakt daarbij een sprongetje waardoor hij met beide achterpoten van de grond komt. Daarom noemen we de paring een sprong. Direct erna laat de stier zich van de rug van de koe glijden. De werkelijke paring duurt dan ook maar enkele seconden.

Volwassen mannelijke everzwijnen – de evers of keilers – leven solitair. De zeugen – de baggen – leven in groepen. In de paartijd zijn de mannelijke everzwijnen in de buurt van de zeugen om met ze te paren zodra de kans zich voor doet. Er worden dan flinke, bloedige gevechten geleverd om de bronstige (berige) zeugen. Het kunnen ware veldslagen op leven en dood zijn. Ze rammen met de schouders tegen elkaar en bewerken met hun haaktanden de flanken van

hun tegenstander. Everzwijnen hebben op hun flanken een heel stevige verdikte huid, die hen beschermt tegen de aanvallen van de tegenstander. De zwaarste everns winnen in het algemeen het gevecht.

Een mannelijk varken (beer) port net als zijn voorvader de ever voor de paring niet zachtzinnig met zijn snuit in de flanken van de zeug om te testen of ze wil blijven staan. Dat gebeurt soms zo hard dat de achterpoten van de zeug van de grond komen. Als de zeug bereid is tot paren bestijgt de beer haar en zoekt met zijn penis de vulva. Als die is gevonden schacht de penis uit, net zoals bij de stier. De S-vormige bocht in de penis verstrijkt, maar minder snel dan bij de stier. De penis dringt in de schede, waarna de punt van de penis in de baarmoedermond schuift. De penispunt komt min of meer vast te zitten in de baarmoedermond. Logisch dus dat een beer goed test of de zeug wil blijven staan, voordat hij haar bestijgt. Stel je voor dat de zeug wegloopt terwijl de penispunt vastzit in de baarmoedermond. Vervolgens begint de werkelijke paring, die bij varkens tot wel 20 minuten kan duren. Het volume van het ejaculaat is dan ook navenant. De stier levert een veel kleiner volume. Vandaar dat de stier snel klaar is, terwijl het varken daar zijn tijd voor moet nemen.



**OOK VARKENS HEBBEN EEN S-VORMIGE BOCHT IN DE PENIS.
DE PARING DUURT WEL TWINTIG MINUTEN. DE BEER ZIT
SCHUIMBEKKEND OP DE ZEUG**

Hengsten hebben een harem van ongeveer twintig merries. Gedurende de paartijd dekken ze alle merries in de kudde. Echter, net als bij de stieren is maar zo'n 60% van de nakomelingen afkomstig van de leiderhengst. De overige veulens zijn van andere hengsten die rondom de kudde hebben gelopen. De hengst heeft een penis die net als die van de mens bij erectie sterk zwelt. Voordat een hengst de merrie bestijgt heeft hij een forse erectie en zoekt hij de vulva om de schede binnen te dringen. Als de merrie goed hengstig is en blijft staan opent zij de vulva om het binnendringen te vergemakkelijken. Nadat de penis in de schede is gebracht zwelt de punt van de penis. Hij neemt de vorm aan van een paddenstoel, een stevige stam met daarop een soort hoed, de eikel. Pas als de penis een stevige weerstand ontmoet van de baarmoedermond, treedt ejaculatie op. Het volume van het ejaculaat is behoorlijk, reden waarom de hengst er enige minuten (1 tot 3) overdoet om het te lozen.

Schape en geiten leven met hun jongen in groepen van twintig tot vijftig dieren. De rammen en de bokken leven apart in kleinere groepen. Alleen tijdens de paartijd in het late najaar valt de groep rammen en bokken uiteen en gaan de mannetjes individueel op zoek naar paringsbereide wijfjes. De rammen en de bokken leveren heftige gevechten om de vrouwtjes.

De paring bij deze diersoorten verloopt net als bij runderen erg snel: in enkele secondes is de echte paring achter de rug. En net als bij runderen en varkens hebben zij een penis die in een S-vormige bocht ligt. Deze bocht verstrijkt en de penis kan de schede van het vrouwtje binnendringen als zij stil staat. Soms ziet een tweede ram in de bronstperiode zijn kans en bevrucht de ooi nogmaals.



DE PARING VAN SCHAPEN DUURT ZEER KORT. DE FOTOGRAAF WAS TE LAAT: DE PARING WAS AL GESCHIED TOEN HIJ KNIPTTE

Hanen draaien met hun zijkant naar de hen waarmee ze willen paren. Imponerend laat de haan de vleugel zakken die naar de hen is gekeerd. De hen laat merken dat ze bereid is en de haan bestijgt haar. Met de vleugels slaand om zijn evenwicht te bewaren drukt de haan zijn geslachtsopening tegen die van de hen. Korte tijd later kan deze hen weer door een andere haan worden bevrucht.

In de vrije natuur is promiscuïteit (omgang met wisselende partners) bij de voorouders en de naaste wilde verwanten van onze huisdieren normaal.

Geslachtscellen

Spermacel

Manlijke geslachtscellen worden in de natuur overvloedig geproduceerd. Onze mannelijke huisdieren produceren als zij geslachtsrijp zijn miljoenen zaadcellen per dag. Ieder ejaculaat bevat dan ook vele miljoenen zaadcellen. Sperma is een basisch mengsel van hoofdzakelijk eiwitten en spermacellen. De spermacellen komen zowel in de schede, als in de baarmoedermond en in de baarmoeder in een vijandig milieu. De schede is zuur en in de baarmoeder moeten de spermacellen afrekenen met de afweer van het vrouwtje. De wand van de spermacellen is echter voorzien van moleculen die ze tegen de afweer van het vrouwtje beschermen. Tevens ondersteunen de toegevoegde eiwitten in het sperma de spermacellen op hun trektocht naar de eicel. En in de periode dat het vrouwtje bronstig is, vermindert de sterkte van de afweer in het vrouwelijk geslachtsorgaan. Uiteraard ten gunste van de spermiën die de eicel moeten bereiken.

De spermacel is een zeer kleine cel met een kop en een staart. Op de overgang tussen kop en staart zit een tussenstuk waarin zich mitochondriën (zie pagina 42) bevinden. In de kop zit de celkern met de chromosomen. De staart zorgt voor de voortbeweging. De mitochondriën leveren de energie waarmee de spermacel zijn doel, de eicel, bereikt. Voordat de spermacel contact maakt met de eicel, ondergaat de celwand van de spermacel enige veranderingen. Daardoor kan de spermacel zich aan de wand van de eicel hechten en daar doorheen dringen.

Onder een microscoop kun je zien dat er onder de spermiën snelle zwemmers en langzamere zwemmers zijn, alsook dat er spermiën zijn die recht vooruit zwemmen en spermiën die in cirkels zwemmen of kronkelige zwemwegen afleggen. Na fixatie op voorwerpglasjes en kleuring van de cellen kun je vele vormen spermiën onderscheiden, waarvan in het laboratorium de structuur als afwijkend wordt beoordeeld. Bij sommige manlijke dieren is het percentage spermiën met afwijkende vormen zeer groot, soms wel 50%. Als we sperma verzamelen voor de kunstmatige inseminatie (ki) bij onze landbouwhuisdieren, dan keuren we de ejaculaten met een hoog percentage afwijkende spermiën af. Het is echter zeer wel mogelijk dat dieren met een hoog percentage afwijkende



DE SPERMACEEL BESTAAT UIT EEN KOP MET HET ERFELIJK MATERIAAL (DE GENEN), EEN TUSSENSTUK MET DE CELORGANELLEN - WAARONDER DE MITOCHONDRIËN - EN EEN STAART VOOR DE VOORTSTUWING

spermiën in geval van natuurlijke dekkingen toch bevruchtingen tot stand brengen. Maar de vraag is of de vrouwtjes dan drachtig worden.

Over deze verschillende soorten spermiën is een intrigerende theorie ontwikkeld. Als een vrouwtje met meerdere mannetjes paart, wil het mannetje dat het eerst met dat vrouwtje paarde zijn nageslacht verwekken. Hij heeft een voorsprong op het tweede mannetje, omdat zijn sperma al op weg is naar de eicel. Maar het tweede mannetje heeft er ook baat bij dat zijn sperma het nageslacht verwekt. En daarover gaat die intrigerende theorie.

DIERSOORT	GEMIDDELD EJACULAAT (EN SPREIDING) IN ML	SPERMIËN PER ML EJACULAAT IN MILJOENEN	AANTAL INSEMINATIEDOSES PER EJACULAAT
PAARD (HENGST)	100 (30 - 500)	300	8 - 15
RUND (STIER)	5 (2 - 12)	1.000	TOT 800
SCHAAP (RAM)	1 (0,7 - 2)	3.000	-
GEIT (BOK)	1 (0,5 - 1)	3.000 - 5.000	-
VARKEN (BEER)	250 (150 - 500)	100	30 - 50
HOND (REU)	7 (2 - 25)	100	1
MENS	- (2 - 5)	> 20	-
HAAN	- (0,7 - 1,5)	3 - 4	10
KALKOENHAAN	- (0,35 - 0,5)	6 - 8	-

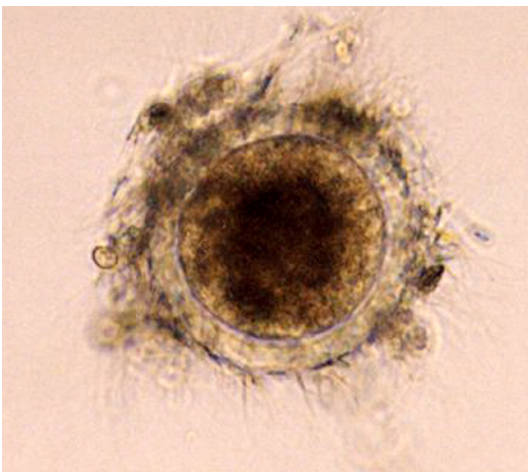
KENMERKEN MANNELIJKE DIEREN

Niet de snelle zwemmers blijken de bevruchting tot stand te brengen. Zij effenen slechts het pad voor de trektocht van de langzamere spermieën en gaan te gronde in het vijandige milieu in de baarmoeder. De langzame zwemmers profiteren en één brengt de bevruchting tot stand. De spermieën met afwijkende bewegingen of afwijkende vormen leveren uiteraard geen bevruchting op. Zij sneuvelen in de baarmoedermond en vormen daar een soort prop, die de baarmoedermond afsluit voor een volgende groep spermieën. En dat is dus het ejaculaat van het tweede mannetje. Maar die heeft er al min of meer op gerekend, dat zijn sperma moet concurreren met het sperma van een voorganger. De snelle zwemmers in zijn ejaculaat zijn de aanvallers die de prop afwijkende spermieën in de baarmoedermond kunnen opruimen en de langzamere zwemmers van zijn voorganger kunnen inhalen en vernietigen. Op die manier wordt de kans op bevruchting door de spermieën van zijn eigen ejaculaat zo groot mogelijk. Een fraaie verklaring voor het feit dat in ieder ejaculaat alle soorten spermieën aanwezig zijn. En ook een verklaring voor de min of meer egoïstische teneur om vooral zelf nakomelingen te willen verwekken.

De wetenschapsfilosoof Dawkins heeft het begrip 'selfish genes' geïntroduceerd. Daarmee bedoelde hij dat de belangrijkste rol voor individuen in de natuur is zijn of haar genen door te geven aan de volgende generatie.

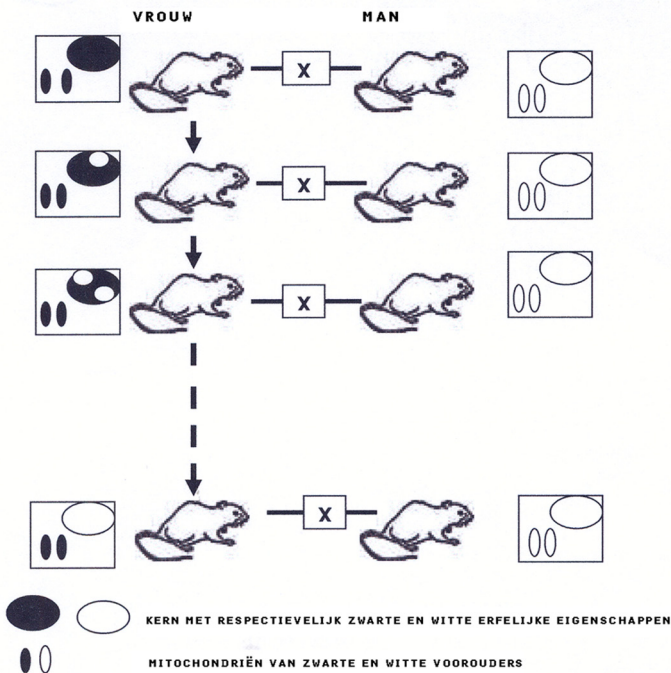
De eicel

De natuur is zuinig met eicellen. Bij zoogdieren blijven eicellen binnen het lichaam van het vrouwtje. Bovendien zijn ze slechts gedurende korte tijd en in kleine aantallen aanwezig. Ieder dier heeft zijn eigen cyclus waarin de eicellen vrijkomen. De eicel bevat alle celonderdelen (organellen) die nodig zijn voor de cel om te kunnen functioneren en zichzelf te delen (zie pagina 42). De eicel is dertig tot vijftig keer zo groot als de spermacel.



DE EICEL

Een experiment met muizen heeft aangetoond, dat vrouwtjes in de vruchtbare periode op zoek gaan naar mannetjes met een tegengesteld afweersysteem (mhc = major histocompatibility complex). Dat maakt de kansen voor hun jongen om infecties te overleven groter dan voor nakomelingen van mannetjes met eenzelfde afweersysteem. Vrouwtjes maken deze keuze op grond van geuren. In de fokkerij heeft de mens de keuze bepaald. En de mens heeft geselecteerd op eigenschappen die hem welgevallig waren. Daardoor zijn juist die eigenschappen bij de door de mens gefokte dieren sterker naar voren gekomen. Maar tevens heeft de mens rekening moeten houden met de kwaliteit van het afweersysteem van zijn dieren. Want als er zwakke dieren uit een combinatie van het door hen gekozen mannetje en vrouwtje werden geboren, dan gingen die dood door infecties en kwamen er geen nakomelingen. Dus zonder specifiek aandacht te schenken aan de kwaliteit van het afweersysteem van zijn huisdieren, heeft de mens dat aspect onbewust wel in de fokkerij meegenomen.



OVERERVING VAN DE MITOCHONDRIËN GAAT UITSLUITEND VIA DE MOEDER. EEN EXPERIMENT MET MUIZEN HEEFT DAT AANGETOOND. MEN KRUISTE WITTE MANLIJKE MUIZEN MET ZWARTE VROUWELIJKE MUIZEN. DE DAARUIT GEBOREN DOCHTERS WERDEN WEER GEPAARD MET WITTE MANNETJES. GEDURENDE DE ACHTEREENVOLGENDE GENERATIES WERDEN NAKOMELINGEN VAN DE OORSPRONKELIJKE ZWARTE MUIZENSTAM GEHEEL WIT VAN KLEUR. MAAR HUN MITOCHONDRIËN HADDEN NOG DEZELFDE OPMAAK ALS DIE VAN HUN VOOROVERGROOTMOEDERS

De zaadcel heeft, als hij de eicel bereikt, al zijn energie verbruikt. De mitochondriën in het verbindingsstuk tussen kop en staart zijn opgebrand en worden door de eicel buitengesloten. Alleen het erfelijke materiaal, het dna, dringt de eicel binnen. Het nieuwe individu moet het dus in het begin doen met de cel'machinerie' in de eicel. Later – tijdens het groeiproces – worden alle organellen van de moeder vervangen door organellen die de kern van de eicel onder invloed van zowel vader als moeder heeft gemaakt. Dit geldt overigens niet voor de mitochondriën.

De mitochondriën in de cellen van ieder individu zijn alleen afkomstig uit de eicel, die uit de zaadcel gaan verloren. Mitochondriën hebben zelf een cirkelvormige streng erfelijk materiaal (dna), waarin het hele programma voor de energieproductie ligt opgeslagen. Alle zoogdieren hebben dus mitochondriën, de energiegeneratoren, van de moeder.

Enkele wetenschappers leggen een verband tussen de kwaliteit van de mitochondriën en veroudering. Mitochondriën produceren de energie voor alle lichaamsfuncties door omzetting van bloedsuiker (of vetten) en zuurstof in water en kooldioxide. Bij dat omzettingsproces kunnen vrije zuurstofmoleculen ontstaan. En die zijn gevaarlijk voor de integriteit van het dna in de cellen. Vrije zuurstofmoleculen kunnen het dna beschadigen en daardoor snellere veroudering veroorzaken. Daarom veronderstellen die wetenschappers, dat de kans om oud te worden sterk beïnvloed wordt door de kwaliteit van de mitochondriën. En die komen alleen van de moeder.

Na de bevruchting gaat de eicel zich delen. Er volgen vele celdelingen voordat een nieuw individu is gevormd en geboren, waarin de erfelijke eigenschappen van vader en moeder aanwezig zijn.



EEN KRUISSING TUSSEN EEN EZEL EN EEN PAARD LEVERT EEN MULDIER (LINKS) ALS DE MOEDER EEN PAARD IS EN EEN MUILEZEL (RECHTS) ALS DE MOEDER EEN EZELIN IS. ER BESTAAT EEN DUIDELIJK VERSCHIL IN GROOTTE TUSSEN DEZE BEIDE NAKOMELINGEN: MOGELIJK DE INVLOED VAN DE MOEDER

DIERSOORT	CYCLUSDUUR IN DAGEN	EICELLEN PER OVULATIE	BRONST- DUUR	LENGTE DRACHT
PAARD (MERRIE)	19 - 23	1 (2)	5 -7 DGN	11 MND (340 DGN)
RUND (KOE)	21	1 (2)	24 UUR	9 MND (280 DGN)
SCHAAP (OOI)	16 - 18	2 (3)	24 -48 UUR	5 MND (147 DGN)
GEIT (SIK)	18 - 24	2 (3)	12 - 48 UUR	5 MND (148 - 152 DGN)
VARKEN (ZEUG)	21	12 (15)	2-3 DGN	3 MND+3 WKN+3 DGN (114 DGN)
HOND (TEEF)	6 -8 MND	4 - 8	21 DGN (CA.10 DGN VOORBRONST)	9 WKN (63 DGN)
KAT (POES)	EISPRONG NA COPULATIE	4 - 8	-	61 DGN
KONIJN (VOEDSTER)	EISPRONG NA COPULATIE	5 - 8	-	30 DGN
CHIMPANSEE	24	1 (2)	-	8 MND
MENS	28	1 (2)	-	9 MND (270 DGN)
KIP (HEN)	BROEDTIJD 21 DAGEN			
KALCOEN (HEN)	BROEDTIJD 26 - 28 DAGEN			

KENMERKEN VROUWELIJKE DIEREN

Maar er bestaat een verschil in de inbreng van vader en moeder. Een voorbeeld. Een vaderpaard (hengst) en een moederezel (ezelin) brengen na paring een muilezel voort, een dier dat net zo groot is als een ezel of misschien iets groter. De paring van een vaderezel (ezelhengst) en een moederpaard (merrie) brengt een muildier voort, een dier dat bijna net zo groot is als een paard. Zowel de muilezel als het muildier hebben dezelfde genetische eigenschappen in de celkern: half paard, half ezel. Toch bestaat er een duidelijk verschil in grootte. Mogelijk heeft dit iets te maken met de invloed van de cel'machinerie' in de eicel, die uitsluitend afkomstig is van de moeder. En ook met de invloed van de omgeving, de baarmoeder.

Bij celdelingen maakt de natuur soms fouten. Dat gebeurt ook bij de vermenigvuldiging van het dna in de chromosomenketen. Hoewel er een solide herstellingsmechanisme bestaat, is een dergelijke verandering soms toch blijvend. En dat gebeurt bij een op de miljoen moleculen (nucleotiden) die worden ingebouwd in een nieuwe streng dna. In enkele gevallen worden zelfs hele stukken nucleotiden ingevoegd. Dit laatste kan doordat delen van chromosomen bij de vermeerdering onderling uitgewisseld worden. Maar wetenschappers hebben ook vastgesteld, dat virussen – met name retrovirussen – stukken dna kunnen invoegen in het dna van hun gastheer. En tevens, dat bepaalde gifstoffen het dna kunnen veranderen. Die veranderingen kunnen leiden tot een andere programmering van de genetische informatie en dus tot een verandering van de functie. De betreffende cel gaat vrijwel altijd te gronde, maar kan ook ontaarden en zich niets meer van zijn omgeving, de omliggende cellen, aantrekken.

Als er een verandering plaatsvindt in een gen van de zaadcel of de eicel, dan verandert het bouwprogramma in het embryo. Als een dergelijke wijziging een vitaal, cruciaal element betreft, dan zal die leiden tot een individu zonder levenskansen. Dit zal sterven tijdens de dracht of kort na de geboorte. Indien de verandering niet levensbedreigend is, heeft het nieuwe individu een iets ander voorkomen dan zijn ouders. Dat is een mutant. Er wordt een individu met nieuwe eigenschappen geboren en die mutatie blijft voortbestaan. Als één van de genen die de huidskleur bepalen verandert, komt een individu ter wereld met een andere huidskleur dan zijn ouders. Het ontstaan van de witte kleur bij dieren is daarvan een voorbeeld.

De mens heeft kennelijk een voorkeur voor wit. De witroze kleur die wij kennen van ons huidige varken, ontstaat door de doorbloeding van de witte huid. Zweedse onderzoekers hebben vastgesteld dat het gen voor de huidskleur bij het huidige varken op twee essentiële plaatsen afwijkt van het gen voor de huidskleur bij wilde zwijnen. Zij veronderstellen dat deze twee mutaties vele generaties na elkaar zijn ontstaan.

Waarschijnlijk is deze kleurverandering opgetreden bij een beperkt aantal dieren, waarmee vervolgens verder is gefokt. Veel later is het huidskleur-gen nogmaals gemuteerd bij de gedomesticeerde varkens en is de huid geheel wit geworden. Ook bij witte paarden is een soortgelijke verandering gevonden in het gen dat de huidskleur bepaalt.

Een dergelijke verandering zal ook wel eens optreden bij in het wild levende dieren. Dat is een nadeel, want witte individuen vallen meer op en zijn daarom een makkelijker doelwit voor roofdieren dan de van oorsprong donkere dieren. Maar voor de mens was de witte kleur een groot voordeel, want hij kon zijn gedomesticeerde dier veel makkelijker terugvinden. Misschien ligt daarin wel een verklaring voor het feit dat veel van onze landbouwhuisdieren in de regel veel lichter van kleur zijn dan hun wilde voorouders.

Een kleurmutatie doet zich namelijk niet zo heel vaak voor. Dus mogelijk heeft de mens in het verre verleden verwante dieren met witte vlekken gepaard om meer nakomelingen met witte aftekeningen te krijgen. En dat geldt niet alleen voor varkens, maar ook voor kippen en enkele paardenrassen. Ook de meeste moderne runderrassen in de westerse wereld hebben witte aftekeningen. De mens heeft eigenlijk – zonder het zelf te weten – de door Darwin geopperde selectiewijze ‘survival of the fittest’ ingezet om dieren te fokken die aan zijn eisen voldeden.

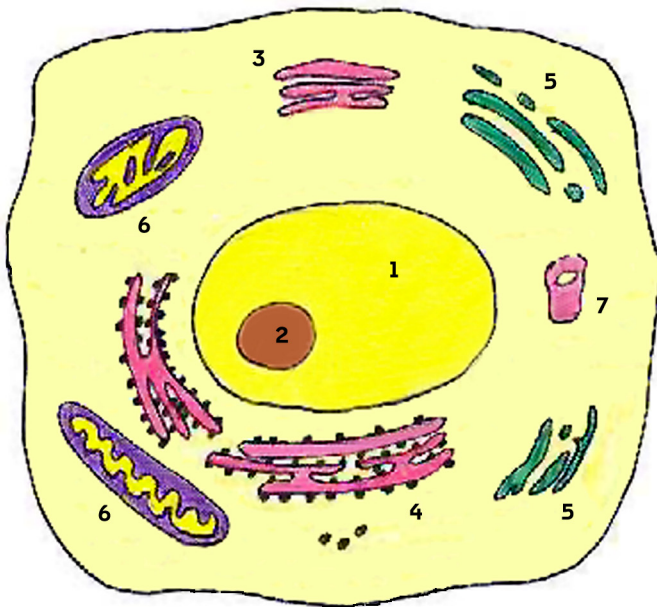
Bouw van lichaamscellen

Het lichaam van mensen en dieren is opgebouwd uit een groot aantal cellen, die in onderlinge samenhang de vorm van het lichaam bepalen en de verschillende functies uitvoeren. Zo is het menselijk lichaam opgebouwd uit ongeveer 10^{14} cellen. De cellen van mens en dier zijn van ongeveer gelijke grootte. Bij dieren is het aantal lichaamscellen niet zo nauwkeurig bepaald, maar naar rato van hun lichaamsgewicht hebben dieren een groter of kleiner aantal cellen.

Het verband en de samenwerking tussen alle lichaamscellen maakt dat dieren en mensen hun uiterlijk hebben en kunnen functioneren. De cellen in de verschillende organen verschillen sterk van elkaar, maar beschikken over dezelfde celcomponenten voor het uitvoeren van hun taken. Bovendien hebben alle verschillende celtypes verschillende taken. Een spiercel kan samentrekken, een bindweefselcel heeft tot taak alle gespecialiseerde orgaancellen bijeen te houden, etc.

Lichaamscellen zijn ingewikkelde structuren, die veel componenten bevatten. Ze hebben verschillende programma's van de genen aangeschakeld (in actie) en produceren dus verschillende soorten eiwitten en verrichten verschillende werkzaamheden

Elke lichaamscel is omgeven door een membraan, de celwand, waarin vloeistof (cytoplasma) en alle organellen zijn opgesloten. De cellen zijn door middel van gespecialiseerde eiwitten in de celwand aan elkaar bevestigd. Deze oppervlakte-eiwitten zijn specifiek voor de organen. Als bijvoorbeeld een losgeraakte uiercel in de lever terecht komt, dan kan de uiercel met de eiwitten in haar celmembraan geen aansluiting vinden bij de levercellen. De losgeraakte uiercel gaat dan ook te gronde, omdat een cel voor haar voeding en zuurstofvoorziening afhankelijk is van contact met naburige cellen. Alleen witte en rode bloedcellen hebben andere oppervlakte-eiwitten, waardoor ze in staat zijn vrijelijk door het lichaam te circuleren: rode alleen in het vaatstelsel, witte bloedcellen zwerven door het hele lichaam.



CELCOMPONENTEN = CELORGANELLEN	EIGENSCHAPPEN / KENMERKEN	FUNCTIE
KERN (1)	BOLVORMIGE STRUCTUUR, WAAR BINNEN DE NUCLEOLUS (2) DE CHROMOSOMEN EN DE ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN (DNA) ZIJN GELEGEN	INSTRUCTIES VAN DNA OVERSCHRIJVEN OP RNA, DAT VANUIT DE KERN NAAR DE CEL GAAT
GLAD ENDOPLASMATISCH RETICULUM (GER) (3)	NETWERK VAN MEMBRANEN	TRANSPORT EIWITTEN NAAR GOLGI-APPARAAT PRODUCTIE VETTEN (LIPIDEN) EN FOSFOLIPIDEN
RUW ENDOPLASMATISCH RETICULUM (RER) (4)	NETWERK VAN MEMBRANEN, WAAROP RIBOSOMEN (COMPLEX VAN EIWITTEN EN RNA) ZIJN GELEGEN	ALS VORIGE; RIBOSOMEN ZORGEN VOOR AANMAAK VAN ALLE EIWITTEN, ENZYMEN ETC. DIE VOOR HET FUNCTIONEREN VAN DE CEL EN HET LICHAAM NODIG ZIJN
GOLGI-APPARAAT (5)	MEMBRAAMSISTEEM	OPSLAG EN OMBDOUW VAN EIWITTEN EN ANDERE STOFFEN GEPRODUCEERD DOOR HET ENDOPLASMATISCH RETICULUM
MITOCHONDRIËN (6)	KLEINE ZELFSTANDIGE EENHEDEN BINNEN DE CEL OMGEVEN DOOR EEN MEMBRAAM ; BEVATTEN EIGEN DNA EN EIGEN RIBOSOMEN	OMZETTEN VAN VOEDINGSCOMPONENTEN IN ENERGIE ONDER VORMING VAN WATER EN KOOLZUUR
LYSOSOOM (7)	BLAASJE OMGEVEN DOOR EEN MEMBRAAM	AFBRAAK VAN EIWITTEN (EN ANDERE STOFFEN); AMINOZUREN GEREED MAKEN VOOR HERGEBRUIK; AFVALSTOFFEN BEWERKEN VOOR UITSCHIEDING
CYTOSKELET	EIWITDRADEN	GEVEN STEVIGHEID AAN CELLEN
CENTRIOOL	MEMBRAAMLOZE CILINDERVORMIGE STRUCTUREN	ROL BIJ HET VERDELEN VAN DE CHROMOSOMEN BIJ DE CELDELING; ROL BIJ AFBRAAK TRILHAREN

In de cellen zijn diverse structuren te onderscheiden, die alle een bepaalde functie uitvoeren. Deze structuren noemen we organellen, een verkleinwoord voor organen. Zoals het lichaam is opgebouwd uit verschillende organen met verschillende functies, zijn er binnen de cellen verschillende structuren die elk een of meer specifieke functies hebben (zie tabel). En aangezien de verschillende lichaamscellen verschillende taken hebben, hebben ook alle cellen bepaalde specifieke taken. Enkele uiercellen zijn bijvoorbeeld gespecialiseerd in de productie en afgifte van melkeiwit. Levercellen daarentegen hebben een veelheid aan taken bij de verwerking van voedingsstoffen, die na vertering vanuit de darm door het bloed naar de lever zijn getransporteerd. Bovendien zijn deze functies niet uitwisselbaar tussen de verschillende celsoorten onderling.

Cellen zijn zelfstandige eenheden, die in sterke onderlinge samenhang alle lichaamsfuncties uitvoeren. Uit het langsstromende bloed nemen alle cellen zuurstof op en verder bloedsuiker of vluchtige vetzuren voor de energievoorziening, aminozuren voor de opbouw van eiwitten en zelfs complete eiwitten afkomstig uit andere lichaamscellen (bijvoorbeeld hormonen). Al deze stoffen komen de cel binnen door een actief opnameproces.

Alle cellen bevatten het volledige pakket aan celorganellen. In de verschillende soorten cellen zijn verschillende delen van het repertoire van het dna (desoxyribonucleïnezuur, de chemische drager van de erfelijke informatie) in de kern aangeschakeld. Op de aangeschakelde stukken dna wordt rna (ribonucleïnezuur) gevormd, dat vanuit de celkern als boodschapper naar het cytoplasma gaat en de diverse organellen van de cel opdrachten geeft.

Bijvoorbeeld het aanmaken van eiwitten uit aminozuren in de ribosomen voor gebruik in de cel zelf of voor export naar andere delen van het lichaam.

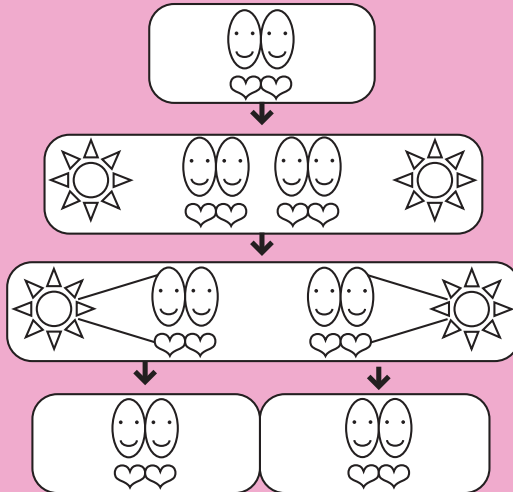
In de longen neemt een dier zuurstof op die vervolgens via de bloedbaan naar alle delen van het lichaam wordt getransporteerd. Vanuit de darm neemt het bloedsuiker of vluchtige vetzuren (alleen herkauwers) op, die via de bloedbaan eveneens naar alle delen van het lichaam worden getransporteerd. Bloedsuiker wordt in de mitochondriën met zuurstof omgezet in energie met als restproducten kooldioxide en water. Deze stoffen verlaten de cel en worden via de bloedbaan naar respectievelijk de longen en de nieren getransporteerd en daar afgevoerd. De energie voor de cellen en dus voor het hele lichaam wordt uitsluitend in de mitochondriën gegenereerd.

Iedere celkern beschikt over een dubbel aantal chromosomen: één chromosoom van het paar komt van de moeder, de ander van de vader. Delen van de chromosomen bevatten de code voor het verrichten van alle taken die in het lichaam moeten worden uitgevoerd: dat zijn de genen. In de cellen van de diverse organen zijn verschillende genen actief (aangeschakeld), hoewel iedere cel in het dna wel beschikt over het volledig genetisch repertoire. Alléén die genen, die voor de functie van de cel noodzakelijk zijn, zijn actief en maken rna,

het boodschappermolecuul dat vanuit de kern naar andere celorganellen gaat voor het overbrengen van opdrachten voor het uitvoeren van bepaalde taken.

Bij het voorbereiden van een celdeling verdubbelt de cel alle chromosomen. Na de verdubbeling trekken de centriolen de chromosomen uiteen naar beide uiteinden van de cel, zodat zich aan iedere kant van de cel hetzelfde aantal en soort chromosomen bevindt. Daarna gaat de cel zich splitsen in twee identieke dochtercellen, die dan weer over hetzelfde aantal chromosomen beschikken als de oorspronkelijke cel. De celorganellen worden verdeeld over beide dochtercellen. Deze celdeling wordt mitose genoemd. Na de splitsing gaan de dochtercellen groeien en worden even groot als de oorspronkelijke cel. Tijdens deze groei vermeerdert iedere dochtercel haar celorganellen, zodat ook deze weer even talrijk zijn als in de oorspronkelijke cel.

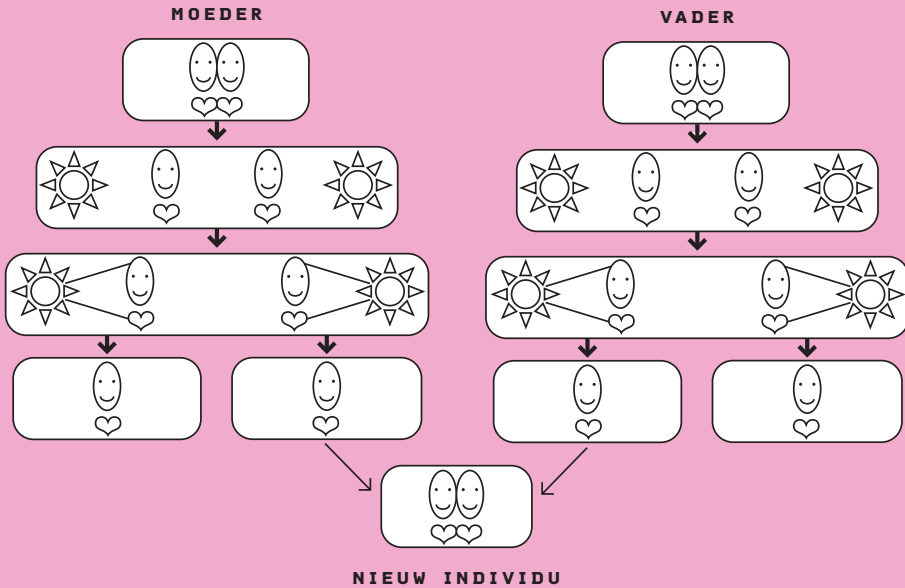
In de navolgende voorbeelden is het aantal chromosomenparen voor de overzichtelijkheid beperkt tot twee.



Bij een normale celdeling (mitose) blijft het aantal chromosomen in de dochtercellen gelijk. Bij de vorming van eicellen en zaadcellen krijgen deze voortplantingscellen slechts de helft van de chromosomen. Bij de verdeling van de chromosomenparen kan ook uitwisseling van delen van de chromosomen plaatsvinden, dus ook van genen of delen van genen. Ieder chromosoom krijgt op die wijze een strikt individuele samenstelling, een methode van de natuur om de genetische variatie zo groot mogelijk te maken. Bij de bevruchting voegen de chromosomen van eicel en zaadcel zich samen in de kern. De bevruchte eicel beschikt dus weer over een dubbel stel ($2n$) vrijwel identieke chromosomen: één van de vader en één van de moeder. Van beide ouders heeft een individu dus de helft van zijn eigenschappen. Alle dieren hebben een verschillend aantal chromosomen (zie de tabel op pagina 46).

Bij de vorming van de voortplantingscellen (meiose) verdubbelt de cel niet eerst de chromosomen. De chromosomenparen worden daarentegen uiteengetrokken en verdeeld over beide dochtercellen. De geslachtscellen beschikken dus over een enkel stel chromosomen.

Vervolgens versmelten de geslachtscellen van vader (zaadcel) en moeder (eicel) en ontstaat er een cel, waarin weer het oorspronkelijke aantal chromosomen aanwezig is. Eén chromosoom van elk paar komt van de moeder, één van de vader.



In de bevruchte eicel is hetzelfde aantal chromosomen aanwezig als in de cellen van het moederdier en het vaderdier. In die chromosomen zijn alle genen aanwezig en ook aangeschakeld voor het vormen van een nieuw individu. Naarmate de groei van de eicel vordert, treedt specialisatie van de cellen op en worden genen, die voor de uitvoering van de taak van die celsoort niet nodig zijn, uitgeschakeld. Alleen in de vroegembryonale fase zijn alle genen aangeschakeld. Na specialisatie van de cellen blijven niet noodzakelijke genen definitief uitgeschakeld. Een uiercel kan dan ook nooit meer een spiercel worden.

4 | **Bevruchting: ontstaan van een nieuw individu**

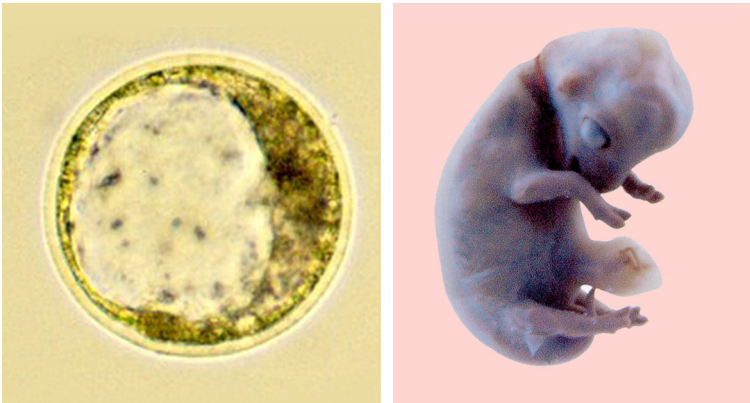
De bevruchting, dat wil zeggen de samensmelting van een eicel en een zaadcel, vindt plaats in de eileider. Dat is een klein buisje tussen eierstok en baarmoeder. Een zaadcel hecht zich daar, na een lange trektocht door de baarmoeder en eileider, aan de buitenzijde van een eicel. Nadat er één zaadcel door de wand van de eicel is gedrongen, ondergaat die wand een verandering: hij wordt ondoordringbaar voor andere zaadcellen. Slechts één zaadcel brengt dus de bevruchting tot stand. De chromosomen van de zaadcel en de eicel versmelten en vormen de basis voor een nieuw individu.

Bij de vorming van voortplantingscellen (zaadcellen en eicellen) krijgen deze de helft van het aantal chromosomen dat in normale lichaamscellen aanwezig is. Voortplantingscellen zijn haploïd. Dit komt door de bijzondere celdeling, de meiose, die alleen in de testikels en in de eierstok optreedt. De bevruchte eicel heeft dus weer precies zoveel chromosomen als de lichaamscellen van de ouders. De helft komt van de moeder, de andere helft van de vader. De bevruchte eicel is dus diploïd. Het aantal chromosomen verschilt per diersoort.

DIERSOORT	AANTAL CHROMOSOMENPAREN
MENS	23
RUND	30
PAARD	32
PRZEWALSKI PAARD	33
EZEL	31
HOND	36
KAT	19
GEIT	30
SCHAAP	27

HET AANTAL CHROMOSOMENPAREN BIJ ENKELE DIERSOORTEN

De eerste celdelingen vinden plaats in de eileider. De delende eicel gaat naar de baarmoeder en hecht zich aan de baarmoederwand. Na een groot aantal celdelingen worden de contouren van het embryo zichtbaar. Het is opmerkelijk hoeveel de embryo's van verschillende diersoorten in het begin op elkaar lijken. Zo ontwikkelen zich in de eerste fase ook bij zoogdieren kieuwen, die echter snel weer verdwijnen. Voor veel biologen is dit een van de bewijzen, dat de evolutie is uitgegaan van één soort, waaruit in de vele miljoenen jaren daarna een enorme variëteit aan diersoorten is ontstaan. Maar gaandeweg de groei van het embryo worden de verschillen duidelijk. Het embryo ondergaat voortdurend veranderingen, doordat sommige delen groeien en delen die al waren aangelegd worden afgebroken.

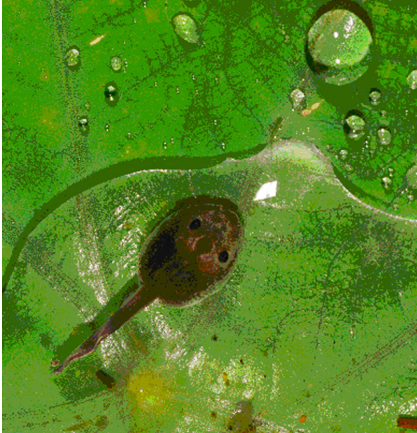


NA DE EERSTE CELDELINGEN LIJKEN ALLE EMBRYO'S VAN ALLE DIERSOORTEN ZEER STERK OP ELKAAR. PAS LATER TIJDENS DE DRACHT ONTSTAAN VERSCHILLEN TUSSEN DE DIERSOORTEN

In beginsel ontwikkelt zich bij ieder individueel embryo, zowel mannelijk als vrouwelijk, op de buikwand een heel pakket melkklieren. Dit pakket reikt vanaf de voorpoten (oksel) tot vlak voor de achterpoten (liezen). Bij varken, hond en kat blijft dat zo. Deze dieren hebben melkklieren over de hele buikzijde tussen de voorpoten en de achterpoten. Bij paard, geit, schaap en rund ontwikkelen zich alleen de pakketten melkklieren bij de achterpoten. Bij de mens blijft alleen aan iedere zijde één pakket over tussen de armen (voorpoten). De overige melkklierpakketten gaan over tot apoptosise en verdwijnen. Dat moet ook om de vereiste structuur van het nieuwe dier te vormen.

Apoptosis

Iedereen kent kikkervisjes, kleine bolletjes met een staart, ook wel dikkopjes genoemd. Na enkele weken ontwikkelen die dikkopjes achterpoten en daarna voorpoten. Als dat proces is voltooid begint de staart te krimpen. Niet alleen visueel, omdat het diertje groter wordt, maar de staart krimpt echt en verdwijnt ten slotte helemaal. Een volgroeide kikker heeft geen staart.



KIKKERVISJES HEBBEN EEN STAART, POTEN ONTBREKEN. GEDURENDE HUN ONTWIKKELING TOT KIKKER ONDERGAAN ZE EEN VOLLEDIGE VERANDERING: ZE VERLIEZEN HUN STAART EN KRIJGEN POTEN

De cellen die de staart vormden hebben in een bepaalde fase van de ontwikkeling de opdracht gekregen af te sterven. Dit voorgeprogrammeerd mechanisme, waarbij cellen afsterven ten behoeve van de ontwikkeling van het volledige individu noemen we apoptosis, celzelfmoord. Continu krijgen bepaalde cellen een signaal: nu is jullie bijdrage genoeg geweest. Daarna treedt het ingebouwde mechanisme in werking, hetgeen tot de dood van de cel leidt.

Apoptosis is van vitaal belang voor een gezond leven. Het gebeurt dagelijks bij elk levend wezen, ook bij volwassen individuen. Neem bijvoorbeeld de gespecialiseerde cellen van de huid.

In de diepere lagen van de huid worden de zogenaamde keratinocyten gevormd. Deze verplaatsen zich door de huidcellagen naar de oppervlakte en gaan geprogrammeerd dood. Het lichaam geeft ze een signaal te sterven: apoptosis. Vlak voor ze dood gaan, vullen deze cellen zich met een eiwit, keratine. Dit eiwit, opgesloten in de dode cellen, vormt op het oppervlak van de huid een waterafstotende, niet doordringbare beschermende laag. Deze beschermt dieren en ook mensen tegen vocht en velerlei andere invloeden uit de omgeving. Kiemen uit de omgeving kunnen weliswaar de huid koloniseren, maar kunnen niet door de keratinelag dringen.

De buitenlaag van de huid slijt en de dode cellen vallen af. Ze worden onmiddellijk vervangen door nieuwe keratinocyten die op hun beurt weer keratine vormen en geprogrammeerd dood gingen. Dit geeft eens te meer duidelijk aan, dat een gezonde huid van binnenuit komt.

Ook andere organen zijn uitsluitend in staat hun functie te vervullen na geprogrammeerde celdood. Bijvoorbeeld de lens van het oog. De cellen van de ooglens hebben zich, voordat ze dood gingen, gevuld met het eiwit kristalline.

Deze dode cellen laten onbelemmerd het licht door, zodat lichtstralen het netvlies aan de binnenkant van het oog kunnen bereiken. Hetzelfde geldt voor het hoornvlies. Ook die cellen sterven en vormen een stevige laag lichtdoorlatende cellen met hetzelfde effect als bij de lens: het licht kan onbelemmerd het netvlies bereiken.

Alle cellen in het dierlijk en menselijk lichaam hebben het signaal apoptosis ingebouwd gekregen. Nadat ze hun taak naar behoren hebben vervuld sterven ze dus af. Witte bloedcellen breken de dode cellen af en transporteren de inhoud naar andere cellen voor hergebruik elders.

In zeer zeldzame gevallen ontbreekt het signaal om tot apoptosis over te gaan. De eiwitten (onder andere p53), die het signaal voor apoptosis moeten geven, ontbreken of werken niet naar behoren. De betreffende cel gaat niet dood, maar blijft zich delen. De nakomelingen van deze cel missen eveneens die eiwitten. Er ontstaat een klomp cellen die zich van de omgeving niets aan trekt. We noemen dit kanker. Kankercellen missen dus de eigenschap zichzelf te gronde te richten en ontaarden in grote gezwellen die levensbedreigend kunnen worden. Ze zijn ontstaan uit lichaamseigen cellen, hebben hetzelfde oppervlak als de cellen waaruit ze zijn ontstaan en worden zeker in de beginfase niet herkend door het afweersysteem. Ze kunnen dus onbeperkt doorgroeien met alle gevolgen van dien.

Geboorte

Na een periode van dracht, waarvan de lengte voor alle dieren verschillend is, en na veel celdelingen en apoptosis is het jong volgroeid en klaar voor een zelfstandig leven. De geboorte begint als het jong een signaal geeft dat het volgroeid is. Dat gebeurt door de productie van het bijnierschors hormoon cortisol. Dit hormoon zorgt ervoor dat de cellen van de longen worden bekleed met een laagje slijm, dat het tegen elkaar plakken van de longblaasjes voorkomt. Het is van levensbelang dat de longblaasjes opengaan, anders kan de lucht de longen niet in. Op het moment dat de cortisolspiegel in het nog niet geboren jong een zeker niveau heeft bereikt, komt het cortisolhormoon ook in de bloedsomloop van het moederdier. Dit heeft tot gevolg dat er hormonale veranderingen plaatsvinden in de moeder. De productie van het drachtigheidshormoon progesteron stopt en het niveau van andere hormonen (oestrogeen en oxytocine) in het bloed stijgt.

Deze hormonen stimuleren de baarmoeder te gaan samentrekken. Tijdens de geboorte drijven de samentrekkingen van vooral de baarmoeder, ondersteund door het persen van de buikspieren (buikpers) het jong naar buiten. Als de buikspieren de uitdrijving van het jong ondersteunen wordt ook het middenrif aangespannen en wordt de borstkas strak gehouden. Tijdens de buikpers kan het moederdier dus niet ademen.

Voor het ter wereld brengen van het jong of de jongen zoekt het drachtige vrouwtje een rustige plaats. En die geboorte gebeurt bij alle dieren anders. Bij een normale geboorte komt bij een hond, kat en varken eerst de kop van het jong naar buiten. De voorpoten liggen langs het lichaam naar achteren. De moeder blijft gedurende de hele bevalling liggen. Als een jong geboren is buigt de moeder zich er naar toe om het droog te likken.

Bij een paard, schaap, geit en koe komen bij een normale geboorte eerst de voorpoten van het jong naar buiten. De kop – bij een paard het hoofd – ligt op de voorpoten (voorbenen). In de vrije natuur ziet men vaak dat het moederdier als het voorstel van het jong buiten de schede is, gaat staan. Het jong valt door de zwaartekracht op de grond.

In ongeveer 10% van de geboortes komen eerst de achterpoten naar buiten. Er is sprake van een stuitligging en dat is gevaarlijk. Het jong begint te ademen op het moment dat de bloedvaten in de navelstreng worden afgeklemd. Bij een normale geboorte met de kop naar voren is de kop dan al buiten de vulva in de buitenlucht. Bij een stuitgeboorte echter niet. Daardoor ontstaat het risico dat het jong begint te ademen en bij zijn de eerste ademtocht vruchtwater in zijn longen krijgt, met alle nadelige gevolgen van dien.



BIJ DE GEBORTE VAN
RUNDEREN EN PAARDEN
KOMEN EERST DE VOORPOTEN
EN DE KOP BUITEN HET
MOEDERLICHAAM

Runderen leven van nature in half bebost terrein waarin ze zich kunnen schuil houden. Een hoogdrachtige koe zondert zich vlak voor de geboorte af van de kudde, waarbij de koe er voor zorgt dat het contact niet geheel verloren gaat. Op een stille plek brengt de koe haar kalf ter wereld.

Het kalf gaat binnen een uur na de geboorte staan, nadat het helemaal is droog gelikt door de koe. Direct na de geboorte zijn de natte haren tegen de huid geplakt en geven ze nauwelijks bescherming tegen weersinvloeden. Het vruchtwater dat in de haren van het kalf zit wordt door het likken verwijderd en de droge haren krijgen de beschermende functie tegen kou. Drooglikken van de jongen doen trouwens alle moederdieren.

Het zorgvuldig drooglikken door de moederkoe direct na de geboorte is niet alleen essentieel voor een goede bescherming tegen weersomstandigheden, het stimuleert tevens de bloedsomloop van het kalf.

Reeds na enige uren staat het kalf stevig op zijn poten. Na één of twee dagen voegt de moederkoe zich met haar kalf weer bij de kudde.

Paarden zijn van origine vlaktedieren en overleven dankzij hun vermogen om snel te vluchten. Er bestaat een groot verschil tussen veulens aan de ene kant en kalveren en lammeren (van schaap en geit) aan de andere kant. En dat is het verschil in pootlengte. Lijken kalf en lam wat betreft de verhoudingen van hun lichaamsvormen een kleine uitgave van hun moeder, een veulen heeft extreem lange benen in verhouding tot zijn lichaam.



OM ZIJN MOEDER TE KUNNEN BIJHOUDEN BIJ EEN SNELLE
VLUCHT BESCHIKT HET VEULEN OVER BENEN DIE BIJNA NET
ZO LANG ZIJN ALS DIE VAN ZIJN MOEDER

Even terzijde: dat we bij een paard van hoofd en benen spreken komt voort uit een oude militaire traditie: eerbied voor paard en ruiter (officier) en minder voor het voetvolk. Soldaten, die hadden koppen en poten.

De benen van een veulen zijn bijna net zo lang als de benen van de merrie. Het lijf is erg klein. Maar door die lange benen is het veulen al vanaf de eerste dag van zijn leven in staat zijn moeder te volgen, zelfs in volle galop. Veulens die niet in staat zijn hun moeder binnen één dag in volle galop te volgen, vallen ten prooi aan roofdieren en zullen zich dus ook niet voortplanten. Dat is een vorm van natuurlijke selectie.

Honden, katten en varkens (in het wild) maken een nest waarin de jongen gedurende de eerste levensweken een veilig onderkomen vinden. Deze jongen zijn nestblijvers. Ze zijn erg onbeholpen.

Een zeug zondert zich af van de rotte (groep) en graaft een ondiepe kuil onder struikgewas of laaghangende takken. Ook brengt ze wat plantaardig materiaal in die kuil als bekleding en zachte ondergrond voor de biggetjes. Die kunnen kort na de geboorte wel trillend lopen, maar absoluut niet snel. In het nest verblijven de jonge biggetjes, bedekt met plantenmateriaal, veilig en dicht tegen het warme lichaam van moeder.

De biggen verlaten het nest de eerste weken niet en gaan daarna altijd samen met hun moeder op zoek naar de rotte waartoe de moeder behoort. Tegen die tijd kunnen de biggen vlot lopen, maar nog lang niet zo snel als hun moeder. Ze blijven voor bescherming aangewezen op hun moeder. Een zeug met jonge biggen beschermt ze fanatiek. In deze periode vallen zeugen bedreigers dan ook aan. De meest gevaarlijke dieren zijn altijd moeders met jongen.



JONGE KATJES ZIJN DE EERSTE ACHT DAGEN VAN HUN LEVEN
BLIND EN GEHEEL EN AL AFHANKELIJK VAN HUN MOEDER

Jonge honden en vooral jonge katten zijn erg hulpbehoevend. Ook zij worden fanatiek beschermd door hun moeder. De jongen worden geboren in een door de moeder zorgvuldig uitgekozen hol in de grond, dat is aangekleed met wat plantenmateriaal. Jonge katjes zijn gedurende de eerste negen dagen blind. Hun oogleden zijn nog vergroeid, waardoor ze hun ogen niet kunnen openen. Ze zijn niet in staat te lopen. Jonge honden zijn eveneens slechtziend en leven voornamelijk op de tast in het nest. Hun bewegingen zijn ook erg onbeholpen.

De moeder likt enige keren per dag de buikjes van de jongen, die door die stimulatie beginnen te urineren of ontlasting produceren. De moeder likt alles zorgvuldig weg om bevuilen van het nest te voorkomen. Pas enkele weken na de geboorte komen de jongen voorzichtig buiten het hol, maar blijven wel in de onmiddellijke nabijheid. Gaandeweg worden ze brutaler en ondernemender en gaan ze grotere tochtjes in de buurt van hun nest maken, maar altijd onder het toezien oog van hun moeder.

In geval van onraad vluchten ze direct het hol in. Vindt de moeder het hol niet langer veilig, bijvoorbeeld omdat andere dieren zich te dicht bij het hol bevinden, dan zoekt ze een nieuw hol en verplaatst de jongen daarheen. Ze pakt de jongen daartoe een voor een in hun nekvel en draagt ze in haar bek naar hun nieuwe verblijfplaats..

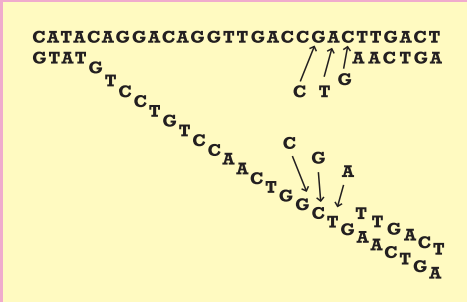
Als jonge katjes of hondjes in hun nekvel worden gepakt, dan trekken ze hun poten in en rollen zich min of meer op. Dat is een reflex die lang in het leven van een kat behouden blijft, maar bij honden verdwijnt. Bij andere huisdieren komt die reflex niet voor.

Kippen broeden in drie weken hun eieren uit op een door de kip zorgvuldig gekozen plaats. Gedurende de broedperiode verlaat de kip het nest bijna nooit, maar blijft nagenoeg continue op haar eieren zitten. De kuikens blijven de eerste dag onder de broedse, warme kip om op te drogen. Eten hoeven ze de eerste levensdag niet, want daarvoor is nog een deel van de eidooier (het voedsel tijdens de groei in het ei) aanwezig. Als de kuikens droog zijn verlaat de kip haar nest en gaat met de kuikens scharrelen om voedsel voor zichzelf en de kuikens te zoeken. Omdat kuikens vanaf het moment dat ze uit het ei zijn gekropen vlot en snel kunnen lopen, moeten ze vanaf het moment dat de kip het nest verlaat zelf hun kostje bijeen scharrelen. De kloek haalt geen voedsel voor de kuikens, maar toont hen wel waar wat te eten is. Dagelijks slapen de kuikens onder het warme lijf van moeder. Een haan trekt zich van zijn nakomelingen niets aan.

Mutatie

Chromosomen bestaan uit twee spiraalsgewijs om elkaar gewonden strengen dna. Het dna bestaat uit een lange serie aan elkaar gekoppelde moleculen, de nucleotiden. Er bestaan vier verschillende nucleotiden: cytosine (C), guanine (G), tyrosine (T) en adenosine (A). De menselijke cel bevat 3,3 miljard nucleotiden. Van onze huisdieren zijn dergelijke gegevens nog niet nauwkeurig in kaart gebracht.

Delen van de chromosomen bevatten de informatie voor de groei en het functioneren van een individu: de genen. Een gen bestaat uit enige honderden tot duizenden nucleotiden. De informatie in de genen wordt vanuit de celkern door boodschappermoleculen (rna), die ook zijn opgebouwd uit nucleotiden, overgedragen naar de ribosomen in de cel. Daar worden de gegevens in de rna-moleculen 'vertaald' in de vorming van eiwitten. Drie nucleotiden vormen een opdracht.



Bij de celdeling splitsen de twee strengen dna die een chromosoom vormen. Op ieder van de strengen wordt een nieuwe streng gevormd. Tegenover cytosine (C) komt een guanine (G), tegenover een tyrosine (T) komt een adenosine (A). Bij enkele diersoorten is van een beperkt aantal individuen het hele genoom vastgelegd. Dit betekent, dat van die individuen de hele volgorde van de nucleotiden (dna-moleculen) op alle chromosomen bekend is. Dat wil nog niet zeggen, dat dan ook alle genen bekend zijn. In het dna van ieder individu is naast het dna dat de genen vormt ook een grote hoeveelheid dna (90% of meer van de dna-strengen) aanwezig, waarvan we de functie niet kennen. We noemen dat junk-dna (rommel-dna). Het is dan ook moeilijk exact te bepalen welke stukken dna van belang zijn voor de aansturing van de cellen en dus van het hele individu, en welke stukken dna misschien als ballast kunnen worden beschouwd. Verder zijn in de gespecialiseerde cellen niet alle genen actief (aangeschakeld). Een uiercel bijvoorbeeld heeft een andere functie dan een levercel. Daarom zijn dan ook hele stukken van de genetische informatie uitgeschakeld. Alleen de informatie voor de specifieke taak van de betreffende cel is aangeschakeld. Iedere cel gebruikt dus maar een klein deel van de in de kern opgeslagen genetische informatie. Deze specialisatie in de cellen is onomkeerbaar.

Soms maakt de natuur fouten bij het vermenigvuldigingsproces van een chromosoom en wordt een verkeerd nucleotide ingevoegd. Het kan ook gebeuren dat er een wordt weggelaten of extra ingevoegd. Dit heeft gevolgen voor de genetische informatie die in het chromosoom is vastgelegd. In enkele gevallen worden grote stukken van verschillende nucleotiden ingevoegd. Het invoegen van een verkeerd nucleotide, bijvoorbeeld een adenosine (A) in plaats van een tyrosine (T), en het wegvallen of extra invoegen daarvan noemen we puntmutaties, single nucleotide polymorphism (snp). Als er een grotere lengte nucleotiden wordt ingevoegd spreken we van simple sequence length polymorphisms (sslp's)



Ook bij de vorming van voortplantingscellen (ei- en zaadcellen) kunnen foutjes worden gemaakt. Daarnaast kunnen de dna-strengen van de vader en de moeder vóór de splitsing onderling stukken van de streng uitwisselen. Zo kunnen geheel nieuwe volgordes van de dna-strengen ontstaan.

Een nieuw individu met een gewijzigde dna-structuur kan anders zijn dan zijn ouders. Is de verandering bezwaarlijk voor een levensvatbare functie, dan sterft dat individu en de nieuwe dna-volgorde verdwijnt. Soms echter brengt de nieuwe dna-volgorde een individu met andere kenmerken dan in die soort aanwezig waren. We noemen dat een mutatie. Zo is de witte huidskleur van varkens en waarschijnlijk ook van paarden ontstaan.

5 | Hoe heeft de mens de voortplanting gestuurd?

Reeds lang geleden heeft de mens technieken ontwikkeld om zoveel mogelijk nakomelingen te krijgen van de beste ouderdieren. Het was vanaf het begin duidelijk, dat een mannetje veel meer nakomelingen kon verwekken dan een vrouwtje. In het Westen is de fokkerij dan ook in hoofdzaak gebaseerd op selectie van de beste mannelijke dieren. In vroeger tijden ging een boer met zijn stier naar de bedrijven waar koeien bronstig (tochtig) waren en gedekt moesten worden. En de beerhouder ging met zijn beer naar de bedrijven met bronstige (berige) zeugen. Verder is het niet eens zo heel lang geleden, dat paardenfokkers de hengstenhouder langs lieten komen met zijn hengst om de bronstige (hengstige) merries te dekken.



IN VROEGER TIJDEN GING EEN STIERENHOUDER (BULLOPER) MET ZIJN STIER HET DORP ROND OM TOCHTIGE KOEIEEN TE DEKKEN

Deze werkwijze was echter niet zonder risico's. Als namelijk één van de vrouwelijke dieren een geslachtsinfectie had, dan werd het mannetje ook geïnfecteerd. En die bracht op zijn beurt de infectie over op alle vrouwtjes die hij daarna ter dekking aangeboden kreeg. Het waren met name de dekinfecties, seksueel overdraagbare aandoeningen (SOA's) bij koeien, die de aanzet hebben gegeven tot de introductie van kunstmatige inseminatie (ki) in Nederland.

Kunstmatige inseminatie

Ki is de methode, waarbij men sperma inbrengt in het geslachtsapparaat van een vrouwtje. Sperma vangen gebeurt door een mannetje te laten ejaculeren in een kunstschede. Na behandeling in een laboratorium brengt een inseminator het sperma in bij een bronstig vrouwelijk dier. Er is geen contact meer nodig tussen de beide geslachten.

Het ki-principe is eigenlijk al heel oud. Het verhaal gaat dat er ver voor onze jaartelling een Arabier was die een nakomeling wilde van een hele goede hengst van een concurrent. Stiekem stopte hij een stukje spons in de schede van een van de hengstige merries van die concurrent. Na dekking door de betreffende hengst haalde hij het sponsje eruit en kneep het leeg in de schede van een van zijn eigen merries.

De eerste beschreven vorm van ki stamt uit de tweede helft van de 18e eeuw. Een Italiaanse onderzoeker bracht sperma van een reu in de schede van een loopse teef. Negen weken later werden pups geboren.

Toch duurt het nog tot het begin van de twintigste eeuw voordat ki systematisch en op grotere schaal wordt toegepast. Het is de Rus Ivanov geweest die een betrouwbare methode voor ki heeft ontwikkeld. Hij paste die in eerste instantie toe bij paarden. Daarvan waren er indertijd veel nodig, omdat paarden het enige middel van vervoer en transport waren. Vooral het leger had veel interesse in ki, omdat het uitermate lastig was om met hengsten alle hengstige merries te bezoeken, vooral tijdens een veldtocht. Zo is bij de paarden van het Russische leger dat in de Eerste Wereldoorlog tegen de Duitse legers vocht, volop ki toegepast. Ivanov heeft zijn methode later verder ontwikkeld en met veel succes ook toegepast bij runderen en schapen.



EEN STIER SPRINGT OP EEN KUNSTKOE (DUMMY), DIE HET SILHOUET HEEFT VAN EEN KOE. STIEREN WORDEN SEKSUEEL GEPRIKKELD DOOR HET MODEL DAT ZE VOOR ZICH ZIEN

Ki in Nederland

In Nederland is het dierenarts Siebenga die in 1934 voor het eerst ki bij runderen toepast. De resultaten zijn goed, maar het duurt nog tot na de Tweede Wereldoorlog, voordat er algemene interesse ontstaat in ki als methode om dekinfecties te voorkomen. Tegenwoordig worden bijna alle koeien via ki bevrucht. En dat geldt ook voor nagenoeg alle varkens en de meeste sportpaarden.

Stieren voor ki worden in gesloten groepen gehouden en mogen nooit in contact komen met koeien. Alleen op die wijze is er de garantie dat ze veilig sperma produceren, dat geen ziektekiemen bevat die een geslachtsziekte of een andere infectie bij een koe kunnen veroorzaken. Veilig sperma is sperma van een stier die een maand na de productie van het sperma nog kerngezond is. De eisen voor de gezondheidsstatus van de spermaproducerende stieren zijn dan ook zeer hoog en worden door de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit (nVWA), een overheidsinstantie zorgvuldig bewaakt.

In de varkenshouderij ontstond de belangstelling voor ki in de jaren '50 van de vorige eeuw. De reden was het voorkomen van de verspreiding van infectieziekten. Door het vrije contact tussen de beren en de zeugen werden namelijk allerlei besmettelijke ziekten overgebracht en verspreid over vele bedrijven in de regio. Seksueel overdraagbare aandoeningen hebben in mindere mate een rol gespeeld bij de introductie van ki bij varkens.



OOK HENGSTEN SPRINGEN OP EEN DUMMY

Aan het eind van de vorige eeuw, in de jaren '80, dook in Nederland een seksueel overdraagbare aandoening op bij paarden: contagious equine metritis (kortweg CEM). Die infectie was aanleiding voor de massale introductie van ki bij paarden. Een methode, die weliswaar goed en betrouwbaar is, maar toch niet door alle

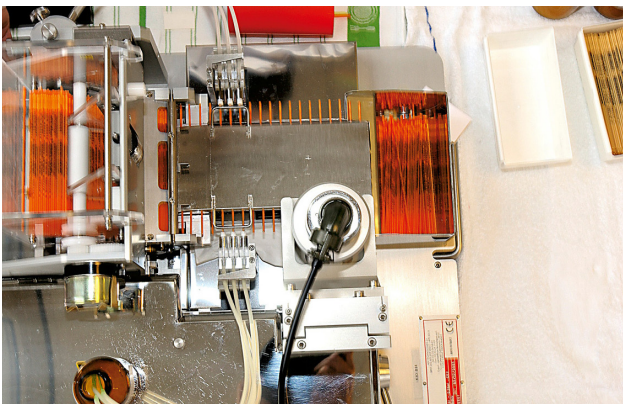
paardenstamboeken is geaccepteerd. Daarom worden Arabieren en Engelse volbloeds nog steeds alleen in het stamboek opgenomen als ze het resultaat zijn van een natuurlijke dekking.

Ook bij pluimvee wordt ki toegepast, met name bij kalkoenen. Kalkoenhannen zijn door gerichte fokkerij op vleesproductie namelijk zo zwaar geworden – tot 30 kg en soms meer – dat ze aanzienlijk meer wegen dan de hennen. Een natuurlijke dekking zou een kalkoenhannen dan ook niet overleven, het arme dier zou geplet worden. Van voortplanting via natuurlijke dekking kan dan ook geen sprake meer zijn. Voor de fokkerij van slachtkalkoenen is ki dus zonder meer een uitkomst. Koeien, varkens en paarden worden per bronst éénmaal geïnsemineerd. Bij pluimvee gebeurt dat eens per week en alleen bij hennen die broedeieren moeten leggen. Die produceren vervolgens iedere dag een bevrucht ei.

Invriezen van sperma

Kon men in de beginjaren het gewonnen sperma slechts enkele dagen gebruiken, tegenwoordig is sperma heel lang houdbaar door het in te vriezen en nog jaren later te gebruiken. Na toevoeging van glycerol om het water te onttrekken aan de spermacellen en koeling vriest men sperma in met vloeibare stikstof tot een temperatuur van 196 graden Celsius onder nul. Bovendien maakt de techniek van het invriezen het mogelijk sperma te transporteren over de hele wereld en waar dan ook koeien drachtig te maken. Commercieel zeer interessant, hetgeen nog eens extra de noodzaak aantoont van het volledig ziektevrij houden van de sperma producerende stieren.

Water onttrekken is een noodzakelijke behandeling. Bij invriezen zet water namelijk uit, waardoor het volume van een spermacel toeneemt en de wand barst. De spermacel is dood en er kan nooit meer een bevruchting mee tot stand worden gebracht. Daarom onttrekt men met glycerol eerst water aan de spermacel, waardoor het volume afneemt, terwijl de celwand onveranderd blijft. Als er voldoende water is onttrokken aan de spermacel, dan kan bij invriezen de inhoud uitzetten zonder dat de celwand beschadigt.



SPERMA WORDT IN HET LABORATORIUM BEHANDELD. MEN VOEGT AAN RUNDERSPERMA VLOEISTOFFEN TOE OM BESCHADIGING BIJ INVRIEZEN TE VOORKOMEN EN 'VERPAKT' HET IN RIETJES VAN 0,25 CC MET EEN VULMACHINE (VAN BOVEN GEZIEN)

Proefstieren

Door de toepassing van kunstmatige inseminatie is het mogelijk van enkele goede vaderdieren heel veel nakomelingen te verwekken. De aandacht van de fokkers gaat dus uit naar de mannelijke dieren, omdat de gegevens van de vele nakomelingen het mogelijk maken met behulp van computerprogramma's de beste vaderdieren voor de volgende generatie te selecteren. Bij de selectie van stieren voor de fokkerij van melkkoeien, gaat dat als volgt in zijn werk. Een jonge stier (proefstier) produceert op een leeftijd van één jaar, als hij net geslachtsrijp is, een hoeveelheid sperma waarmee een groot aantal koeien wordt geïnsemineerd. De daaruit geboren vrouwelijke dieren geven, nadat ze zelf een kalf ter wereld hebben gebracht, melk. Die melkproductie vergelijkt men met de productie van de gemiddelde populatie. Als de dochters van de proefstier beter presteren dan gemiddeld wordt de proefstier gepromoveerd tot fokstier. De stier is dan ongeveer vijf jaar oud.

Hierbij past nog wel een opmerking. De celmachinerie die alle taken bij de eerste celdelingen en de groei van de bevruchte eicel moet uitvoeren, met name de energieleverende delen van de cel – de mitochondriën – komen uitsluitend van de moeder (zie pagina 37). Maar koeien brengen slechts een handvol nakomelingen voort. In ieder geval te weinig om voldoende gegevens te krijgen voor het maken van prognoses over de vererving. Daarom kijkt men in de fokkerij hoofdzakelijk naar de fokwaarde van de vaders. De prestaties van de moeders is en blijft een zaak voor de individuele veehouder.



HET RUND IS HET EERSTE DIER WAARBIJ
KI SYSTEMATISCH IS TOEGEPAST

Spermascheiding

Het is sinds het begin van de 21e eeuw mogelijk bij runderen spermacellen te scheiden in cellen die een vrouwelijke nakomeling opleveren en cellen die een mannelijk individu geven. Deze scheiding is gebaseerd op het verschil in dna in spermacellen met X-chromosomen en die met Y-chromosomen. In het laboratorium kunnen deze verschillen zichtbaar worden gemaakt. Dat geeft veehouders het voordeel dat zij nu van te voren kunnen kiezen voor inseminatie met sperma dat een koekalf (vaarskalf) of een stierkalf zal opleveren.

Embryotransplantatie (ET)

Om van goede vrouwelijke dieren meer nakomelingen te krijgen heeft de wetenschap embryotransplantatie ontwikkeld. Een koe krijgt maximaal eens per jaar een kalf, een merrie eens per jaar een veulen. Soms is het wenselijk van goede moederkoeien of goede merries meer nakomelingen te krijgen. Door het betreffende dier te behandelen met hormonen komen er tijdens de geslachtscyclus vele eicellen tot rijping (soms wel twintig). Al die eicellen komen in de eileider en zijn beschikbaar voor bevruchting. Na een dergelijke behandeling wordt de koe geïnsemineerd met het sperma van de gewenste stier of de merrie met sperma van de gewenste hengst. Alle eicellen in de eileider worden bevrucht.

Koeien en merries zijn niet in staat een dergelijk groot aantal embryo's te laten volgroeien. De baarmoeder is gemaakt voor één jong. Soms komt een tweeling tot ontwikkeling en bij hoge uitzondering weleens een drieling. Daarom spoelt men de bevruchte eicellen (embryo's) uit de baarmoeder en brengt ze vervolgens in de baarmoeder van ontvangsterdieren (draagmoeders). De ontvangsterdieren moeten in goede gezondheid verkeren en fysiek in staat zijn een dracht te volbrengen. Men gebruikt hiervoor dieren waarvan de eigenaar geen nakomelingen wenst.

Ook de ontvangsterdieren zijn behandeld met hormonen om de baarmoeder en het hormonale systeem voor te bereiden op een dracht. De bevruchte embryo's komen dus in een omgeving waarin ze zich thuis voelen en groeien door. De embryo's maken contact met de baarmoederwand en de met hormoonbehandeling gesimuleerde dracht zet door alsof er een echte bevruchting van een eigen eicel heeft plaatsgevonden. Op deze wijze is het mogelijk van goede koeien en merries veel nakomelingen te verkrijgen.

Voor de individuele veehouder is embryotransplantatie van zijn topkoeien slechts twee jaar rendabel. Immers, in twee jaar tijd heeft de veehouder zoveel nakomelingen van de door hem gewenste afstamming, dat continueren van de methode niet meer zinvol is. Hij bezit dan een stal vol vee met de gewenste afstamming en door verder gewoon te insemineren met sperma van de door hem gekozen stieren kan hij het genetisch niveau van zijn veestapel op peil houden. Daarom wordt embryotransplantatie vooral toegepast voor het fokken van stieren met een goede afstamming.

In de paardenhouderij past men ET vaak toe bij in de sport goed presterende merries. Na het spoelen van de embryo's kan de merrie dan weer worden ingezet voor haar sportieve taken, terwijl minder waardevolle merries voor de groei en geboorte van de veulens zorgen.

Ovum pick up (OPU)

OPU is de techniek waarmee eicellen uit de eierstokken worden verzameld. De techniek kan zonder verdoving worden toegepast bij koeien, vaarzen en pinken, alsook bij paarden.

Bij het te behandelen dier wordt een ultrasone sonde in de schede gebracht. De monsternemer drukt de eierstokken via de endeldarm tegen de sonde. Met behulp van ultrasone geluidsgolven worden op een beeldscherm de contouren van de eierstokken weergegeven. In de eierstokken zijn kleine met vocht gevulde ruimtes – de zogeheten follikels – zichtbaar als donkere vlekken. In die follikels bevinden zich de eicellen. Follikels met een doorsnede van meer dan 2 mm worden door de schedewand met een dunne naald aangeprikt.

De monsternemer brengt de naald aan de hand van de beelden op het beeldscherm in de blaasjes, waarna hij de vloeistof met een vacuümpompje uit de blaasjes zuigt. De in deze vloeistof aanwezige eicellen worden verzameld en in het laboratorium verder behandeld (zie IVF). Deze techniek levert tien tot twintig eicellen per keer op.

Bij koeien kan men deze techniek ten minste tien weken lang twee keer per week toepassen zonder nadelige gevolgen voor het dier. In een experiment zijn gedurende tien weken twee keer per week een groot aantal dieren op deze wijze gepuncteerd. Na afloop werden de voor dit experiment gebruikte dieren zonder uitzondering tochtig binnen drie weken na laatste punctie. Zestig procent van de dieren werd vervolgens drachtig na inseminatie tijdens de eerste tochtigheid; de overige dieren werden drachtig tijdens een van de twee daarop volgende periodes van tochtigheid. Na slachting werd bij geen van de voor dit experiment gebruikte dieren weefselverandering aangetroffen.

De OPU-techniek kan dus ongestraft worden toegepast bij alle dieren die groot genoeg zijn om de sonde in de schede te kunnen brengen en rectaal onderzoek toelaten. Ook bij drachtige dieren kunnen eicellen worden verzameld. De ingreep heeft geen nadelige gevolgen voor moederdier en vrucht. Toepassing van de OPU-techniek maakt het dus mogelijk vele nakomelingen van goede koeien te fokken, terwijl de moederdieren in hun normale voortplantingsritme blijven.

In het buitenland wordt deze techniek ook toegepast bij kleinere, nog jongere dieren. Deze kalveren moeten hiervoor echter een buikoperatie ondergaan. Dat is de reden waarom men in Nederland deze techniek alleen toepast bij grotere, oudere dieren.

In vitro fertilisatie (IVF)

Bij in vitro fertilisatie worden in het laboratorium een eicel en zaadcellen in een reageerbuis samengebracht. Van de vele zaadcellen in de reageerbuis weet slechts één door te dringen in de eicel. Want net als bij bevruchting van een eicel in de eileider verandert de wand van de eicel nadat er zich een zaadcel aan heeft gehecht: hij wordt ondoordringbaar voor andere zaadcellen.

Nadat de bevruchting tot stand is gekomen, kweekt men in het laboratorium de bevruchte eicel verder op tot zich vijf á zes celdelingen hebben voltrokken. De nieuwe vrucht telt dan 64 tot 128 cellen. Dit embryo wordt ingeplant in de baarmoeder van een ontvangsterdier, dat op dezelfde wijze is voorbereid als de ontvangsterdieren voor ET.

ICSI

Een geheel nieuwe techniek is het injecteren van spermacellen in eicellen. De term ICSI staat voor intracellular sperm injection. Hierbij neemt men in het laboratorium één spermacel in een naaldje en injecteert deze rechtstreeks in de eicel.

Deze techniek is alleen van belang voor mannelijke dieren, waarvan de spermacellen niet in staat zijn de eicel te bereiken en te bevruchten. Daarom wordt deze techniek in de veehouderij alleen maar toegepast voor zeer waardevolle fokstieren, die door een ziekte geen goed sperma meer kunnen leveren en waarvan men toch nog enkele mannelijke nakomelingen wil hebben. Bij de mens wordt deze methode wel toegepast bij mannen met niet beweeglijk sperma.

Klonen

Onder klonen of kloneren verstaan we ongeslachtelijk voortplanten. Bij de geslachtelijke voortplanting komt de erfelijke informatie van de mannelijke en de vrouwelijke kant bijeen om de eerste cel van een nieuw individu te vormen. Bij kloneren vermenigvuldigt zich de cel van een individu zonder vermenging met genen van andere individuen. Het schaap Dolly is hiervan een wereldwijd bekend voorbeeld: een schaap gevormd uit de uiercel van zijn moeder. Overigens is klonen niks nieuws. Nagenoeg op iedere vensterbank staat wel een kloon, een plant die door stekken is verkregen. En de aardappels die we dagelijks eten zijn klonen van andere aardappels (het pootgoed). Maar door wat er bereikt is bij zoogdieren heeft het kloneren weer de volledige aandacht. De eerste stap met Dolly maakt het in beginsel mogelijk ook mensen te kloneren. In hoeverre gekloneerde mensen ook identiek zijn aan degenen van wie de celkern afkomstig is, staat nog te bezien. Weliswaar is het genetisch patroon gelijk aan dat van de donor, maar na de geboorte vinden nog allerlei gebeurtenissen plaats die de karaktereigenschappen van het nieuwe individu mede bepalen. En een volledig gelijke opvoeding met dezelfde gebeurtenissen is onmogelijk. In moderne terminologie: de hardware is gelijk, de software kan verschillen.

Om een kloon van een zoogdier te maken gaat men als volgt te werk. Men isoleert een celkern van het te kloneren individu. Deze kern moet uit een ongedifferentieerde cel – een zogeheten stamcel – afkomstig zijn, omdat vanuit die kern een nieuw individu met alle weefsels moet worden gevormd. Gespecialiseerde cellen, de gedifferentieerde cellen, zijn hiervoor niet geschikt, want die kunnen niet meer alle genen aanschakelen die nodig zijn voor een nieuw individu. Dus men gaat voor kloneren uit van cellen van een heel jong embryo of van stamcellen. Een derde mogelijkheid is dat men de kern van een lichaamscel opnieuw programmeert om een ongeprogrammeerde celkern te vormen.

Dit laatste is gedaan bij het kloneren van het schaap Dolly. De onderzoekers hebben uit het weefsel van de uier van de moeder een celkern genomen en die door middel van elektrische stroomstootjes opnieuw geprogrammeerd, waardoor de celkern zich weer ging gedragen als een stamcel. Deze opnieuw geprogrammeerde celkern is ingebracht in een lege eicel (de oorspronkelijke kern was daaruit verwijderd), die zich in het laboratorium ontwikkelde als een normaal bevruchte eicel.

Er waren vele pogingen nodig, maar uiteindelijk is Dolly geboren, genoemd naar de bekende zangeres die behalve met haar stem ook met haar boezem aandacht trok. De oorspronkelijke celkern was immers afkomstig van het uier van Dolly's moederoot.

Genetische manipulatie

Bij genetische manipulatie voegt men stukken erfelijk materiaal van een individu in het genetisch materiaal van een ander individu. Een voorbeeld daarvan is de stier Herman. Wetenschappers hebben het menselijk gen voor het enzym lactoferine geïsoleerd, een enzym dat in het darmkanaal de weerstand tegen ongewenste binnendringers verhoogt. Deze keten dna uit menselijke cellen is geplakt in een van de chromosomen van een in het laboratorium bevruchte eicel van een koe. Deze eicel met het menselijk gen voor lactoferine is in een draagmoeder uitgegroeid tot een kalf. Het kalf – Herman – had in zijn genen, behalve hetgeen hij van zijn ouders had meegekregen, als extra het menselijk gen voor lactoferine.

Fokkers van landbouwhuisdieren – runderen, varkens, paarden, schapen en geiten – en fokkers van honden en katten hebben nimmer gebruik gemaakt van deze techniek. Genetische manipulatie is in de fokkerij dan ook niet aan de orde. Het wordt uitsluitend toegepast voor wetenschappelijke experimenten en mogelijk voor de productie van geneesmiddelen. Zo heeft men het gen voor de aanmaak van glycosidase, een enzym dat nodig is voor de biochemische verwerking van de opgeslagen vorm van melksuiker, ingebracht in konijnen. Deze genetisch gemanipuleerde konijnen produceren melk met daarin het menselijke glycosidase, een uitmuntend geneesmiddel tegen de ziekte van Pompe, een dodelijke spierziekte bij de mens.

6 | Fokkerij: hoe de mens dieren omvormde

De mens heeft tijdens de domesticatie zijn huisdieren sterk geselecteerd op de voor hem nuttige eigenschappen. Sedert mensenheugenis proberen we deze eigenschappen zo goed mogelijk in de volgende generatie dieren te krijgen. Daarom selecteerden we koeien voor melkproductie, varkens voor vlees, schapen voor wol, geiten voor melk, kippen voor eieren, paarden voor trekkracht en transport, en honden voor jacht, bewaking en nog enkele andere taken. Vervolgens zijn dus die dieren, die deze gewenste eigenschappen het duidelijkst hadden, ingezet voor het fokken van de volgende generatie. En met zoveel succes, dat de mens zelfs richtlijnen ging opstellen hoe het ideale dier er uit moest gaan zien. De mens ging zijn huisdieren als het ware remodelleren.

Een goed voorbeeld van sterke en gerichte selectie is het rund. Was de melkproductie van een koe, een Bos taurus-koe dus, van nature voldoende om haar kalf in de eerste levensmaanden van voedsel te voorzien, bij de moderne melkkoe is de productie vele malen hoger dan voor de voeding van een kalf nodig is. De mens heeft steeds die koeien geselecteerd, die meer melk gaven dan de gemiddelde koe en daar bewust mee verder gefokt. En daarbij hebben we net als bij het varken en de kip de koeien ook nog geselecteerd op heldere kleuren, omdat die dieren voor de mens makkelijker in het veld te herkennen waren. Daardoor zijn de meeste koeienrassen lichter van kleur dan hun voorouders.

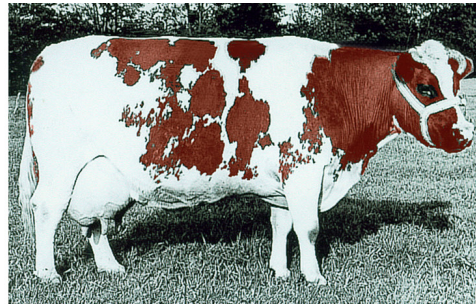
In de tweede helft van de 19e eeuw namen schepen die op Amerika voeren veelal koeien mee aan boord om verse melk voor de bemanning te hebben. Bij aankomst in Amerika werden de koeien verkocht aan veehouders aldaar. En die veehouders ontdekten, dat die zwartbonte koeien uit Nederland de meeste melk gaven. Het waren ook grote koeien met een kruishoogte van ruim 1.40 m, schonkig en met een grote buik. Ze hadden vaak scheve hoorns en grove koppen met een kromme hoofdlijn (zogenoemde ramshoofden). Kortom, het waren geen elegante koeien, maar wel heel goede melkproducenten.



DE MODELLEN VAN STIER EN KOE ZOALS DIE OP GROND VAN DE VOORSCHRIFTEN VAN AMERIKAANSE ZWARTBONTOFKOKERS ZIJN GEMAAKT

Stamboeken

Die Amerikaanse veehouders wilden meer van deze koeien, maar wisten niet van welke fokkers ze afkomstig waren. Het was alleen bekend dat het Nederlandse schepen waren die deze goede zwartbonte melkkoeien aanvoerden. Om veekopers uit Amerika de weg te wijzen naar goede koeien, werden in Nederland stamboeken opgericht. Zo ontstond in 1874 het Nederlandse Rundvee Stamboek (NRS) en in 1879 het Friesch Rundvee Stamboek (FRS). In deze stamboeken werden afstamming en productie van de koeien vastgelegd en tevens van welke bedrijven ze afkomstig waren. Met de oprichting van deze stamboeken kreeg de tot dan toe zeer lokaal georiënteerde fokkerij een meer landelijk karakter.



DE TRADITIONELE ZWARTBONTE KOE UIT 1950 EN DE MRIJ-KOE UIT DEZELFDE TIJD LIJKEN IN VEEL OPZICHTEN OP DE MODELLEN UIT 1922: RONDE VORMEN

In 1922 heeft de vereniging van fokkers van zwartbonte melkkoeien in de Verenigde Staten richtlijnen opgesteld hoe het ideale zwartbonte rund er uit moest zien. Vervolgens heeft men een Japanse kunstenaar op basis van deze richtlijnen modellen laten maken van de ideale koe en stier, zogeheten true types. Afgietsels van beide beelden werden daarna verspreid onder alle organisaties die betrokken waren bij de registratie en fokkerij van zwartbonte melkkoeien.

De Amerikaanse veefokkers waren ervan overtuigd, dat door hun keuze van ouderdieren uiteindelijk de ideale koe kon worden gefokt. Zij toonden met hun fokdoel een staaltje menselijke arrogantie: wij kunnen dieren vormen naar ons model, naar onze wens. Dat is uiteindelijk maar ten dele gelukt, en dan ook nog in Nederland. Want nadat ook Nederlandse fokkers de ideeën van de Amerikanen overnamen, ontstonden er in het midden van de 20e eeuw Friese koeien, die min of meer voldeden aan het ideale model. Het probleem met deze koeien was echter, dat ze klein waren en veel minder melk gaven dan de zwartbonte koeien in de Verenigde Staten. Hieruit blijkt dus dat de mens wel in staat is door een gerichte keuze van ouderdieren een koe te fokken naar een ideaal model, maar dat we de combinatie van het ideale model én de gewenste melkproductie (nog) niet voor elkaar hebben gekregen.

Vanaf de jaren '60 van de vorige eeuw hebben Nederlandse veefokkers weer dieren uit de Verenigde Staten geïmporteerd om de melkproductie van de Nederlandse zwartbonten te verbeteren. Want de Amerikaanse veehouders hadden uitsluitend geselecteerd op het vermogen om melk te produceren, en zich weinig aangetrokken van de voorschriften omtrent het model. Er kwamen weer schonkige, grote koeien met ramshoofden naar Nederland. Maar wel koeien die 40 liter melk of meer per dag produceerden. We kregen als het ware onze eigen koeien terug, die we aan het eind van de 18e eeuw – hoofdzakelijk uit Noord-Holland – hadden geëxporteerd. Het fokdoel dat was opgesteld door de vereniging van Amerikaanse fokkers was dus wel bereikt, maar de wens van de veehouders om meer melk te produceren had uiteindelijk toch de doorslag gegeven.

Fokkerijprestaties

Hoewel het fokken van koeien met het gewenste uiterlijk en een hoge melkproductie niet tot succes heeft geleid, heeft de mens toch enorm veel bereikt met de fokkerij. We hebben koeien die meer dan 40 liter melk per dag geven, onze varkens groeien sneller en leveren grote hammen en karbonades van goede kwaliteit, en onze kippen leggen 330 eieren per jaar. En wat te zeggen van de veelheid aan honden-, paarden- en kattenrassen.



DE MODERNE NEDERLANDSE MELKKOEIEN HEBBEN VEEL SCHERPERE VORMEN EN LIJKEN STERK OP ELKAAR. EIGENLIJK IS ALLEEN NOG DE KLEUR VAN DE HUID VERSCHILLEND

Toch hebben al die fokkerij-inspanningen niets toegevoegd aan de eigenschappen van de oorspronkelijke dieren, de voorouders van onze (landbouw)huisdieren. Hooguit zijn de van nature aanwezige eigenschappen versterkt. Maar er zijn wel eigenschappen van de oorspronkelijke voorouder verloren gegaan. Hoe heeft de mens dat nu voor elkaar gekregen?

In het begin alleen door de keuze van de ouderdieren, die de nieuwe generatie moest voortbrengen. Daarbij werden de dieren uitsluitend op grond van hun eigen uiterlijk en hun eigen productie-eigenschappen geselecteerd voor de fokkerij. Later ging men de productie-eigenschappen van de nakomelingen vastleggen en werden die dieren voor de fokkerij geselecteerd, die

nakomelingen kregen met betere productie-eigenschappen dan gemiddeld het geval was bij die diersoort.

Mannetjes voor meer nakomelingen

De mens had al vroeg in de gaten dat mannetjes per jaar meer nakomelingen kunnen verwekken dan vrouwtjes. De fokkerij is dan ook geconcentreerd op de mannelijke dieren. De mannelijke dieren worden heel streng geselecteerd en daarna ingezet voor het verwekken van veel nakomelingen. Met als enig doel zoveel mogelijk dieren te fokken die voldoen aan de wensen van de mens. Selectie van dieren met de vereiste eigenschappen leidt vaak tot keuze voor verwante dieren. Paring van verwante dieren – inteelt dus – leidt sneller tot een groep dieren met de vereiste kenmerken. Keerzijde is dat er af en toe ook mismakke dieren worden geboren. Inteelt zal dus ongetwijfeld in het verre verleden een rol hebben gespeeld, maar doet dat ook nu nog.

In de moderne fokkerij nemen vaderdieren dus een zeer belangrijke plaats in. Computers maken het tegenwoordig mogelijk op basis van de productie-eigenschappen van de nakomelingen allerlei kengetallen te berekenen en op grond daarvan te selecteren. Bij melkkoeien en varkens is dat een heel goed ontwikkelde methode. Op grond van de productie-eigenschappen van de nakomelingen, zoals de melkgift van de dochters van een stier en de vlees/vet-verhouding bij alle nakomelingen van een beer, selecteren de fokkers hun stieren en beren voor de fokkerij. Bij andere huisdieren zoals paard, hond en kat zijn nog steeds de prestaties en/of het uiterlijk van de ouderdieren zelf van doorslaggevend belang bij de selectie voor de fokkerij.

Merrie belangrijker dan hengst

De focus van de fokkers is niet altijd bij alle diersoorten uitsluitend gericht geweest op de selectie van mannelijke dieren. Bij sommige paardenrassen is er geselecteerd op uitsluitend de vrouwelijke lijnen. Een voorbeeld daarvan is het Arabisch paard. Het verhaal gaat dat Mohammed, de profeet, na een zware tocht met zijn volgelingen de paarden liet afzadelen. Alle paarden waren dorstig en galoppeerden direct naar de waterbron. Mohammed floot naar de paarden toen ze in volle galop op weg waren naar het water. Vijf merries reageerden, draaiden zich om en kwamen ondanks hun dorst direct terug naar hun meester. Dat zijn de stammoeders van de vijf types van het Arabisch paard, dat uitsluitend is gefokt via moederlijnen. Overigens melden sommige bronnen dat er niet vijf, maar zeven of zelfs negen merries terugkwamen.

De vader moest een paard zijn van hetzelfde soort, maar welke vader dat was vond men niet belangrijk. Deze benadering gold voor alle paarden die in het gebied rond de Middellandse Zee zijn gefokt door bedoeïenenstammen. Zij legden alleen de nadruk op de moederlijn. Toch hebben het Arabisch paard en andere paardenrassen van rond de Middellandse Zee zich ontwikkeld tot de meest geharde paarden die we kennen. Zij worden ook beschouwd als de

voorouders van vrijwel alle moderne paardenrassen. Het Engels volbloed bijvoorbeeld zou nooit tot het snelle en goede paard met groot uithoudingsvermogen zijn uitgegroeid zonder de inbreng van drie overbekende hengsten uit het Midden-Oosten: de Goldophin Barb, de Byerly Turk en Darley Arabian.



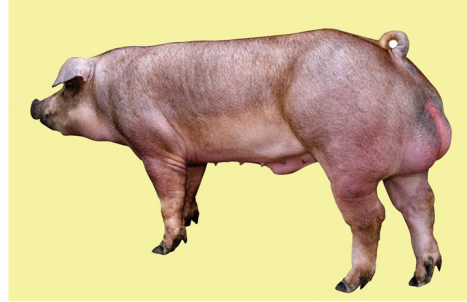
HET VOLBLOED ARABISCH PAARD: STAMVADER VAN VELE PAARDENRASSEN VOOR DE SPORT. IN HET VERLEDEN WAS DE FOKKERIJ GEBASEERD OP MOEDERLIJNEN

De billen van het varken

Het varken stamt af van het wilde zwijn. De evers en in iets mindere mate de zeugen hebben een model, waarbij de schouder hoger is dan het bekken ter hoogte van de heupen. Ons moderne vleesvarken heeft een model, waarbij de ruglijn ongeveer horizontaal is en mooie ronde billen. En als je een verticale lijn trekt direct achter de schouder, dan ligt bij het wilde zwijn – de voorvader – 60 tot 70% van het lichaamsgewicht vóór die lijn en slechts 30 tot 40% erachter. Bij het moderne varken is die verhouding precies omgekeerd: 30% van het lichaamsgewicht ligt vóór die verticale lijn en 70% erachter.

De mens heeft het varken geselecteerd op het groeivermogen van het achterstel. We wilden veel vlees van het varken en hebben daarom die dieren geselecteerd, waarbij de spieren van de achterhand, de billen, zwaarder werden dan bij de oorspronkelijke varkens. En dat hebben we gedaan zonder de genen te kennen die van invloed zijn op de verandering van de lichaamsvorm. Dus uitsluitend door selectie op uiterlijk.

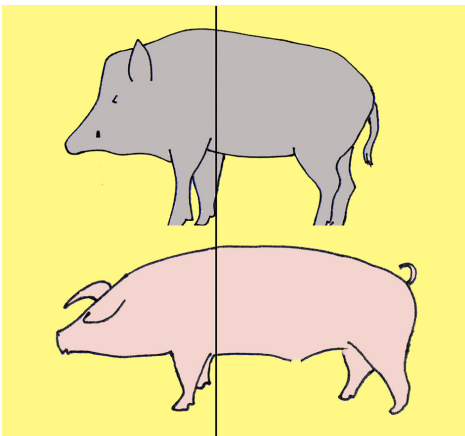
Hoewel het moderne varken veel zwaarder gespierd is dan zijn wilde voorvader heeft het sterk aan atletisch vermogen ingeboet. Een wild zwijn kan rennend een snelheid van 50 kilometer per uur bereiken, het huidige varken haalt nog amper 20 km per uur. Een beetje getraind mens kan een rennend varken dus makkelijk bijhouden.



DE VOORVADER VAN ONS HUIDIGE VARKEN EN ZIJN VERRE NAZAAT

Selectie maakt dommer

Het is van oudsher bekend dat het varken een zeer intelligent huisdier is, misschien wel het meest intelligente. Intelligentie wordt gemeten door waar te nemen hoeveel kunstjes een dier kan leren en hoe snel. Varkens versloegen daarin honden. Maar hoe is het met die intelligentie gesteld nu wij mensen eenduidig hebben geselecteerd op vleesvorming? We zouden met de moderne varkens eens tests moeten doen om te zien hoe het nu met hun leervermogen gesteld is en dat vergelijken met het leervermogen van hun voorouders. Heeft de selectie op vleesvorming een negatief effect gehad op het leervermogen van het varken? Kortom, spieren (vlees) in plaats van hersenen? Dat is vrijwel zeker: het hersenvolume bij varkens is nog slechts 75% van het volume bij het wilde zwijn. Dus het varken heeft een kwart van zijn hersenvolume verloren in het selectieproces en vele kilo's hammen en karbonades erbij gekregen.

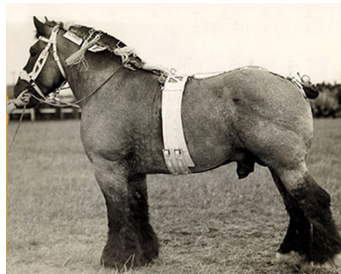
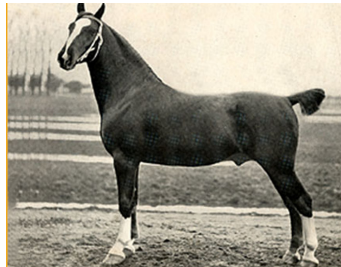


DE GROTE VERSCHILLEN TUSSEN HET WILDE ZWIJN EN ONS HUIDIGE VARKEN. EEN VERTICALE LIJN ACHTER DE SCHOUDER VERDEELT HET WILDE ZWIJN IN TWEE DELEN: VÓÓR DE LIJN ZIT 60 TOT 70% VAN ZIJN LICHAAMSGEWICHT. BIJ ONS HUIDIGE VARKEN ZIT DAAR SLECHTS 30% VAN HET LICHAAMSGEWICHT

Uit de vele opgravingen die zijn beschreven blijkt, dat de mens al heel vroeg in het domesticatieproces het paard heeft gebruikt om lasten te dragen, om te trekken en om te berijden. Paarden maakten het mogelijk snel grote afstanden te overbruggen met medeneming van grote hoeveelheden bagage. Hoewel onze teeltkeuze grote variatie in types (rassen) paarden heeft opgeleverd, is de mens er door de fokkerij toch niet in geslaagd het loopvermogen te vergroten. Onze renpaarden lopen niet of nauwelijks sneller dan hun wilde verwanten, de zebra en de onager, een soort wilde ezel (zie ook de tabel op pagina 96). Vergelijking met hun directe voorouders is helaas niet mogelijk, omdat die zijn uitgestorven. Wel hebben we paarden gefokt, die veel zwaardere lasten kunnen trekken of dragen dan hun voorouders.



HET PRZEWALSKIPAARD (LINKS) EN HET KONIKPAARD (RECHTS) HEBBEN WAARSCHIJNLIJK HET MEESTE WEG VAN DE STAMVADER VAN ALLE PAARDENRASSEN

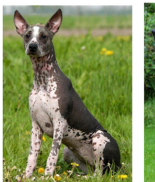
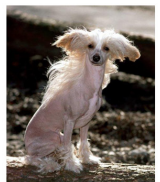


ENIGE NEDERLANDSE PAARDENRASSEN. MET DE KLOK MEE VANAF LINKSBOVEN: DE GRONINGER, DE GELDERLANDER, HET NEDERLANDS TREKPAARD EN DE FRIES



HET ENGELSE VOLBLOED (LINKS) EN DE SHIRE (RECHTS), TWE E EXTREME ENGELSE PAARDENRASSEN

Bij de huishonden is de variatie in vormen en rassen nog veel groter en allemaal gefokt uit de wolf. Slechts enkele rassen hebben nog het oorspronkelijke model van de wolf. Herdershonden en windhonden lijken wat dat betreft nog het meest op hun voorouder. Maar boxers, pekinezen en meer rassen met een sterk



DE WOLF MET AFSTAMMELINGEN. DE GROTE VARIATIE IN LICHAAMSVORMEN VAN HONDEN MAAKT HET ONBEGRIJPelijk DAT ALLE HONDENRASSEN VAN HEM AFSTAMMEN

verkorte schedel, jachthonden met hun hangende oren, teckels met hun korte pootjes en daardoor uitermate geschikt om dassenholen binnen te gaan, en vele andere rassen zijn heel veel veranderd ten opzichte van hun voorouders. Zoveel zelfs, dat het haast onbegrijpelijk is dat het om één en dezelfde soort (species) gaat.

Al met al hebben wij mensen dus geselecteerd in die richting die ons welgevallig of gunstig was. Wij zijn uitgegaan van de oorspronkelijke eigenschappen en hebben door selectie dieren gecreëerd, die het meest voldeden aan onze wensen. Daar is geen biotechniek aan te pas gekomen. Op het oog en op grond van de productiegegevens hebben wij geselecteerd en de ouderdieren voor de volgende generatie gekozen. Daardoor hebben wij de gewenste eigenschappen, die van origine aanwezig zijn geweest in de voorouders van onze huisdieren versterkt. Ook mutaties die de gewenste eigenschappen versterkten of in elk geval niet nadelig beïnvloedden zijn in stand gehouden. Mutaties die in de vrije natuur geen schijn van kans zouden hebben gehad.

Eenzijdig proces

De fokkerij is dus geconcentreerd op het verkrijgen van dieren met de door ons gewilde kenmerken, een zeer eenzijdig proces. Bij de selectie door de mens is dan ook niet veel aandacht besteed aan kenmerken die voor overleving in de vrije natuur onmisbaar waren. De mens was hoeder en houder van de dieren en heeft alleen die kenmerken in zijn beoordeling betrokken, die hij in de dieren wilde hebben.

We hebben koeien gefokt die veel meer melk geven dan in natuurlijke omstandigheden nodig is voor het voeden van het kalf. Een groot goed voor de mens dus, want we hebben zo ruim voldoende melk. Maar de grote uiers vormen in de vrije natuur een ernstige handicap als het dier zou moeten vluchten.. We hebben het varken zo geselecteerd, dat het de grootste hammen, de beste karbonades en biefstuk van de haas ontwikkelde. Maar dat is ten koste gegaan van het atletisch vermogen van die dieren.

We kunnen ook vaststellen, dat de gebruikskip sterk is geselecteerd op eierproductie en later ook op vleesproductie. Kippen legden van nature twee keer per jaar ongeveer 15 eieren, werden broeds en broedden hun eieren uit. Een moderne legkip produceert 330 eieren per jaar. De mens heeft sterk geselecteerd op kippen die veel eieren legden. En bij vleeskippen heeft de mens alleen oog gehad voor een snelle groei. Maar andere voor in de natuur levende kippen belangrijke eigenschappen werden niet in het selectieproces meegenomen. We hebben geen aandacht gehad voor de genen die een regelmatige rui bepalen. De moderne legkip laat aan het eind van de legperiode veel veren tegelijk vallen in plaats van veer voor veer. Ze loopt lange tijd zonder een deel van het in de vrije natuur benodigde verendek. Dergelijke kippen zouden in het wild geen lang leven beschoren zijn.



MODERNE LEGKIPPEN LOPEN IN HET RUISEIZOEN MET EEN KALE RUG, OMDAT ZE HEEL VEEL VEREN TEGELIJK LATEN VALLEN

Schape zijn geselecteerd op hun vermogen wol te vormen. Inmiddels zo'n zware vracht dat het de vlucht voor aanvallers belemmert. Melkgeiten hebben door hun grote uiers dezelfde problemen als melkkoeien.

We hebben paarden gefokt voor vele doeleinden. Maar deze dieren lijken meer op hun voorouders dan de hiervoor genoemde diersoorten. Hun voorouders leven echter niet meer. Dus deze bewering is niet echt te controleren. Het is aannemelijk dat vrijwel alle paardenrassen zich in de natuur kunnen handhaven. Honden zijn geselecteerd op een grote variatie aan eigenschappen, vele ervan alleen omdat de houder van de honden die leuk vond. Een Pekinees heeft in de vrije natuur geen enkele mogelijkheid een prooi te bemachtigen en te overleven. En zo hebben we nog veel meer types en rassen gefokt die heel erg ver weg staan van hun oorspronkelijke voorouder. Slechts enkele hondenrassen zouden nog zelfstandig prooien kunnen vangen en in het vrije veld overleven. De meeste kattenrassen daarentegen zouden zich nog wel kunnen handhaven zonder de zorg van de mens.

De mens heeft door selectie en fokkerij de van nature aanwezige gewenste eigenschappen versterkt, maar geen aandacht gegeven aan voor de mens minder belangrijke eigenschappen. We hebben als het ware nieuwe diersoorten toegevoegd, die echter sterk lijken op in het wild levende diersoorten. Bovendien passen we tegenwoordig biotechnisch onderzoek toe om ouderdieren voor de volgende generatie te selecteren. Dat geldt in hoofdzaak voor de landbouwnutsdieren, de melkkoel en het vleesvarken. Maar nog steeds maken de fokkers gebruik van de eigenschappen die van origine in die diersoort aanwezig waren. En dat selectie gepaard gaat met een versmalling van de erfelijke variatie – dat wil zeggen de variatie in de genen – is dan voor de hand liggend. De toegepaste methoden voegen overigens niets toe aan de van nature aanwezige eigenschappen.

Aangeboren afwijkingen

Bij de bevruchting komen de erfelijke eigenschappen, de chromosomen, van vader en moeder samen. Meestal is er van elk paar chromosomen slechts één actief, we noemen dat 'aangeschakeld'. Echter, in de chromosomen kunnen foutjes zitten. Gelukkig schakelt het nieuwe individu door nog niet begrepen mechanismen altijd het meest perfecte chromosoom aan. Zo kunnen kleine foutjes die ongetwijfeld in de chromosomen van vele individuele dieren zitten gemaskeerd worden. Sommige biologen gaan ervan uit dat de normale diploidie – het in paren voorkomen van chromosomen – een mechanisme van de natuur is om zoveel mogelijk stabiliteit voor de volgende generaties te borgen.

De chromosomen van het nieuwe individu kunnen een andere volgorde van de dna-nucleotiden (bouwstenen) hebben dan de oorspronkelijke. Ook is het mogelijk dat er een nucleotide ontbreekt of dat er één of meer nucleotiden zijn toegevoegd. Een dergelijke fout of afwijking kan ernstig zijn, maar ook mild van aard. Is de afwijking inderdaad ernstig, dan zal het nieuwe individu al sterven in de baarmoeder, nog voor het geboren kan worden. Het moederdier wordt opnieuw bronstig en het probleem is opgelost.

Gynaecologen hebben vastgesteld, dat bij 30% van de vrouwen die zwanger wilden worden geen zwangerschap ontstond, maar dat wel een verlenging van de menstruele cyclus optrad. Mogelijk is bij deze 30% wel sprake geweest van een beginnende zwangerschap, maar heeft de natuur deze beëindigd omdat er iets niet klopte met het nieuwe individu. Bij koeien kan een soortgelijk proces voorkomen, want na één bevruchting wordt maximaal tweederde van de gedekte koeien drachtig, de rest wordt opnieuw tochtig. Na de tweede dekking wordt weer tweederde van de dieren drachtig.

Varkens hebben een veel hoger drachtigheidspercentage: meer dan 90%. Ook honden en katten kennen dergelijk hoge drachtigheidspercentages. Bij varkens, honden en katten komen meerdere eicellen vrij, die vervolgens worden bevrucht. Als één embryo afwijkend is, komt het niet tot ontwikkeling. Eén jong minder dus, maar er ontstaat wel een normale dracht. De fout kan ook minder ernstig zijn, waardoor een jong met afwijkingen wordt geboren.

Ook later in de ontwikkeling van het embryo of de foetus kan een fout gemaakt worden bij de vermenigvuldiging van de cellen. Zo kan het signaal om buikspieren te vormen ontbreken of komt er een signaal om een extra grote navelopening te maken. In beide gevallen is het resultaat een gedrocht. Bij een jong individu zonder buikspieren wordt de spanning van de wel ontwikkelde rugspieren niet gecompenseerd door de spanning van de buikspieren. Door samentrekking van de rugspieren wordt het achterhoofd tegen het bekken getrokken. De buikorganen liggen los en worden niet omgeven door huid en buikspieren. Het ligt voor de hand dat een dergelijk individu – een schistosoma reflexum – niet levensvatbaar is. Een dergelijk veulen of kalf zal slechts zelden

geboren worden. In de vrije natuur heeft dit waarschijnlijk de dood van de moeder tot gevolg. Want hoe hard zij ook perst, het jong zal niet naar buiten komen, waardoor de moeder uitgeput raakt of geïnfecteerd en dus een makkelijke prooi is voor roofdieren.

Jonge biggetjes met die afwijking zouden wel geboren kunnen worden, maar leven dan slechts enkele minuten. En dat alles door een klein foutje in de vermenigvuldiging bij één van de eerste celdelingen.

Ook kan een cel gaan delen, die zich niet had moeten delen. Er ontstaat een dier met twee koppen, met twee staarten of iets dergelijks. Een dier met twee koppen heeft natuurlijk geen overlevingskans; een dier met twee staarten wel.

Zo bestaan er tal van afwijkingen die te maken hebben met een foutje in de vermenigvuldiging van de cellen en allemaal kunnen leiden tot de geboorte van een afwijkend jong. We zouden dit ook constructiefouten kunnen noemen.



SCHISTOSOMA REFLEXUM. DIT KALF HEEFT DE KOP TEGEN HET HEILIGBEEEN DOOR EEN STERKE KROMMING VAN DE RUG. DE BUIKWAND ONTBREEKT WAARDOOR DE DARMEN VRIJ UIT HET LICHAAM HANGEN. DEZE AFWIJING WORDT VEROORZAAKT DOORDAT DE BUIKSPIEREN NIET OF ONVOLDOENDE ZIJN AANGELEGD. HET IS GEEN ERFELIJKE AANDOENING

Een tweede reden voor de geboorte van afwijkende jongen is een infectie of intoxicatie tijdens de dracht. Ziektekiemen of gifstoffen passeren de baarmoederwand, al dan niet met ziekteverschijnselen bij de moeder, en infecteren of vergiftigen het nieuwe individu in wording. De genen worden in hun werking gestoord en er ontstaat een individu met afwijkingen. Bij runderen komt infectie met het bvd-virus (bovine virus diarrree) voor: het jonge kalf kan blind zijn bij de geboorte, of zelfs ernstige afwijkingen hebben van het zenuwstelsel, of veel te klein zijn. Dergelijke kalveren is geen lang leven beschoren. Bij de mens is een infectie met rode hond tijdens de zwangerschap een bekend voorbeeld. Daardoor kan de nieuwgeborene afwijkingen hebben aan de ogen of zelfs helemaal blind zijn. Het virus ontnemt de mogelijkheid om bepaalde essentiële cellen te vormen.



KALVEREN ZIJN NA INFECTIE MET HET BVD-VIRUS TIJDENS DE DRACHT VAAK ERG KLEIN EN WEGEN SLECHTS DE HELFT VAN HUN NORMALE GEWICHT. DE KALVEREN OP DE FOTO ZIJN ALLE EVEN OUD, MAAR HET KALF DAT DE INFECTIE HEEFT DOORGEMAAKT IS SLECHTS HALF ZO GROOT ALS HAAR LEEFTIJDGENOTEN

Het meest voorkomende effect van een infectie of intoxicatie tijdens de dracht is echter een vroeggeboorte, een abortus. En dat geldt voor alle diersoorten. De natuur heeft het zo geregeld dat de kans op de geboorte van een individu met afwijkingen zo klein mogelijk is.

Een derde oorzaak voor de geboorte van afwijkende jongen is een erfelijk bepaalde aandoening. Zowel vader als moeder brengen een afwijkend gen in, dat een erfelijke aandoening bij het jong veroorzaakt. Een voorbeeld hiervan is het bulldogkalf, een kalf met heel korte poten en een platte snuit zoals bij een Engelse bulldog.

Overerving

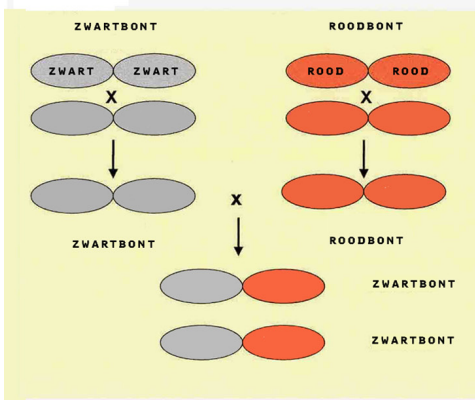
De genen in de chromosomen kunnen overheersend zijn, dominant. Dit wil zeggen, dat het dominante gen van de ene ouder het identieke gen van de andere ouder overheerst. Het zwakkere gen is recessief en komt alleen tot uiting als er geen dominant gen aanwezig is. Als er twee dominante genen aanwezig zijn, of twee recessieve, dan noemt men het betreffende individu homozygoot. Als van de ene ouder een dominant gen afkomstig is en van de andere ouder een recessief gen, dan is het individu heterozygoot.

Een voorbeeld daarvan is de huidskleur bij koeien. De kleur roodbont is recessief, de kleur zwartbont dominant. Dat wil zeggen, de genen voor de kleur zwartbont zijn superieur aan de genen die de kleur roodbont geven. Als een individu met een homozygote vader de eigenschap zwartbont krijgt en van de

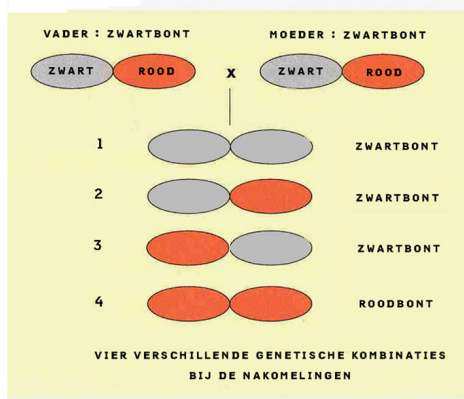
moeder de eigenschap roodbont, dan heeft het nieuwe individu de combinatie van genen voor zwartbont en roodbont. Maar het gen voor zwartbont is dominant. Het nieuwe individu zal daarom zwartbont zijn, ondanks dat in zijn genen zowel het zwartbonte als het roodbonte gen aanwezig is.

Als twee heterozygote individuen nakomelingen krijgen, kunnen diverse combinaties van dominante en recessieve genen ontstaan. Er worden nakomelingen geboren die alleen de dominante genen (zwartbont) hebben of alleen de recessieve genen (roodbont), en individuen met één dominant en één recessief gen. De verhouding tussen deze combinaties is 1:1:2. Toch zal driekwart van de nakomelingen zwartbont zijn.

HOMOZYGOOT



HETEROZYGOOT

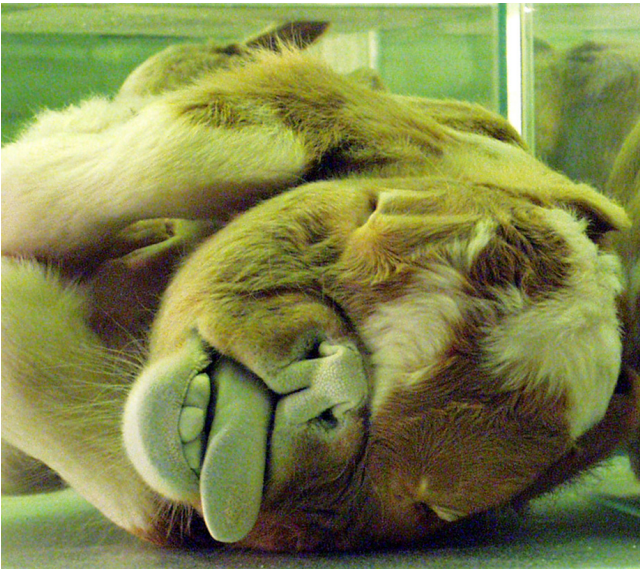


DE VACHTKLEUR BIJ KOEIEEN KAN ZWARTBONT OF ROOBBONT ZIJN. DE ERFELIJKE AANLEG VAN DE KLEUR ZWARTBONT IS DOMINANT, VAN DE KLEUR ROOBBONT RECESSIEF

Er bestaan ook recessief erfelijke gebreken bij dieren, die leiden tot de geboorte van afwijkende jongen. Voorbeelden daarvan bij de koe zijn het al eerder genoemde bulldogkalf met korte poten en een platte snuit, en monodactyli. Dit laatste is een afwijking bij de ondervoeten van een kalf, waardoor het kalf slechts één teen heeft in plaats van twee. Twee recessief erfelijke aandoeningen, die alleen tot uiting komen als het jonge individu het recessieve gen van zowel de vader als de moeder heeft gekregen. Veefokkers willen een dergelijke aandoening niet in de veestapel. Als er een kalf geboren wordt met een dergelijke recessieve aandoening, dan wordt het vaderdier uit de fokkerij genomen. De keus om alleen het mannelijke dier te elimineren is gebaseerd op het aantal nakomelingen. Een mannelijk dier dat wordt ingezet voor de fokkerij verwekt immers honderden of misschien wel duizenden nakomelingen, terwijl het aantal nakomelingen per vrouwelijk dier beperkt is. Foktechnisch is het daarom het beste om de ongewenste eigenschap via de mannelijke lijn te blokkeren.



MONODACTYLI (ÉÉNTENIGHEID) BIJ KOEIEN IS EEN RECESSIEVE ERFELIJKE AANDOENING



EEN BULLDOGKALF DOET DENKEN AAN DE KOP VAN EEN ENGELSE BULLDOG. HET IS EEN AFWIJING DIE HET KALF GEEN LEVENSKANSEN GEEFT

De twee genoemde recessief erfelijke afwijkingen zijn op deze wijze verdwenen uit de rundveepopulaties in Nederland. Echter, er doen zich steeds nieuwe aandoeningen voor met een erfelijke achtergrond, zoals blad en cvm. Dieren met blad (bovine leukocyte adhesion deficiency) hebben een afweergebrek, waardoor ze vaak infecties hebben en vroeg sterven. Bij cvm (congenital vertebral malformation) is sprake van een afwijking van de rugwervels, waardoor kalveren op jonge leeftijd sterven. Meestal al bij de geboorte, omdat de zwakke rug ernstig beschadigd wordt.

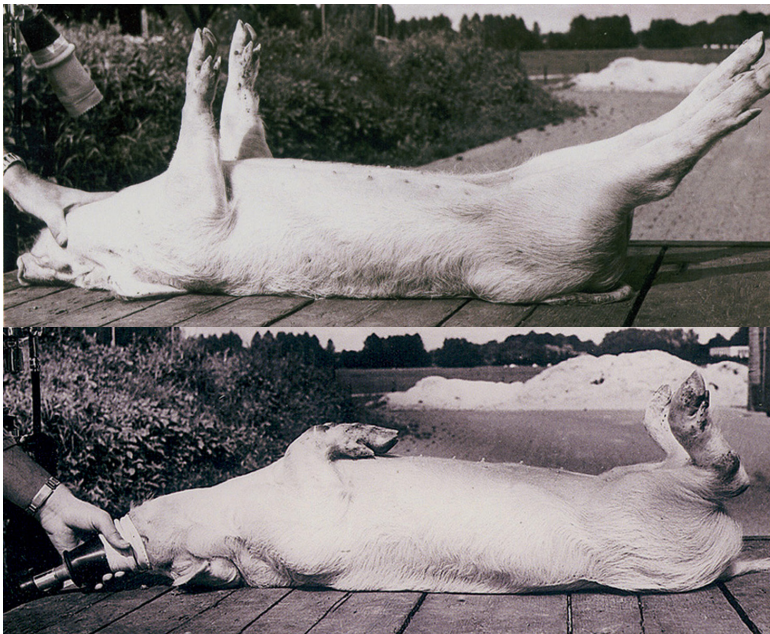
Als een kalf met een van deze ziektes wordt geboren, dan houdt dat in dat beide ouderdieren drager zijn van het recessieve gen. Verder is het opmerkelijk dat de dragers van dat gen kerngezond zijn, terwijl hun nakomelingen wel degelijk aan een van deze ziektes kunnen lijden.

Voor de twee laatstgenoemde afwijkingen – blad en cvm – is het gen dat deze afwijking veroorzaakt bekend. Bij mannelijke dieren bepaalt men thans met genonderzoek in een bloedmonster of het betreffende dier dat afwijkende gen heeft. Zo ja, dan wordt dit mannelijke dier niet ingezet voor de fokkerij.

Stressgen

Bij sommige varkensrassen deed zich in het verleden ernstige stress voor bij ingrijpende gebeurtenissen, zoals transport. Deze varkens raakten heel erg opgewonden en kregen een hoge lichaamstemperatuur (koorts), sommigen gingen zelfs dood. Na slachting bleken deze varkens afwijkend vlees te hebben, het gevolg van een recessieve eigenschap.

Men heeft gevonden dat narcose met halothaan deze stress simuleert. Daarom werden vroeger alle mannelijke varkens die in de fokkerij ingezet zouden kunnen worden, onderworpen aan een halothaantest. Als na narcose met halothaan het varken verstijfde en niet verslapt zoals een 'normaal' varken onder narcose, dan was het betreffende dier stressgevoelig en werd het uitgesloten van de fokkerij. Inmiddels kent men ook hiervan het gen en is de halothaantest vervangen door genonderzoek in een bloedmonster.



ONDER HALOTHAANNARCOSE VERSTIJFDEN DE STRESSGEVOELIGE VARKENS, DE STRESSVRIJE VERSLAPTEN

7 | **Waarom kan de mens dieren gebruiken?**

Onze (landbouw)huisdieren moeten hun voedsel niet alleen omzetten voor hun normale groei en ontwikkeling, maar ook voor de productie-inspanning of de energie (trekkracht) die de mens van hen vraagt.

Planteneters voeden zich alleen met plantendelen. Roofdieren eten uitsluitend delen van andere dieren. Er bestaan dus verschillen in de samenstelling van hun voedsel. Een belangrijk verschil is de hardheid van het voedsel. Vlees en darmen van prooidieren zijn soepel, week en zacht, maar plantendelen bevatten veel stoffen die het voedsel hard maken.

Een tweede verschil is de biochemische samenstelling. Vleeseters nemen voedsel tot zich, dat biochemisch sterk overeenkomt met de samenstelling van hun eigen lichaam. Voor planteneters geldt het omgekeerde: hun voedsel verschilt in biochemisch opzicht juist sterk met de samenstelling van hun eigen lichaam. Verder bevatten planten cellulose, een product dat biochemisch sterk lijkt op zetmeel, maar slecht verteerbaar is. Vooral grassen en granen bevatten veel cellulose. De omzettingprocessen voor planteneters zijn dus veel omvangrijker dan die voor roofdieren. Planteneters nemen per dag ook veel grotere hoeveelheden voedsel op.

Alleen de zaden van planten, zoals de korrels van granen, rijst en maïs zijn grotendeels goed verteerbaar. Daarom gebruikt de mens die ook voor zijn eigen voeding. En omdat sommige landbouwhuisdieren deze producten in hun rantsoen hebben, worden die ook wel eens gezien als voedselconcurrent van de mens. Maar niets is minder waar.



ROOFDIEREN – VOORAL KATACHTIGEN – VERORBEREN EERST DE
INGEWANDEN VAN HUN PROOIDIEREN

Vertering

Voedsel bevat zetmeel, suikers, vetten en eiwitten, en daarnaast ook vitaminen en mineralen. Herkauwers en paarden zijn in de vrije natuur bijna de hele dag bezig met het opnemen van voedsel. Ook wilde zwijnen besteden veel tijd aan het zoeken van voedsel. Roofdieren daarentegen besteden daar maar weinig tijd aan. Er bestaan dus duidelijke verschillen in vreetgewoontes tussen planteneters, vleeseters en alleseters.

Roofdieren beginnen hun maaltijd vrijwel altijd aan de buikzijde van hun prooi. Zij scheuren de buik open en vreten allereerst de darmen eruit. De dieren die het laatst aan de beurt zijn, moeten zich tevreden stellen met de spieren rondom de wervelkolom. Dat zijn de biefstukken van de haas en de karbonades. Wij mensen geven juist de voorkeur aan die delen en laten de ingewanden voor wat ze zijn. Roofdieren, vooral katachtigen zoals leeuwen en tijgers kunnen net als mensen zelf geen vitamine C vormen. Zij zijn voor hun vitamine C-behoefte aangewezen op hun dieet, net zoals de mens. Wij eten verse groenten en fruit om in onze behoefte aan vitamine C te voorzien. Maar helaas kunnen katachtigen geen plantaardig voedsel verteren. Daarom beginnen katachtigen dan ook altijd met het verorberen van de weke delen en de darmen met inhoud. Die bevatten voorverteerd plantaardig voedsel waarin vitamine C aanwezig is en zo voorzien ze dus in hun behoefte aan die vitamine.

Het fokken van dieren met steeds grotere karbonades doet deze dieren geen goed. Het haasje, dat wij mensen zo zeer waarderen, is bij leeuwen voor de laagste in rangorde.

Wolven vreten in bepaalde jaargetijden ook plantaardig voedsel, waardoor hun vitamine C-voorziening minder kritisch is dan bij katachtigen. Maar ook zij beginnen hun maaltijd vrijwel altijd met de darmen van hun prooi.

Varkens, honden en katten eten enkele keren per dag, net zoals wij mensen. Eten en dan weer een periode van rust wisselen elkaar af. Dit dus in tegenstelling tot koeien, schapen, geiten en paarden die bijna de hele dag door eten.

Het verteringsproces (zie de tabel op pagina 85) begint in de bek, waar het voedsel wordt verkleind door het te kauwen en te vermengen met speeksel. Daarin zit een enzym (amylase), waarmee de vertering van het zetmeel in het voedsel begint. Bij herkauwers ontbreekt dit enzym, waardoor de vertering van zetmeel pas verderop in het darmkanaal begint.

Het min of meer fijn gekauwde voedsel komt in de maag, waar de vertering van eiwitten begint. Daarna komt het in de dunne darm, waar de vertering van alle voedingsstoffen wordt voortgezet. Alle bestanddelen worden uiteindelijk verkleind tot de kleinste samenstellende delen. Dus zetmeel tot enkelvoudige suikers, eiwit tot aminozuren, en vetten tot glycerol en vetzuren. Eigenlijk worden alleen deze kleinste bestanddelen van het voedsel door de verschillende delen van de darm opgenomen.

Dit verteringsproces, dat in grote lijnen ook bij de mens plaatsvindt, bevat geen enzymen die cellulose kunnen afbreken. Voor honden en katten is cellulose dan ook onverteerbaar. Het komt met de ontlasting naar buiten zoals het is opgenomen: het heeft niet bijgedragen aan de voeding en dus ook niet aan de energievoorziening. Herkauwers en paarden – en varkens in mindere mate – kunnen wel profijt hebben van de cellulose in hun voer, maar daarvoor hebben ze hulp nodig van hun darmflora.

Tanden bepalen leeftijd

Alle huisdieren beginnen hun leven met een melkgebit. Bij planteneters en het varken is dit bij de geboorte al gedeeltelijk doorgelopen; bij hond en kat komt het melkgebit kort na de geboorte door. Het wisselen van het melkgebit is een goede indicatie voor de leeftijd van een dier. Verder slijten tanden door voortdurend gebruik. Daarom is ook de mate waarin ze zijn afgesleten een goede indicatie voor de leeftijd.

De kiezen van planteneters blijven levenslang groeien. Dit gaat natuurlijk ten koste van de lengte van de wortel. De kaken van planteneters bewegen ook zijdelings over elkaar om de harde plantendelen te vernalen. Als een kies afbreekt, dan ondervindt de tegenoverliggende kies geen weerstand meer. De voortdurende groei van die kies wordt dan niet meer gecompenseerd door de slijtage die wordt veroorzaakt door de tegenoverliggende kies. Er ontstaat een kies die steeds meer boven de andere kiezen gaat uitsteken. Dit veroorzaakt na enige tijd ernstig ongemak bij het kauwen.



DIT PAARD HAD EEN
AFWIJKING IN ZIJN
KAAKSTAND, WAARDOOR
DE BOVENKIEZEN NIET
DE ONDERKIEZEN
RAAKTEN BIJ DE KAUW-
BEWEGING. DE KIEZEN
VAN DE ONDERKAAK ZIJN
NIET GESLETEN EN ZIJN
ZO GROOT GEWORDEN,
DAT ZE EEN GAT IN
HET HARDE GEHEMELTE
HEBBEN VEROOZAAKT

Na verloop van tijd is het gebit versleten. Het dier kan geen voedsel meer tot zich nemen, verzwakt en sterft. De gebruiksduur van het gebit bepaalt dus de maximale leeftijd die een dier kan bereiken.

Vogels (kippen) hebben geen tanden. Vogels nemen voedseldelen op die ze ineens kunnen doorslikken. Met hun snavel kunnen ze wel delen van vruchten of andere plantendelen afscheuren. De stukken die ze inslikken komen eerst in de krop, een verwijding van de slokdarm, waarin het voedsel wordt geweekt. Daarna komen de geweekte delen in de kliermaag, waarin spijsverteringssappen worden toegevoegd. Dan gaat het voedsel naar de spiermaag, die door stevige spiercontracties het voedsel fijn maalt. Vogels eten ook kleine steentjes. In de spiermaag hebben die eenzelfde functie als de tanden bij zoogdieren: door de spiercontracties van de spiermaag maken de vele kleine steentjes het voorgeweekte voedsel fijn, waarna het naar de darmen wordt gestuwd.

Darmkanaal

Eigenlijk is het darmkanaal een stukje buitenwereld in het lichaam van een dier. In de darmen worden namelijk allerlei stoffen uit de omgeving opgenomen en verwerkt tot voedingsstoffen, die vervolgens door de darmwand in het steriele lichaam van het dier terechtkomen. Dit gebeurt bij alle dieren, ook bij de mens. Het darmkanaal is per diersoort sterk verschillend en aangepast aan het soort voedsel dat zij opneemt. Het voedsel van vleeseters is relatief makkelijk verteerbaar en bestaat uit eiwitten, vetten en suikers die in de spieren van hun prooi lagen opgeslagen.

Planteneters moeten voedingsmiddelen verteren die sterk verschillen van de samenstelling van hun eigen lichaam en veel harder en moeilijker verteerbaar zijn. Planteneters hebben dan ook een veel langer darmkanaal dan roofdieren. Het darmkanaal van een kat is ruwweg vier keer zijn lichaamslengte, bij een hond ongeveer zes keer. Maar bij een schaap en een rund is het darmkanaal wel dertig keer de lengte van het eigen lichaam.

Paarden, runderen, schapen en geiten leefden van origine in gebieden, waarin cellulosehoudende voedselbronnen de overhand hadden. Daarom hebben deze planteneters een aangepast darmkanaal. Toch kunnen ze cellulose, een groot deel van hun rantsoen, niet zelf verteren. Gelukkig bevat het darmkanaal van deze dieren heel veel micro-organismen die cellulose wel gemakkelijk kunnen afbreken en omzetten, omdat zij over daarvoor geschikte enzymsystemen beschikken.

Waar in het darmkanaal deze micro-organismen hun werk doen is afhankelijk van de diersoort. Bij herkauwers doen ze dit vóór de echte maag, terwijl ze bij paarden hun werk ná de maag doen in de dikke darm en de heel grote (30 liter of meer) blinde darm. Ook bij een alleseter als het varken – en ook bij de mens – helpen micro-organismen bij het verteringsproces in de dikke darm, zij het in mindere mate dan bij het paard.

Als je een rundveestal binnenkomt, valt een bijzondere geur op: een niet goed te definiëren zoetige geur. Mensen die deze geur voor het eerst ruiken, zullen eraan moeten wennen. Maar als je hem vaker hebt geroken, dan vindt je hem waarschijnlijk heerlijk. Als je vervolgens dichterbij de koeien komt, dan hoor je dat ze regelmatig oprispingen hebben: ze boeren, een kort knorrend geluid. Zou je aan hun adem ruiken, dan ruik je dezelfde geur die al opviel bij het binnenkomen van de stal. Methaan bepaalt voor een groot deel die bewuste geur. Schapen en geiten boeren eveneens vaak.

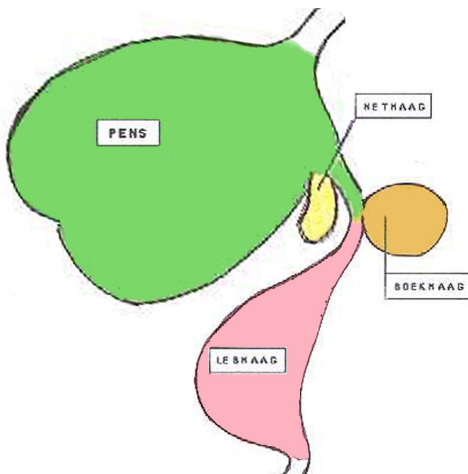
	ENZYMEN IN SPIJSVERTERINGSKANAAL	EFFECT																
MOND	AMYLASE IN SPEEKSEL (NIET BIJ HERKAUWERS)	AFBRAAK ZETMEEL EN GLYCOGEEN																
SLOKDARM	GEEN																	
MAAG	HCL PEPSINE RENNINE (+ STREMSSEL) LIPASE INTRINSIC FACTOR	HCL EN PEPSINE BREKEN EIWITTEN AF. NEERSLAAN VAN EIWITTEN BIJ JONGE DIEREN; OP OUDERE LEEFTIJD NAUWELIJKS PRODUCTIE VETAFBRAAK; IN MAAG VAN WEINIG BELANG STIMULANS VOOR BLOEDVORMING																
DUNNE DARM	<table border="0"> <tr> <td>TRYPSINE</td> <td rowspan="3">} VANUIT PANCREAS</td> </tr> <tr> <td>LIPASE</td> </tr> <tr> <td>AMYLASE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">GALZOUTEN - VANUIT LEVER</td> </tr> <tr> <td colspan="2">POLYPEPTIDASEN</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROLINASEN</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LIPASE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AMYLASE, LACTASE, SUCRASE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NUCLEOTIDASE, NUCLEOSIDASE, LECITHINASE</td> </tr> </table>	TRYPSINE	} VANUIT PANCREAS	LIPASE	AMYLASE	GALZOUTEN - VANUIT LEVER		POLYPEPTIDASEN		PROLINASEN		LIPASE		AMYLASE, LACTASE, SUCRASE		NUCLEOTIDASE, NUCLEOSIDASE, LECITHINASE		EIWITAFBRAAK TOT AMINOZUREN VETAFBRAAK TOT VETZUREN EN GLYCEROL ZETMEEL EN GLYCOGEENAFBRAAK TOT ENKELVOUDIGE SUIKERS EMULGATIE VAN VETTEN EIWITAFBRAAK TOT AMINOZUREN VETAFBRAAK ZETMEEL EN GLYCOGEENAFBRAAK TOT ENKELVOUDIGE SUIKERS AFBRAAK VAN ANDERE STOFFEN IN DE VOEDING TOT ENKELVOUDIGE MOLECULEN
TRYPSINE	} VANUIT PANCREAS																	
LIPASE																		
AMYLASE																		
GALZOUTEN - VANUIT LEVER																		
POLYPEPTIDASEN																		
PROLINASEN																		
LIPASE																		
AMYLASE, LACTASE, SUCRASE																		
NUCLEOTIDASE, NUCLEOSIDASE, LECITHINASE																		
DIKKE DARM	GEEN	WATEROPNAME OPNAME OMZETTINGSPRODUCTEN VAN BACTERIËLE STOFWISSELING																

DE AFBRAAK VAN VOEDINGSMIDDELEN

Ook paarden ruiken aangenaam, hoewel ze opvallend vaak winden laten. Winden van honden ruiken daarentegen zeer onaangenaam, ze stinken. Ook varkens ruiken onaangenaam. Dat verschil tussen planteneters enerzijds en vleeseters en alleseters anderzijds heeft te maken met hun dieet.

Wat ook opvalt als je een koeienstal binnenkomt is, dat er altijd koeien aan het voerhek staan te vreten. Ze werken in snel tempo het voer naar binnen, dat voor een groot deel bestaat uit gras en maïs. De koeien kauwen dit grove voer nauwelijks en slikken het door, waarna het in de pens – het voorste deel van de maag – terecht komt. De pens is een voorraadvat, waarin het snel opgenomen voedsel wordt opgeslagen en voorbereid.

Herkauwers vreten van nature snel, omdat ze op dat moment met hun kop dicht bij de grond lopen en eventuele aanvallers niet goed kunnen opmerken. Ze moeten dus in korte tijd grote hoeveelheden voer verzamelen.



HET MAGENCOMPLEX VAN HERKAUWERS

Vervolgens zoeken ze een goed beschermde plek en gaan ze al het opgenomen voedsel nogmaals kauwen. Daarvoor beschikken herkauwers over een mechanisme dat er voor zorgt, dat in periodes van rust het slecht gekauwde voedsel opnieuw naar de bek wordt gebracht.

Stelsel van voormagen

Bovendien beschikken herkauwers over een maag met vier compartimenten. De eerste drie zijn grote vaten, waarin het voedsel enige tijd wordt voorbereid, zodat het in de echte maag en daarna in de darm tot waarde kan komen.

Populair gezegd, er zijn eenmagige dieren zoals hond, kat, varken en paard (en de mens), en meermagige dieren, zoals de herkauwers koe, schaap en geit. Maar feitelijk is dit onjuist: alle dieren beschikken over slechts één maag. Alleen de maag van herkauwers is onderverdeeld in een viertal compartimenten, te weten

de pens (bij koeien kan dat vat tot 150 liter groot zijn), de netmaag, de boekmaag en de lebmaag. Alleen de lebmaag is te vergelijken met de maag van eenmagige dieren, want ook daarin worden zuren en pepsine, het eiwitsplitsend enzym, geproduceerd. In de drie compartimenten die vóór de lebmaag liggen vindt geen uitscheiding plaats van spijsverteringssappen. Herkauwers beschikken dus over een stelsel van voormagen: pens, netmaag en boekmaag. Die voormagen zijn grote fermentatievaten, waarin snel opgenomen voedsel met hulp van vele miljarden micro-organismen wordt voorbereid voor verdere vertering.

Experimenten hebben al lang geleden aangetoond dat varkens, honden, katten – en ook mensen – na enige dagen vasten een heel sterk hongergevoel krijgen en bij het beschikbaar stellen van voedsel direct grote hoeveelheden opnemen. Als herkauwers vasten, krijgt de pensflora onvoldoende voedingsmiddelen en sterft ten dele af. Als een herkauwer na enige dagen vasten weer voedsel krijgt aangeboden, dan eet hij daarvan slechts mondjesmaat. Eerst moet de pensflora zich herstellen, voordat de grote eetlust terugkomt. In feite betekent dit dus dat eerst de micro-organismen in de pens op orde moeten zijn, voordat een herkauwer zelf weer aan zijn trekken kan komen. Als herkauwers voedsel opnemen, zorgen ze dus eerst voor hun gasten in de pens en pas daarna voor zichzelf. Soms zegt men: je voert niet de koe, maar je voert de micro-organismen in de pens.

Door die samenleving – symbiose – met de pensflora kunnen herkauwers voedingsstoffen opnemen en verteren, die voor dieren die niet over een pens beschikken onverteerbaar zijn. Want de pensflora beschikt over enzymsystemen, die in staat zijn cellulose af te breken en daaruit stoffen te vormen, die een koe voor haar eigen stofwisseling kan opnemen en gebruiken. Dat zijn de vluchtige vetzuren azijnzuur, propionzuur en boterzuur. Stoffen die het milieu in de pens zuur maken.

Een koe besteedt tien uur per etmaal aan herkauwen. Al het voedsel wordt dan zeer grondig vermalen en daarbij produceert een koe heel veel speeksel. De speekselproductie bedraagt meer dan honderd liter per dag. Speeksel is basisch en de overvloedige hoeveelheid speeksel neutraliseert de zuren in de pens.

De functie van de pens is veelvuldig onderwerp van wetenschappelijk onderzoek geweest en is dat nog steeds. Wetenschappers hebben de omzettingen die plaatsvinden in de pens gemeten en onderzocht welke micro-organismen verantwoordelijk zijn voor omzetting in zuren en ook in welke zuren. De in het voedsel aanwezige koolhydraten zijn onder te verdelen in: koolhydraten die makkelijk en snel kunnen worden afgebroken door de pensflora - onder meer diverse soorten zetmeel – koolhydraten die langzaam worden omgezet door de pensflora – onder meer cellulose – en koolhydraten die niet kunnen worden omgezet, zoals lignine. Uit het snel verteerbare zetmeel maakt de pensflora propionzuur en uit het langzaam verteerbare zetmeel azijnzuur en boterzuur.

De koe gebruikt azijnzuur en boterzuur als bouwstoffen voor het vet in de melk. Uit propionzuur maakt de koe lactose, melksuiker. De stof lactose is verantwoordelijk voor de hoeveelheid melk. Er is melkveehouders dus veel aan gelegen de productie van propionzuur in de pens zo hoog mogelijk te krijgen. Het rantsoen voor koeien die veel melk produceren is daarop dan ook aangepast.

Na verloop van tijd houdt de productie van melk op. De koe komt dan in de droogstand. Tijdens de droogstand, het laatste deel van de dracht, mag een koe slechts een beperkte hoeveelheid energie opnemen. Maar voor een goede penswerking is het juist noodzakelijk een zo groot mogelijk volume voer op te nemen. Dat bereikt de veehouder door de betreffende koe veel slecht verteerbare koolhydraten te voeren.

Wetenschappelijk onderzoek heeft dit voedingsregiem geoptimaliseerd: na het afkalven, dus in het begin van de lactatie, veel snel verteerbare koolhydraten voeren. Vervolgens de hoeveelheid snel verteerbare koolhydraten stabiliseren en in het verloop van de lactatie het aandeel traag verteerbare koolhydraten opvoeren. En uiteindelijk in de droogstand heel veel traag afbreekbare koolhydraten verstrekken.

Maar hoe gaat het dan als de mens niet kan ingrijpen, dus in de natuur? Runderen kalven af in het vroege voorjaar op een moment dat het voedselaanbod toeneemt. De natuur acht het blijkbaar niet zinvol nieuwe individuen ter wereld te laten komen in een periode van schaarste. In het vroege voorjaar begint het gras te groeien en jong gras bevat naast cellulose veel snel verteerbare koolhydraten. Dus optimaal voor een grote hoeveelheid melk, gunstig voor het kalf. In de loop van de zomer neemt het gehalte snel verteerbare koolhydraten af, het kalf krijgt steeds minder melk met een hoog vetgehalte. Het neemt in toenemende mate zelf voedsel uit de omgeving op en is zelfvoorzienend in het najaar, als de moederkoe weer drachtig is. In de winterperiode heeft de drachtige koe een rantsoen dat heel veel lignine bevat: droog oud gras, strohalmen en zelfs wel twijgen van struiken en bomen. Het natuurlijke dieet loopt dus helemaal parallel met het rantsoen dat de wetenschappers voor de optimale gezondheid en productie van melkkoeien hebben vastgesteld. Maar feitelijk hebben de wetenschappers gewoon de natuur gevolgd.



HERKAUWERS NEMEN
VOEDINGSSTOFFEN OP,
DIE VOOR VARKENS,
HONDEN EN KATTEN
ONVERTEERBAAR
ZIJN. ZE LEVEN VAN
GRASSEN, VOOR DE
MENS ONVERTEERBAAR

Koe als eiwitproducent

Er bestaat dus een heel goede samenwerking tussen de micro-organismen in de pens en de koe. Door de grote voeropname is een rijke aanvoer van voedingsmiddelen gegarandeerd voor de pensflora, die daardoor goed gedijt. De micro-organismen op hun beurt zorgen voor een goede energie- en eiwitvoorziening. Want behalve dat de micro-organismen cellulose kunnen afbreken en omzetten in voor de koe bruikbare voedingsstoffen, zijn de micro-organismen ook in staat eiwitten te vormen. Een koe kan dus met minder eiwit in haar voer toe, dan zij in feite nodig heeft voor haar groei, het onderhoud van haar lijf, voor de groei van het ongeboren kalf in de baarmoeder en voor haar melkproductie. De micro-organismen vormen dat voor haar, mits er stikstofbronnen in het voer aanwezig zijn. Bij het uitstromen van de pensinhoud naar de lebmaag en het darmkanaal komen ook micro-organismen mee. Daarin zitten dus eiwitten – gevormd uit de stikstofbronnen in het rantsoen – die door het darmkanaal van de koe optimaal kunnen worden benut.

Op grond van dit proces in de voormagen hebben wetenschappers berekend, dat een koe de hoeveelheid eiwit die geschikt is voor menselijke consumptie met een factor 1,8 kan vergroten door de melkproductie. Voor vleesproductie is het proces minder effectief: 'slechts' 1,04 keer de hoeveelheid menselijk verteerbaar eiwit. Al met al toch een duidelijke winst.

Dieren met een enkelvoudige maag moeten via hun rantsoen meer eiwitten opnemen dan ze voor de menselijke consumptie opbrengen.

De melkkoe is dus absoluut geen voedselconcurrent van de mens. Haar rantsoen bestaat uit bestanddelen, die voor de mens onverteerbaar zijn. De melkkoe zet deze bestanddelen juist om in voor de mens hoogwaardige voedingsstoffen. Minder positief is echter dat de pensflora, de verzamelnaam voor alle micro-organismen in de pens, bij deze omzettingen ook gas produceert. En dat gas bestaat voor een groot deel uit methaan, een thans bekend broeikasgas.

Paarden hebben een enkelvoudige maag. Toch kunnen ook zij leven van gras, want wat bij herkauwers in de voormagen gebeurt, speelt zich bij het paard af in de blinde darm en de omvangrijke dikke darm. De vele micro-organismen zetten het voer dat de maag is gepasseerd zonder te zijn verteerd om in vluchtige vetzuren, die het paard uit de dikke darm opneemt. Daarbij wordt eveneens gas gevormd. Iedereen die weleens op een wagen achter het paard heeft gezeten, kan bevestigen dat een paard tijdens de rit veel winden laat. En ook die dragen bij aan het broeikas effect, want net als bij de oprispingen (boeren) van een koe bevatten ook die gassen methaan. De winden van paarden hebben door hun methaangehalte meestal geen erg onaangename geur, zoals dat wel het geval is bij varkens en vooral bij honden. Dit komt doordat in het rantsoen van varkens en honden vleescomponenten zitten, die het stinkende zwavelwaterstof vormen dat met de winden naar buiten komt.

Op één punt zijn paarden evenwel minder efficiënt dan herkauwers. Door het langdurig herkauwen vermalen herkauwers bijna alle zaden in hun rantsoen, in tegenstelling tot paarden. Aangezien paarden hun voedsel slechts eenmalig kauwen, kunnen veel plantenzaden uit het voer ongeschonden de maag passeren. En de micro-organismen in de dikke darm zijn niet in staat hele zaden om te zetten. Degene die ooit paardenmest in zijn tuin heeft uitgestrooid kan daarover mee praten: na de bemesting groeit het onkruid overdadig. En niet omdat de paardenmest zo vruchtbaar is, maar omdat vele zaden van kruiden die het paard heeft opgenomen met zijn rantsoen ongeschonden met de mest naar buiten zijn gekomen. Paarden hebben in de vrije natuur dan ook flink bijgedragen aan het in een wijde omgeving verspreiden van allerlei planten.

Het spijsverteringssysteem van varkens lijkt enerzijds op dat van de hond en kat en anderzijds op dat van het paard. Varkens beschikken over een enkelvoudige maag, maar hebben niet zoals het paard een uitgebreide dikke darm, waarin een groot deel van de vertering van cellulose plaatsvindt. Daarom voeden ze zich bij voorkeur met plantenmateriaal dat weinig cellulose bevat en verder met knollen, diverse soorten vruchten (in het najaar veel eikels), insecten en als ze het te pakken kunnen krijgen vlees. Het maag-darmkanaal van het varken is dan ook vergelijkbaar met dat van de mens. In de dikke darm vindt de omzetting van voedsel door micro-organismen plaats, maar lang niet zo uitgebreid als bij het paard. Dat heeft te maken met het enorme verschil in volume van de blinde en de dikke darm bij paard en varken.

Varkensvoer bevat veel voedingsstoffen, die de mens ook zou kunnen verteren. Maar de mens waardeert een groot deel van die voedingsstoffen niet en voert ze aan het varken. En vervolgens zet het varken die niet gewaardeerde voedingsstoffen om in hoogwaardige producten voor de mens.

Kippen zijn van nature ook alleseters, net als varkens. Hun diëten lijken sterk op elkaar. Plantaardig voedsel met een beperkt cellulosegehalte, aangevuld met dierlijke voedselbronnen. Kippen krabben in de grond en eten zaden en insecten. Ook dode dieren worden niet versmaad. Het zijn dus ook nog eens aaseters.

Arbeid door voortbeweging

De mens houdt paarden niet voor het leveren van producten, maar voor het leveren van prestaties: arbeid. We maken gebruik van hun vermogen zich snel voort te bewegen en daarbij ook nog lasten te dragen of te trekken. Mogelijk heeft het paard heel lang geleden ook als voedselbron gediend, maar uit de vele beschreven opgravingen blijkt, dat de mens het paard al heel snel heeft ingezet voor andere doeleinden. Paarden maakten het mogelijk met groepen mensen snel grote afstanden te overbruggen met medeneming van een flinke hoeveelheid bagage.

Viervoeters kunnen zich op drie manieren voortbewegen. De langzaamste manier is de stap. In stap zijn drie poten gelijktijdig in contact met de grond, dan heel even maar twee en vervolgens weer drie poten. Kort voordat de achterpoot wordt neergezet, wordt het voorbeen aan dezelfde kant opgeheven. In stap heeft het dier dus meestal slechts één poot los van de grond. Daardoor is de stap de langzaamste manier van voortbewegen.

De tweede manier is de draf. Hierbij zijn steeds de rechter voorpoot en de linker achterpoot op de grond, gevolgd door een zweeffase en daarna de linker voorpoot en de rechter achterpoot, wederom gevolgd door een zweeffase.



HET PAARD IS DE MEEST GESPECIALISEERDE EN OOK DE MEEST EFFICIËNTE LOPER VAN ONZE HUISDIEREN

In galop bewegen viervoeters zich het snelste voort. Hierbij maken eerst de beide voorpoten contact met de grond, daarna volgt een zweeffase voordat de achterpoten op de grond worden gezet. Dan volgt opnieuw een zweeffase voordat de voorpoten weer op de grond komen.

In beginsel zijn deze manieren van voortbewegen voor alle viervoeters gelijk, maar de efficiëntie van de voortbeweging verschilt enorm per diersoort.

Voor het trekken van lasten en later ook werktuigen heeft de mens aanvankelijk alleen runderen gebruikt. Vooral ossen, maar ook wel koeien. Voorzien van een koptuig trokken ze vrachten op een regelmatige trage manier. Later werden daar paarden voor ingezet. Voorzien van een borsttuig kon een paard grote vrachten over lange afstanden sneller verplaatsen.

Het paard is met afstand de meest efficiënte loper van onze huisdieren. De hond is een goede tweede. Maar waarom bewegen paarden zoveel efficiënter dan

bijvoorbeeld runderen, varkens of katten? Wat is het verschil? Daarvoor moeten we in de eerste plaats kijken naar de anatomische verschillen in de structuur van de poten van onze huisdieren dan wel de benen van het paard.

Botten, spieren en pezen

Mensen staan met de voeten plat op de grond. Wij zijn zogeheten zoolgangers. Honden en katten daarentegen staan alleen met hun tenen op de grond. Dat zijn teengangers. En varkens, runderen, schapen, geiten en paarden staan alleen met de top van de teen op de grond. Het zijn dus teentopgangers.

En dan is er nog een verschil. Mensen hebben vijf tenen (achterbeen) en vijf vingers (voorbeen). Maar paardachtigen hebben slechts één teen per been. Runderen, varkens, geiten en schapen staan met twee tenen per poot, en honden en katten met vier tenen. De ondervoet van een paard is de teen die anatomisch overeenkomt met de middelvinger en de middelste teen. In het been van een paard zitten dus minder botten dan in de poten van de andere dieren, die meer tenen hebben. Relatief is het onderbeen van het paard dus lichter van gewicht.



RUNDEREN WAREN DE EERSTE TREKDIEREN

De pas van een viervoeter bestaat per ledemaat uit een steunfase als de poot op de grond staat, de romp ondersteunt en de afzet naar voren verzorgt. Daarna volgt een zweeffase als de poot naar voren zwaait om verderop te worden neergezet voor de volgende steunfase.

In de poot zitten spieren die de gewrichten - en dus de poot - in de steunfase gestrekt houden en andere, die de gewrichten buigen tijdens de zweeffase om de poot korter te maken. In de zweeffase trekt het dier de poot op. Ten eerste natuurlijk om de poot over eventuele oneffenheden in het terrein te tillen. Maar belangrijker is het mechanisch effect van het korter maken van de poot.

In de zweeffase is de poot een soort van slinger. En hoe korter en lichter de slinger, des te makkelijker en sneller kan de slinger zwaaien. Dat kost minder

energie. Daarbij is ook de gewichtsverdeling van de poot van belang. Hoe meer gewicht dicht bij de romp ligt, hoe makkelijker en efficiënter de poot naar voren kan worden gezwaaid. En dan valt het grote verschil tussen de diersoorten op. Katachtigen hebben goed gespierde onderpoten, waarin veel spieren zitten om de klauwen naar buiten te brengen en weer in te trekken. Maar daarmee zit het zwaartepunt van de poot ver van het lichaam. Het kost een kat dan ook veel energie om zijn poten naar voren te verplaatsen. Bij een hond is dat ongeveer hetzelfde, al kan die dan niet zijn nagels intrekken. De hond heeft in het onderbeen wel spieren die de tenen strekken en buigen.

Bij het paard zijn alle beenspieren gelegen in het bovenste deel van het been, dicht tegen de romp aan. Onderin het been zijn uitsluitend pezen aanwezig, die de bewegingen volbrengen. Het grote voordeel hiervan is dat het gewicht dicht bij de romp zit. Daardoor wordt de slinger beduidend lichter als het been naar voren wordt bewogen tijdens de zweeffase. Een paard verliest dan ook minder energie bij het naar voren brengen van het been dan andere viervoeters, die spieren in het boeven- en onderbeen hebben. Een paard is dus meer dan andere dieren 'gebouwd' op een efficiënt energiegebruik tijdens het rennen.

Bij het neerzetten van het been worden de pezen in dat been door het gewicht van het paard opgerekt. De pezen zijn solide structuren, die enige veerkracht hebben. Als het been vervolgens wordt opgetild om het naar voren te brengen voor de zweeffase, komt de energie uit de pezen vrij en buigt het been met minimale spierinspanning. Heel anders dan bij hond en kat, die veel meer spieractiviteit en dus energie nodig hebben voor het optillen en buigen van het been.



DE BILLEN VAN EEN PAARD
ZIJN ROND, DIE VAN EEN
KOE HOEKIG. DE PIJLEN
GEVEN AAN WAAR DE
HAMSTRINGS BEGINNEN

Er is nog een belangrijk verschil in de bouw van het paard en de andere huisdieren. Een paard heeft ronde billen. Dat komt door een verlenging van de spieren aan de achterkant van het achterbeen, de zogeheten hamstrings. Bij een koe zijn de botten van het bekken duidelijk zichtbaar. Ook bij hond en kat is dat het geval, evenals bij everzwijnen. Maar bij alle paardenrassen zijn de bekkenbotten bekleed met grote spieren, waardoor de bekkenbotten niet meer te zien zijn. De spieren van het achterbeen beginnen niet zoals bij de andere dieren aan de onderkant van het bekken, maar bovenop het bekken. Ze gaan vandaar af over de knobbels van het zitbeen naar de achterkant van het dijbeen. De spieren die voor een sterke afzet moeten zorgen zijn bij paarden dus langer dan bij de andere huisdieren.

Ook runderen, schapen, geiten en varkens hebben (bijna) uitsluitend pezen in hun onderbeen. De beenspieren zitten dus net als bij het paard dicht tegen de romp aan. Er zitten alleen nog een paar kleine spieren in het onderbeen, die zorgen voor het buigen van de tenen. Bijna net zo goed als bij een paard, maar het gewicht van de twee tenen en de kleine spieren in het onderbeen maakt hun voorwaartse beweging toch minder efficiënt als bij een paard. Bovendien missen ze de verlenging van de hamstrings.

De bouw van een paardenbeen is al met al zodanig, dat het bewegen ervan in mechanisch opzicht heel weinig energie kost. Dat brengt echter ook een nadeel mee: een paard kan met zijn ledematen slechts een beperkt repertoire aan bewegingen uitvoeren. Paarden kunnen weliswaar – zij het weinig effectief en weinig elegant door hun stijve romp – met de hoeven van hun achterbenen aan hun hoofd krabben, toch zijn die benen uitsluitend geschikt om te lopen. Vergelijk dat eens met katten en honden, die met hun achterpoten bijna hun hele lijf kunnen bereiken.

Aan de efficiëntie van de voorwaartse beweging van onze huisdieren zit ook nog een mechanisch aspect. En dat is de beweging van het lichaam. Als een kat galoppeert, dan schommelt zijn lichaam. Bij de afzet komt het voorste deel van het lichaam omhoog, en bij het neerkomen daalt het voorste deel van het lichaam en gaat het bekken omhoog. Dat resulteert in – van opzij gezien – schommelende bewegingen van het dier. Bij varkens en koeien zien we soortgelijke schommelingen van het lichaam, vooral in galop.



IN SNELLE GALOP MAAKT HET LICHAAM VAN EEN PAARD GEEN SCHOMMELENDE BEWEGINGEN, HET LICHAAM VOLGT EEN BIJNA RECHTE LIJN. ALLEEN DE BENEN EN HET HOOFD BEWEGEN

Daarentegen volgt het lichaam van een paard in galop bijna een rechte lijn ten opzichte van de grond. Het zwaartepunt van hun lichaam blijft continue op dezelfde hoogte. En hoe minder verticale bewegingen de romp maakt, hoe efficiënter de voortbeweging qua energiegebruik. Paarden, sledehonden en windhonden zijn daarin de toppers. Die verspillen de minste energie aan onnodige bewegingen.



PAARDEN AAN HET WERK, ZWAAR WERK

Wilde zwijnen kunnen galopperen, en ook nog redelijk efficiënt, alhoewel veel minder efficiënt dan paarden en honden. Toch kunnen zwijnen een snelheid van zo'n 50 kilometer per uur halen. Ons huidige varken daarentegen is nauwelijks in staat te galopperen. En als het dier dat doet blijft het bij een koddig proberen, hoewel zijn spieren er wel voor geschikt zouden moeten zijn. Het haalt hooguit 20 kilometer per uur. Vermoedelijk is de ten opzichte van het wilde zwijn veranderde gewichtsverdeling van het varken daaraan debet. Onze varkens zijn weliswaar goed gespierd, maar beslist geen atleten.

Ware atleten zijn honden, en dan met name de groep windhonden. Behalve dat in galop hun lichaam een vrijwel strakke horizontale lijn volgt, maken ze ook gebruik van hun soepele rug die sterk wordt gebogen bij het naar voren brengen van de achterpoten. Door de rugbuiging kunnen de achterpoten verder naar voren worden gebracht en dus verder naar voren op de grond worden gezet voor de volgende afzet. Renpaarden (Engels volbloed) benaderen die souplesse van de windhonden. Toch zijn lang niet alle hondenrassen ook goede atleten, evenmin als alle paardenrassen snelle lopers zijn.

Energiehuishouding

Bij lopen gebruiken dieren hun bloedsuiker, dat in de mitochondriën van de spiervezels met zuurstof uit het bloed wordt omgezet in energie. Bloedsuiker (glucose) is in de vorm van glycogeen opgeslagen in het lichaam. Een goed getraind dier heeft een grote voorraad glycogeen in zijn spieren. Tijdens inspanning daalt de voorraad glycogeen, maar die wordt snel weer aangevuld door de aanvoer van bloedsuiker.

Een groot deel van de energie uit glycogeen wordt echter omgezet in warmte. Zeker tijdens spierarbeid zoals snel lopen – vooral in galop – ontwikkelen de spieren veel warmte. Maar bij verhoging van de temperatuur werken de enzymen in de spieren niet meer naar behoren en is het snel afgelopen met de inspanning: de spieren weigeren dienst. De warmte moet dus snel worden afgevoerd. Afvoer van de overtollige lichaamswarmte gaat bij dieren alleen via de ademhaling. Warme lucht wordt uitgeademd, en koele lucht ingeademd. Een hond laat de tong uit zijn bek hangen om zo het enige deel van zijn lichaam waarlangs warmte kan worden afgevoerd aan de buitenlucht bloot te stellen. Zweten is veel efficiënter. Het paard is eigenlijk het enige dier, dat via de huid kan zweten. En dus is het ook wat betreft de warmtehuishouding in het voordeel in vergelijking met andere dieren. Het paard kan zijn overtollige lichaamswarmte goed kwijt via zweten.

DIERSOORT	MAXIMALE LOOPSNELHEID IN KM PER UUR
PAARD	
PRZEWALSKI	60
MUSTANG	60
VOLBLOED	68 -70
RUND (MELKKOE)	25
BUFFEL	50
WILD ZWIJN	50
VARKEN	20
KAT	50
HOND	AFHANKELIJK VAN GROOTTE HAZEWINDHOND TOT 90
WOLF	55
ZEBRA	70
SCHAAP	25

LOOPSNELHEID VAN ONZE HUISDIEREN EN HUN WILDE VOOROUDERS

Ook mensen kunnen hun warmte kwijt door zweten. Het is een bekende anekdote, dat Bosjesmannen een veel snellere antilope uitputten door het dier een halve dag of langer te achtervolgen. Uiteraard is de antilope veel sneller en ontsnapt hij een aantal keren, maar na een dag voortdurend opgejaagd te zijn is het dier volledig uitgeput. Het kan zijn lichaamswarmte niet kwijt en de spieren weigeren nog langer dienst. De jagers kunnen na een zeer lange achtervolging het dier heel dicht naderen en het met speren doden.

Voor een langdurige inspanning is het noodzakelijk, dat er voldoende zuurstof naar de spieren wordt aangevoerd. De longen nemen zuurstof op uit de buitenlucht en brengen die in het bloed. Een goede ademhaling vormt dus de basis voor een goede prestatie. De zuurstof wordt door de rode bloedcellen naar alle organen gebracht en daar afgegeven voor de vorming van energie uit bloedsuiker. Grote longen en een sterk hart, de pomp die het bloed door het lichaam stuwt, zijn daarvoor nodig.

Maar voor viervoeters in beweging is ademen niet gemakkelijk. De voorpoten zijn met spieren aan de ribben bevestigd en dat bemoeilijkt zeker in galop heel sterk de ademhaling. In de steunfase zijn deze spieren aangespannen en kan een dier zijn borstkas niet uitzetten. Een mens kan onafhankelijk van zijn loopbewegingen ademen, dieren kunnen dat dus niet.

De ademhaling verloopt bij paarden volkomen synchroon met de bewegingen. Als de voorbenen naar voren bewegen kunnen ze inademen en pas als de voorbenen weer naar achteren gaan kunnen ze uitademen. Dit betekent dat een paard in snelle galop zeer veel adembewegingen maakt. Hoe langer de paslengte, des te meer tijd voor ademen en des te efficiënter. Bovendien kan een paard alleen door zijn neus ademen en niet zoals vele andere dieren ook door zijn bek. Voor sportprestaties moeten de ademwegen van een paard dan ook optimaal schoon zijn. Een paard heeft in zijn neusvleugels kleine kraakbeentjes, waarmee het in actie de neusgaten verder kan openen. De neusgaten krijgen dan een vierkante vorm. Vandaar dat sommige mensen bij zware lichamelijke inspanning wel eens zeggen: "Van dit werk krijg ik vierkante neusgaten!"

De efficiëntie van de zuurstofopname wordt uitgedrukt in het aantal milliliters zuurstof per kilogram lichaamsgewicht per minuut. Bij atleten ligt dit tussen de 70 en 90 milliliter. Een goed getraind paard haalt 150 milliliter per kilogram per minuut.



PAARDEN ZETTEN BIJ GROTE INSPANNING HUN NEUSGATEN HEEL WIJD OPEN OM VOLDOENDE LUCHT IN TE ADEMEN. VAN OPZIJ GEZIEN LIJKEN ZE WEL VIERKANT

Verder beschikken paarden over een extreem grote milt: het reservoir met rode bloedcellen, de transporteurs van zuurstof naar alle delen van het lichaam. In de milt heeft een paard een enorme reservevoorraad rode bloedcellen. Bij grote inspanningen trekt de milt samen en brengt de reservevoorraad in circulatie. In normale omstandigheden bestaat bij het paard 35% van het bloed uit rode bloedcellen. Dat noemt men de haematocrietwaarde. Ook bij de mens en andere dieren is de haematocrietwaarde gewoonlijk 35%. Atleten proberen door het gebruik van hormonen (erythropoëtine, epo) hun haematocrietwaarde te verhogen en daardoor hun sportprestaties op te voeren.

Bij een paard kan de haematocrietwaarde door de uitstorting van rode bloedcellen uit de milt oplopen tot 65%! Dat veroorzaakt een verdikking van het bloed. Maar de pompfunctie van een paardenhart is zo sterk, dat een verhoging van de bloeddikte zonder probleem kan worden verwerkt. Met als resultaat een heel grote aanvoer van zuurstof naar de spieren.

Kortom, een paard is gebouwd als gespecialiseerde loper en de mens heeft van die eigenschap dankbaar gebruik gemaakt. Zonder paarden was de verspreiding van mensen over de wereld ongetwijfeld minder snel gegaan, en er waren beslist ook minder oorlogen gevoerd. Want het gebruik van paarden heeft ook bijgedragen aan de ontwikkeling van grote verplaatsbare wapens. Omvangrijke legers konden zich dankzij de inzet van paarden met grote zware stukken geschut snel en over grote afstanden verplaatsen.

Van oudsher zijn paardenartsen, later veeartsen of dierenartsen, de 'monteurs' van het leger geweest. Paarden in goede gezondheid houden was hun kerntaak, zodat de dieren in optimale conditie bleven voor de transporttaken.

Maar de grootste prestatie op atletisch gebied realiseren sledehonden uit Alaska. Hoewel het paard in biomechanisch en fysiologisch opzicht de ideale loper is, overtreffen enkele soorten goed getrainde sledehonden de prestaties van paarden. De Iditarod-race voor sledehonden in Alaska strekt zich uit over een traject van bijna 1.800 kilometer. De kampioenshonden trekken een slede over deze afstand in 10 dagen, ongeveer 180 km per dag! Hun zuurstofopname kan oplopen tot 300 milliliter per kilogram per minuut! Dus nog veel hoger dan bij het paard. Ze blijken ook in staat de voorraad energiemoleculen (glycogeen) in hun spieren binnen enkele uren na een maaltijd met een heel hoog vetgehalte te kunnen aanvullen. Een onbegrepen stofwisselingsmechanisme maakt dat een vetrijk rantsoen toch snel wordt omgezet in spierglycogeen, zodat de honden dagen achtereen een ultraprestatie kunnen leveren. Bij andere dieren en de mens duurt de opbouw van spierglycogeen een tot enkele dagen. Fysiologen buigen zich nog steeds over de vraag welk stofwisselingsmechanisme aan de vorming van glycogeen uit vetten ten grondslag ligt.



ENKELE SOORTEN SLEDEHONDEN HEBBEN HET GROOTSTE UITHOUDINGSVERMOGEN, EEN EIGENSCHAP WAARVOOR FYSIOLOGEN NOG STEEDS GEEN VERKLARING HEBBEN

8 | Hoe voorkomen dieren dat ze ziek worden?

In de omgeving van mens en dier leven vele organismen. Een aantal daarvan kan ziektes veroorzaken. Gelukkig beschikken dieren over mogelijkheden om ziektekiemen te ontlopen, vooraf onschadelijk te maken of na infectie uit te schakelen.

Een belangrijk aspect is dat de dieren in een schone omgeving kunnen leven, een omgeving waarin geen ziekmakende kiemen aanwezig zijn. In de vrije natuur verplaatsen de dieren zich dan ook continue. Ze hebben misschien een territorium, maar binnen dat territorium verplaatsen ze zich zeer regelmatig, waardoor ze zelden of nooit twee dagen achtereen op dezelfde plaats zijn. Ze komen en eten dan op plaatsen waar eerder geen of weinig soortgenoten zijn geweest. Op die plaatsen hebben alleen de weersomstandigheden geheerst. De zon met zijn uv-straling, regen, vorst, wind en droogte zijn dodelijk voor bijna alle organismen met ziekteverwekkende eigenschappen. Bovendien is er op die plaatsen een gebrek aan eiwitten of de bouwstenen van eiwitten in de grond. Dat maakt de kans heel klein dat micro-organismen met mogelijk ziekteverwekkende eigenschappen zich op die plaatsen hebben kunnen handhaven.

Door zich te verplaatsen lopen de dieren dus nauwelijks kans met ziektekiemen in contact te komen en hebben ze optimaal voordeel van de frisse buitenlucht. Dat is en blijft de beste manier om ziektes te voorkomen: in de frisse lucht steeds schone plaatsen zoeken waar kort van tevoren geen soortgenoten zijn geweest.

De plaats die een koe, merrie, ooi of geit uitzoeken in de vrije natuur om een jong ter wereld te brengen is dan ook schoon. Er zijn alleen bacteriën en schimmels aanwezig die tot de normale groundbewoners behoren en die geen duidelijke ziekteverwekkende eigenschappen hebben. Hooguit zijn er andere diersoorten geweest. Maar ziekteverwekkers zijn meestal diersoortgebonden, zodat het risico van besmetting klein is. De jongen komen dus op een min of meer schone plek ter wereld. Zwijnen zoeken een plaats onder struikgewas waar rust heerst en waar geen andere dieren zijn geweest. Ze bekleden die met zacht plantaardig materiaal en maken zo hun nest. Daarin worden volop de kiemen van hun huid en klauwen verspreid, maar geen kiemen met ziekteverwekkende eigenschappen. Wolven en katten doen min of meer hetzelfde: ook zij zoeken of graven een hol waar tevoren geen soortgenoten zijn geweest. Ook kippen maken een nest op een stille, schone plek. Kortom, de voorouders van onze huisdieren hadden weliswaar geen benul van hygiëne, maar ze zochten instinctief naar plekken die geen gevaar voor de gezondheid van hun jongen konden opleveren.

Dieren leven samen met talloze micro-organismen. Zowel in de darm als ook op de huid zijn heel veel micro-organismen aanwezig. Het aantal kiemen op de huid en in de darm van een dier is ruwweg tien keer zo groot als het aantal cellen

waaruit een dier is opgebouwd. Er bestaat ook een heel innig verband tussen deze kiemen en de gastheer. Het afweersysteem tolereert de aanwezigheid van deze kiemen. Bovendien leveren de aanwezige micro-organismen hun gastheer grote voordelen op: ze zijn zelfs essentieel voor een gezond leven. Op de huid produceren ze stofwisselingsproducten, zoals vetzuren (onder meer boterzuur), die alleen zij en de gastheer kunnen verdragen. Andere micro-organismen zijn niet gecharmeerd van dit soort stofwisselingsproducten en verdwijnen daardoor van de huid.

Ook in de darm brengen ze acties tot stand, waarvan de gastheer in ruime mate profiteert. Het darmkanaal bevat zulke grote hoeveelheden micro-organismen, dat ziektekiemen er eigenlijk geen plaats kunnen vinden. Helaas wordt de beschermende werking van de normale darmflora zelden genoemd als een essentieel element van de verdediging tegen kwaadaardige kiemen. Die functie verdwijnt bijvoorbeeld na een langdurige behandeling met antibiotica. Daarmee wordt de normale darmflora gedood en ontstaat heel vaak een schimmelinfectie in de darm. Het verdwijnen van de normale darmbewoners geeft de schimmel dus een kans.

Probiotica

Er is tegenwoordig veel aandacht voor probiotica: bacteriën die de functie van het darmkanaal versterken, met daarbij gunstige effecten op de weerstand. Maar de natuur had dit al lang uitgevonden. En het afweersysteem van de dieren verzet zich niet tegen de aanwezigheid van deze micro-organismen. Het afweersysteem beschouwt ze 'old friends'.

Onderzoekers houden zich pas een paar jaar bezig met de vraag: hoe maakt het afweersysteem onderscheid tussen dit soort gunstige micro-organismen en de kiemen die ziektes veroorzaken? Waarom tolereert het afweersysteem de aanwezigheid van een grote groep micro-organismen op de huid en in het darmkanaal, en weert het andere micro-organismen (ziekteverwekkers) af? Het antwoord hierop is nog niet gevonden.



KALVEREN WORDEN DROOG GELIJKT EN ZUIGEN DAARNA AAN DE SPENEN VAN HET MOEDERDIER. ZO KRIJGT HET KALF DE HUID- EN DARMSFLORA VAN HET MOEDERDIER OVERGEDRAGEN, EEN FLORA WAARMEE ZIJ ZELF GEZOND BLEEF

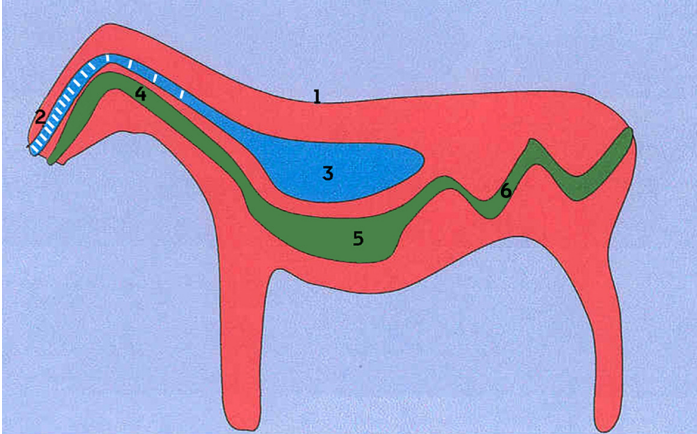
In de vrije natuur bestaat een zeer effectief proces om de darmflora en de huidflora te vormen. Als een gezond moederdier moet baren zondert zij zich af. Bij het persen om het jong te baren komt onvermijdelijk ook wat ontlasting naar buiten. Direct na de geboorte likt de moeder het jong droog. Daardoor verspreidt zij de kiemen die in haar mest en in haar bek aanwezig zijn over het lichaam van het jong. En het jong krijgt ook wat vruchtwater en speeksel van de moeder binnen. Vervolgens gaat het jong op zoek naar de spenen om te drinken. Door de spenen in de bek te nemen krijgt het jong ook de huidflora van de moeder binnen. Gedurende de eerste 24 tot 48 uur is de maagzuurproductie van het jong zeer gering, zodat de kiemen van de spenen de darm kunnen bereiken en zich daar kunnen vestigen en vermeerderen. Ze kunnen echter niet door de darmwand dringen. Na enkele dagen beschikt het jong dan over een zelfde huid- en darmflora als de moeder en die bleef er gezond mee. Het jong is dus uitgerust met kiemen die helpen de afweer tegen ongewenste en ziekteverwekkende kiemen te verhogen.

Bij proefdieren (muizen) geboren in een kienvrije omgeving zijn nog andere effecten vastgesteld van de kolonisatie van hun darm met de flora van de moeder of de omgeving. Deze muisjes werden geboren via een keizersnede en strikt steriel opgevangen. Een deel van deze muisjes kreeg na de geboorte stammen bacteriën toegediend. De anderen werden steriel gehouden, dat wil zeggen, er werd voorkomen dat de dieren met omgevingskiemen in contact kwamen. Vervolgens bleek bij de met kiemen besmette muizen, dat genen van de darmcellen werden aangeschakeld, die bij de steriel gehouden muizen niet of minder in actie kwamen. Het aanschakelen van die genen had te maken met de opname van suiker en vetten uit het voedsel en met de afweer tegen ziektekiemen. Bij de met bacteriën besmette muizen was de opname van suikers en vetten effectiever dan bij de strikt steriel gehouden muizen. Tevens werden elementen van het afweersysteem gestimuleerd. Voor de besmette muizen gold dus, dat kolonisatie van de darm met bacteriën de opname van voedingsstoffen uit de darm verbeterde en ook de effectiviteit van de afweer gunstig beïnvloedde.

Deze proef is bij muizen uitgevoerd, maar je mag veronderstellen dat bacteriën bij andere dieren een soortgelijk effect hebben. We noemen het effect van de microflora op de huid en in de darmen ook wel het metagenoom: genetische eigenschappen die in ieder individu zijn ingebouwd worden door de flora geactiveerd. Het ligt voor de hand dat opname door de jongen van moeder's bacteriën, waarmee ze zelf gezond is gebleven, een gunstig effect heeft op de jongen. En dat effect betreft zowel de opname van voedingsstoffen uit de darm, als de ontwikkeling van de weerstand tegen ziektekiemen. Kolonisatie van darm en huid in de eerste levensdagen van de jongen is dus van essentieel belang voor het functioneren gedurende hun verdere leven.

Weerstand begint bij de huid

Het lichaam omvat alle delen tussen huid en darmwand. Het echte binnenste van het lichaam zijn alle weefsels, zoals spieren, lever, milt, hersenen, hart en bloedvaten. Deze zijn in normale omstandigheden onbereikbaar voor organismen uit de omgeving. Het lichaam tolereert in de weefsels geen enkele kiem.



EERSTE LIJN VAN BESCHERMING TEGEN ZIEKTEVERWEKKERS

Een goede weerstand tegen kiemen uit de omgeving begint met een intacte huid (1). Geen enkel micro-organisme mag daar doorheen dringen. En verder een solide begrenzing van het maag-darmkanaal (5+6), een stukje buitenwereld in het lichaam. Al het voedsel komt met kiemen van buiten via de mond en de slokdarm (4) in de maag en de darmen. Het is dus duidelijk dat het mondslijmvlies en verder het hele maag-darmkanaal een goede barrière moeten vormen tegen de kiemen die in het voedsel zitten.

Een volgende barrière tegen kiemen is de maag, waar met behulp van zuur (zoutzuur) het voedsel wordt voorbereid. Maagzuur vermindert het aantal kiemen in de voedselbrei sterk. Toch passeren diverse soorten bacteriën de maag en koloniseren met name de dikke darm. Er zijn vele voedingsstoffen die in de dikke darm aankomen en daar een uitmuntende voedingsbron zijn voor de darmflora, de verzamelnaam voor de micro-organismen die in de darm leven. Maar die darmbewoners moeten wel uit het lichaam gehouden worden en daartegen vormt de darmwand een solide barrière.

Komen er toch ongewenste kiemen in het darmkanaal, dan ontstaat diarree. Door de sterk versnelde passage van de darminhoud worden de ziekteverwekkers afgevoerd.

In de longen (3) komt buitenlucht binnen. De longen moeten vrij van kiemen blijven. Uiteraard kunnen in de buitenlucht allerlei kiemen voorkomen die dieren ziek kunnen maken. Een eerste schoonmaak vindt dan ook plaats in de neusholte (2) en de luchtpijp. Door werveling van de ingeademde lucht slaat al veel vuil

neer tegen de wand van het neusslijmvlies en de luchtpijp. In de luchtpijp is een laagje slijm aanwezig dat door trilhaartjes op het oppervlak van de luchtpijp naar de neus wordt getransporteerd. Het neergeslagen vuil wordt dus keurig met het slijm afgevoerd. En mochten er dan toch nog ongewenste gasten in de longen arriveren, dan gaat het dier hoesten en probeert het alsnog alle ongerechtigheden naar buiten te stoten.

Dus zowel hoesten en niezen als diarree zijn zelfverdedigingsmechanismen. En dat geldt ook voor koorts. Allemaal minder prettige verschijnselen, maar het zijn en blijven mechanismen die dieren – en dus ook mensen – helpen ongewenste indringers te weren.

De tweede verdedigingslinie

Het kan natuurlijk gebeuren dat kiemen uit de omgeving toch de kans krijgen het lichaam binnen te dringen. Denk aan wonden in de huid of de mond, of in de darm. En natuurlijk kunnen dieren grote hoeveelheden kiemen inademen, die ondanks het zelfreinigende vermogen van de luchtwegen toch de longen bereiken. Maar gelukkig komt dan de tweede verdedigingslinie in actie. Alle lichaamscellen zijn omgeven door een celwand die is opgebouwd uit vetten (fosfolipiden). In het geval dat een lichaamscel wordt beschadigd of vernietigd, worden deze celwandvetten omgezet in stoffen (prostaglandines) die de plaatselijke doorbloeding stimuleren, koorts veroorzaken en aanzetten tot verweer tegen de binnendringers: er ontstaat een ontsteking. Door deze stoffen worden ook witte bloedcellen (leukocyten) aangetrokken: gespecialiseerde afweercellen. Deze witte bloedcellen elimineren vrijwel altijd de ziektekiemen. Nadat de ziektekiemen zijn gedood heeft het dier witte bloedcellen, die zich die ziektekiemen herinneren bij een tweede infectie en ze dan heel efficiënt elimineren. Het dier is immuun.

Kortom, bij een infectie door ziektekiemen heeft een dier de beschikking over een uitgebreid scala aan mogelijkheden om de indringers te verwijderen en te vernietigen. Meestal gaat dat wel met ziekteverschijnselen gepaard. Maar na herstel is het dier immuun en verloopt een tweede infectie (bijna) symptomeloos.

Jonge dieren zijn gedurende de dracht afgesloten van de bloedsomloop van de moeder en krijgen tijdens de dracht geen afweerstoffen van de moeder mee. De afweerstoffen van het moederdier worden in de biest – de melk van de eerste paar dagen na de geboorte – sterk geconcentreerd aan het kalf meegegeven. In de eerste 24 tot 48 uur is de zuurgraad van de maag bij de jongen nog neutraal en worden de eiwitten in de biest niet verteerd, zoals dat later wel het geval is. Omdat de darm nog open is bereiken deze eiwitten (immunoglobulinen) en alle afweerstoffen die de moeder heeft ontwikkeld en in de biest uitscheidt, binnen korte tijd de bloedsomloop van het jong.

Het jong krijgt overigens niet alleen afweerstoffen in de vorm van immunoglobulinen. Ook cellen die bij de afweer tegen ziektekiemen betrokken zijn

worden via de biest uitgescheiden en door het kalf opgenomen. Het is echter onduidelijk of deze cellen in de darm blijven of zelfs in geringe mate door de darm van het kalf worden opgenomen.

Hoewel de darm slechts voor maximaal 48 uur doorlaatbaar is voor de immunoglobulinen, zijn deze in de moedermelk veel langer aanwezig. Ze werken in de darm en beschermen het jong tegen de vele in het voedsel aanwezige ziektekiemen. Dus een langdurige opname van melkeiwitten van de moeder is gunstig voor de weerstand van het jong.

Als er in de periode dat er afweerstoffen van de moeder in de bloedsomloop van het jong aanwezig zijn infecties met dezelfde soort van bacteriën, virussen of schimmels optreden, dan worden deze ziektekiemen door de van de moeder afkomstige afweerstoffen onschadelijk gemaakt. Maar tevens wordt de afweer van het jong zelf gestimuleerd. Zolang het jong door de afweerstoffen van de moeder wordt beschermd, kan het dus zonder veel nadelige gevolgen zijn eigen afweer opbouwen. Het risico van ziekte is gering. Uiteraard geldt dit alleen voor die ziektekiemen waartegen de moeder voor en gedurende de dracht immuniteit heeft opgebouwd.

Dit klinkt allemaal erg solide: kwalijke binnendringers worden weggewerkt en gedood. Daarna onthouden de witte bloedcellen de indringer en verloopt een volgende infectie met dezelfde soort ziektekiem vrijwel onopgemerkt. En het jong profiteert zelfs van de immuniteitsopbouw van de moeder.

Een mooi voorbeeld van de werking van het afweersysteem en immuniteit kunnen we ontleen aan waarnemingen van praktiserende dierenartsen in Zuid-Afrika.

Als buffels in contact komen met geïmporteerde buffelkoeien breekt soms mond- en klauwzeer uit. Het is zeer waarschijnlijk dat de inheemse buffels het virus hebben binnengebracht in de koppel koeien. Een verklaring voor dit verschijnsel is, dat de inheemse buffels een mond- en klauwzeerinfectie hebben doorgemaakt en dat één of meer dieren ondanks volledige genezing de ziekteverwekker blijft uitscheiden. In het inheemse koppel betekent dit, dat de immuniteit van alle dieren door de continue aanwezigheid van het virus op een hoog peil blijft. Maar in geval van contact met niet immune geïmporteerde buffelkoeien breekt vaak toch mond- en klauwzeer uit.

Alle buffelkoeien in de koppel produceren in verhoogde mate afweerstoffen in de melk, waarmee de jonge buffelkalveren beschermd blijven tegen het in de koppel aanwezige virus. Voordat de afweerstoffen die de jongen via de melk van het moederdier hebben gekregen zijn uitgewerkt, lopen de jonge buffelkalveren tegen het mond- en klauwzeervirus aan, raken geïnfecteerd en overwinnen de infectie met behulp van de afweerstoffen die ze via de moedermelk hebben gekregen. De jonge dieren zijn dan levenslang beschermd tegen dit virus. Niemand kan echter uitsluiten dat in enkele gevallen toch slachtoffers onder de

buffels vallen. Want als kalveren geïnfecteerd raken op een moment dat de afweerstoffen die ze van de moeder hebben gekregen zijn uitgewerkt, dan zullen ze ernstig ziek worden. In een dergelijke situatie scheidt het geïnfecteerde kalf erg veel virus uit, waardoor de overige dieren in de koppel die reeds immuun waren, extra geïmmuniseerd worden.

Het geïnfecteerde kalf is ernstig ziek, loopt moeilijk en valt ten prooi aan roofdieren. Maar voor de koppel als geheel is dit een situatie die de afweer tegen het mond- en klauwzeervirus borgt.



ZIJN BUFFELS DRAGER VAN HET MOND- EN KLAUWZEERVIRUS?

Roofdieren en aaseters kunnen geïnfecteerd raken door de parasieten die in de spieren van hun prooidieren zitten. Daarvan is de *Trichinella* een goed voorbeeld. Deze parasiet, die slapend in de spieren van het prooidier aanwezig is, komt in de darm van het roofdier of de aaseter in actie en doorboort de darm. Vervolgens nestelt hij zich met name in de ademspieren.

Ook zwijnen en varkens kunnen geïnfecteerd raken met *Trichinella* door het eten van aas. En door het eten van onvoldoende gekookt vlees van besmette varkens kan ook de mens geïnfecteerd raken. Niet zo vreemd dus dat onder meer het opsporen van met *Trichinella* geïnfecteerde varkens een van de redenen is geweest om de vleeskeuring in het leven te roepen..

Maar het omgekeerde kan ook gebeuren: mensen kunnen runderen infecteren met hun lintworm. Eitjes van een lintworm zitten in de ontlasting en als die ontlasting door toeval op een weiland komt, dan kunnen koeien die daar grazen de eitjes opnemen. De parasiet houdt zich vervolgens in min of meer slapende vorm schuil in de spieren van de geïnfecteerde koeien. En daarmee is de besmettingscyclus bijna rond, want als mensen onvoldoende gekookt vlees van geïnfecteerde koeien eten, activeert de lintworm en raakt de eter geïnfecteerd.

Wat betekent dit voor de veehouders?

Onze nutsdieren lopen niet in de vrije natuur. Wij houden ze uit een oogpunt van efficiëntie in grote aantallen op relatief kleine oppervlakken en in relatief kleine gebouwen. Het aantal dieren per oppervlakte-eenheid is zo groot, dat de hygiënische omstandigheden radicaal anders zijn dan in de vrije natuur. Voordat zonlicht, regen en vorst hun reinigende werk hebben kunnen doen, wordt de lig- en staanplaats al weer bezet door de volgende koe of het volgende varken. De dieren worden constant in dezelfde ruimte gehouden en dus kan een ziektekiem zich optimaal verspreiden over de hele koppel. En een ziektekiem kan door de lucht komen aanwaaien, kan met voedingsmiddelen binnengebracht worden en zelfs door mensen geïntroduceerd worden.

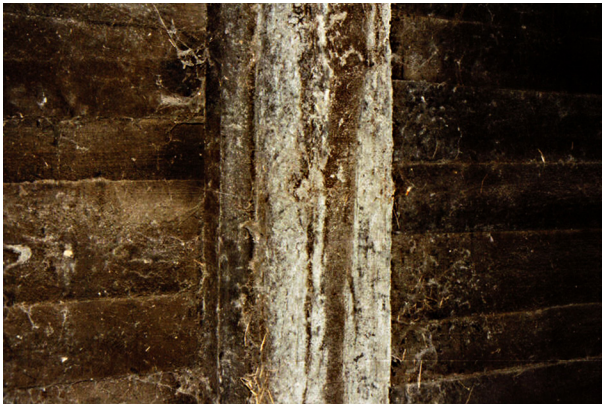


VOOR EEN EFFICIËNTE PRODUCTIE
HOUDEN WE DIEREN IN GROTE
GROEPEN

Verder scheiden we een kalf direct na de geboorte van de moeder en moet het zijn huid- en darmflora opbouwen met kiemen uit de omgeving. Als de veehouder biest van het moederdier verstrekt, kunnen kiemen van de huid van de spenen het darmkanaal van het kalf koloniseren, maar minder effectief dan wanneer de moederkoe het kalf schoon likt en het zelf biest uit de spenen opneemt. Daarbij komt dat een kalf de neiging heeft te gaan zuigen op voorwerpen in de omgeving en dus in contact komt met kiemen van het bedrijf en in veel mindere mate met de kiemen die het gezonde moederdier bij zich draagt. Voor kalveren is de kans op besmetting met ziektekiemen in de veehouderij veel groter dan in de vrije natuur, terwijl we de opbouw van een beschermende flora in de darm op z'n minst als kritisch moeten beschouwen.

Bij andere huisdieren is het contact tussen het moederdier en de jongen langduriger, waardoor de huid- en darmflora van de moeder meer kans krijgt om aan te slaan bij de jongen. Maar het probleem blijft, dat met name varkens in kleine ruimtes worden gehouden, waarin een hoge infectiedruk kan ontstaan.

Veehouders moeten dus poetsen, schrobben en allerlei desinfecteermiddelen gebruiken om de hygiëne op peil te houden. Een dierenarts zal in een stal dan ook onmiddellijk aandacht geven aan spinnenwebben tegen de zoldering en schimmelvorming op de balken. Als die te zien zijn duidt dat op onvoldoende ventilatie, een te hoge temperatuur in de stal en dus op een omgeving, waarin ziektekiemen zich kunnen handhaven. En dat is een alarmsignaal: in een dergelijke stal kan het gewoon niet goed gaan met de gezondheid van de dieren. De eigenaar moet meer zijn best doen de natuur na te bootsen: veel frisse lucht binnenlaten, en zonlicht en droogte hun reinigende werking laten doen.



SCHIMMELVORMING OP DE STALMUREN DUIDT OP EEN SLECHT BINNENKLIMAAT

Helaas kan niet altijd aan deze voorwaarden worden voldaan, bijvoorbeeld bij oudere stallen. De veehouder zoekt dan zijn heil in het toedienen van antibiotica, vooral als er veel jonge dieren (biggen of kalveren) bijeen worden gebracht die afkomstig zijn van verschillende bedrijven. Overigens ontstaan na de introductie van een nieuw antibioticum voor mens of dier altijd resistente stammen binnen vier jaar na het eerste gebruik.

Ook kan hij proberen te voorkomen dat er dieren van verschillende herkomst bijeen worden gebracht. Veehouders bevolken hun varkens- en kippenhokken daarvoor in een keer met een groep dieren van een en hetzelfde bedrijf en laten alle dieren ook gelijktijdig afvoeren naar het slachthuis: het all in–all out systeem.

Een nieuwe trend in de varkenshouderij is de dieren strikt hygiënisch en afgesloten te huisvesten en de koppel volledig af te schermen van contacten met de omgeving. Alle dieren worden op het bedrijf geboren en gaan vandaar naar

het slachthuis. En daarmee worden zonder het gebruik van antibiotica heel goede resultaten behaald. De dieren blijven kerngezond en groeien veel harder dan varkens in minder hygiënische omstandigheden. Dit zijn zogeheten gesloten bedrijven.

Vaccinatie

Door een goed functionerend afweersysteem kunnen huisdieren zich dus prima beschermen tegen de meest voorkomende ziektekiemen. En het afweersysteem is door de fokkerij nooit veranderd of verminderd. Onbewust hebben de fokkers rekening gehouden met het in stand houden van een goed functionerend afweersysteem. Als door een ongelukkige keuze van ouderdiercombinaties of door inteelt nakomelingen geboren werden met een zwak afweersysteem, dan werden die dieren ziek en uitgesloten van de fokkerij. Een zwak afweersysteem werd en wordt dus nooit doorgegeven aan de volgende generatie. Er bestaat dan ook geen enkele aanwijzing dat de moderne landbouwhuisdieren een zwakker afweersysteem zouden hebben dan hun wilde voorouders.

De effectiviteit van het immuunsysteem is niet afhankelijk van de ernst (zwaarte) van de infectie. Contact met alleen de eiwitten van de ziektekiem is voldoende om de afweer te stimuleren en voor te bereiden op een ernstiger aanval. Van die wetenschap maken we gebruik bij vaccinatie, want door de dieren te vaccineren bouwen ze een solide immuniteit op tegen de ziektekiem uit het vaccin.

Tegenwoordig gebeurt dat met steeds geavanceerdere technieken. Vroeger spoten we de dieren in met verzwakte ziektekiemen. Nu gebruiken we vaccins met enkele specifieke delen van een ziektekiem, waardoor een selectieve immuniteit wordt opgewekt. De afweerstoffen (immunoglobulinen) in het bloed zijn na vaccinatie alleen gericht tegen de geselecteerde eiwitten in het vaccin, terwijl na een echte infectie de afweerstoffen zich tegen **alle** eiwitten van de ziekteverwekker richten. Zo ontstaat een duidelijk verschil in het scala aan afweerstoffen na een vaccinatie of een infectie. Theoretisch beschikken we dus over de mogelijkheid een veestapel te immuniseren tegen een ongewenste ziekte en de gevaccineerde dieren te onderscheiden van geïnfecteerde dieren.

We hebben dus door vaccineren de mogelijkheid de dieren te beschermen tegen ernstige gevolgen van infecties. Voor nutsdieren (koe, varken en kip) heeft men in de Europese Unie een andere benadering. Vaccinatieprogramma's tegen in de internationale regelgeving van de OIE (Office International des Epizooties) genoemde besmettelijke ziektes zijn voor deze dieren in beginsel niet toegestaan.

Vaccinatie tegen mond- en klauwzeer beschermt de dieren tegen de ernstige gevolgen van een infectie. Zonder vaccinatie wordt meer dan 90% van de geïnfecteerde dieren ernstig ziek. Vaccinatie is in het verleden dan ook uitgebreid toegepast in de veestapel, waardoor ernstige uitbraken van mond- en klauwzeer eigenlijk niet meer voorkomen. Maar de immuniteit na vaccinatie is

dan weliswaar een bescherming tegen de ziekteverschijnselen, het verhindert niet dat na een infectie uitscheiding van de ziektekiem optreedt. Het dier kan wel een bron van verspreiding van de ziektekiem zijn, zoals blijkt uit de eerder in dit hoofdstuk beschreven waarnemingen in Zuid-Afrika. En dat is eigenlijk niet acceptabel, omdat we tegenwoordig alle risico's willen uitbannen.

Als in een bepaald land de dieren worden gevaccineerd tegen mond- en klauwzeer, dan bestaat het risico dat een enkel dier drager en uitscheider is van het mond- en klauwzeervirus. Handel in en import van dieren afkomstig uit landen waar vaccinatie tegen mond- en klauwzeer plaatsvindt, brengt dus het risico van introductie van de ziekte met zich mee. Veel landen hebben daarom vastgelegd, dat een dergelijk risico niet mag worden gelopen. Import van dieren en producten van dieren uit landen die vaccineren tegen mond en klauwzeer is dan ook niet toegestaan.

Op grond daarvan is in veel landen een verbod op vaccinatie tegen mond- en klauwzeer (mkz) van kracht. Als alle dieren in een land vrij zijn van antistoffen tegen mkz, betekent dit dat het mkz-virus in dat land niet voorkomt. En dan is import van dieren en hun producten zonder risico.

Deze benadering geldt in toenemende mate voor allerlei ziektes. Sterker nog, als een zeer besmettelijke ziekte wordt geconstateerd bij een aantal dieren in een koppel, worden alle dieren uit de koppel gedood om verspreiding van de ziektekiem te voorkomen. En ook naburige bedrijven met een voor de ziektekiem gevoelige veestapel ondergaan hetzelfde lot. Door ook de dieren van de buurtbedrijven te doden, kan men de verspreiding van een ziekte effectief tegengaan. Ruimen heet dat.

Nutsdieren in West Europa moeten dus leven zonder de ziekteverwekkers die wij mensen niet willen hebben. Ze leven dus ook zonder weerstand (immuniteit) tegen deze ziekteverwekkers. Het is echter een misverstand te veronderstellen dat onze runderen, varkens en kippen in de moderne veehouderij minder weerstand zouden hebben. Ze zijn weliswaar niet immuun tegen de ziektekiemen die wij willen uitbannen, maar hun vermogen om op infecties te reageren is niet veranderd. Het is waarschijnlijk zelfs beter dan in het verleden door verbeterde voeding.

Toch is het zo dat als een besmettelijke, in de EU-reglementen genoemde ziekte wordt aangetoond, alle dieren worden gedood en vernietigd om de verspreiding ervan te voorkomen. Ook de dieren in de directe omgeving. En dat is een politieke keuze, een handelswijze van de mens, en heeft niets te maken met een gebrek aan weerstand van onze nutsdieren.

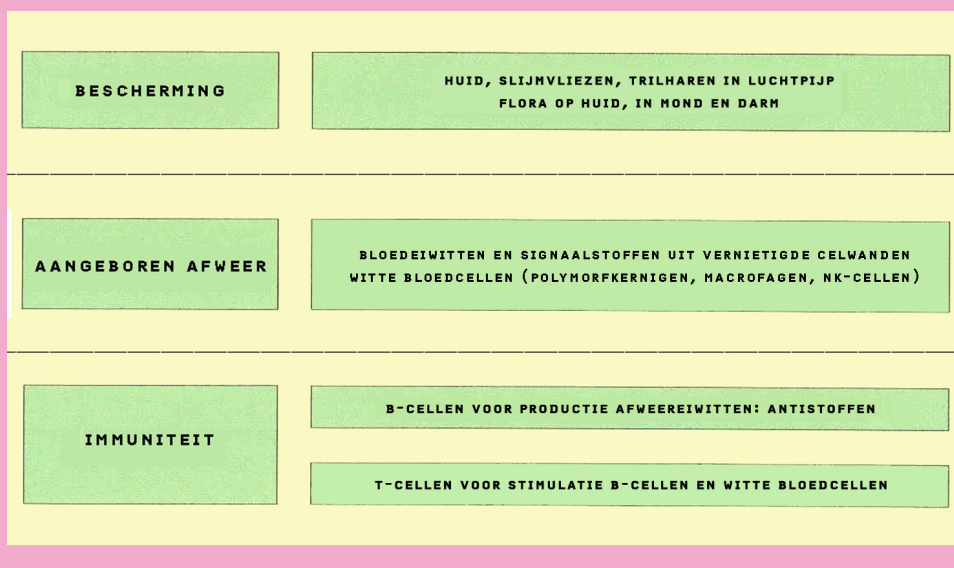
Heel anders gaat het bij individueel gehouden dieren zoals paarden, honden en katten. Als je daarmee de grens over wil, dan **moeten** ze gevaccineerd zijn tegen een groot aantal ziektes. Dus net als bij de mens: als een ziekte een bedreiging voor de gezondheid is, dan is vaccinatie verplicht.

Afweersysteem

Het afweersysteem is een ingenieus stelsel van onderling goed samenwerkende cellen. Die cellen scheiden eiwitten uit voor de onderlinge communicatie. Het systeem bestaat uit een aangeboren (aspecifiek) en een verkregen (specifiek) systeem. Het aspecifieke systeem ruimt alle kiemen op, die het lichaam voor het eerst binnendringen. We kunnen dit weerstand noemen.

Het specifieke systeem komt pas in actie, nadat het aspecifieke systeem lichaamsvreemde stoffen heeft gevonden. Het specifieke systeem onthoudt na het eerste contact met de kiemen de kenmerken daarvan en reageert bij een tweede contact heel snel en efficiënt. We spreken dan van immuniteit. We kunnen het specifieke systeem dus ook aanduiden als het immuunsysteem.

De eerste verdediging tegen ziektekiemen bestaat uit de huid en de slijmvliezen van darmkanaal en luchtwegen. Nadat ziektekiemen toch door de huid of de darm zijn gedrongen, of in de longen zijn terechtgekomen, worden ze onmiddellijk geconfronteerd met aspecifieke eiwitten (haptoglobine, ceruloplasmine, complement). Deze eiwitten voorkomen de aanhechting van ziektekiemen en maken ze herkenbaar voor de vele soorten cellen van het afweersysteem. Onder andere voor de witte bloedcellen (leukocyten, macrofagen, NK cellen), die alle lichaamsvreemde stoffen opvreten en afbreken. Deze witte bloedcellen presenteren eiwitten van de lichaamsvreemde stoffen op hun oppervlak aan een ander soort witte bloedcellen, de lymfocyten.



Lymfocyten bewegen vrij door het lichaam en controleren continue de oppervlakken van alle andere lichaamscellen. Als de lymfocyten lichaamsvreemde eiwitten herkennen, ondernemen ze actie. Er bestaan twee specifieke soorten lymfocyten, de T-cellen en de B-cellen. Een deel van de T-cellen gaat een scala aan eiwitten afscheiden, waardoor allerlei soorten afweercellen in actie komen. Een ander deel gaat zelf in de aanval en vernietigt alle cellen waarop lichaamsvreemde eiwitten aanwezig zijn. De B-cellen vormen antistoffen, eiwitten die gaan plakken aan de binnendringers en daardoor de lichaamsvreemde eiwitten specifiek markeren, zelfs duidelijker dan de specifieke eiwitten dat doen. Een deel van de T-cellen gaat de B-cellen helpen antistoffen te vormen. Dit verhoogt de efficiëntie van het specifieke systeem.

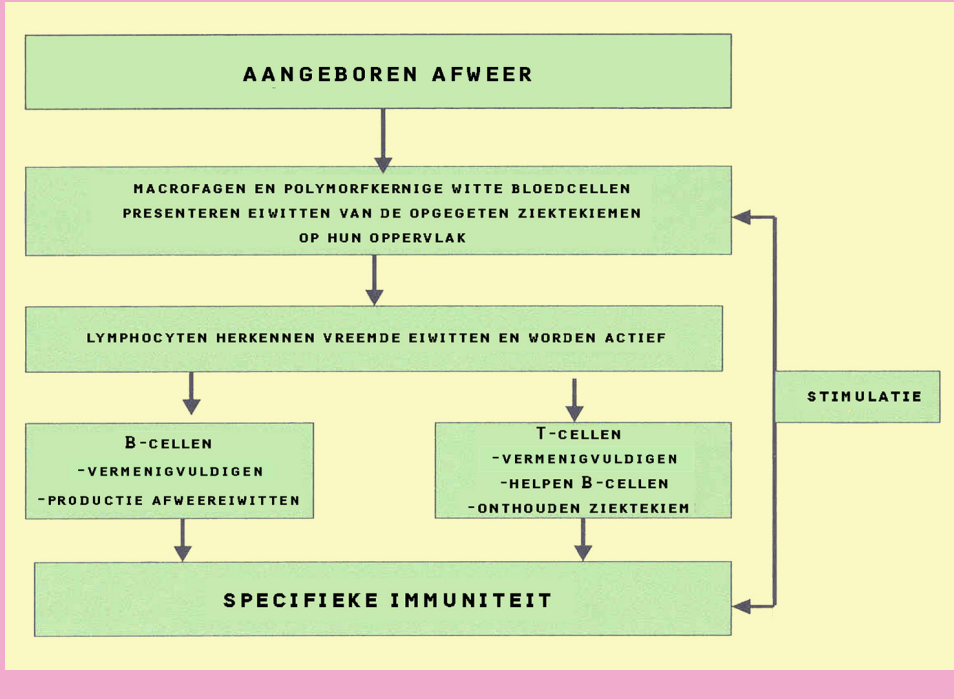
Er vindt een soort van wedloop plaats tussen de vermeerdering van de ziektekiemen en de specifieke afweercellen. Het duurt namelijk enkele dagen voordat een reactie van het specifieke systeem op gang komt. Bij de eerste infectie zal het dier de indringers te lijf moeten gaan met de specifieke verdedigingsmechanismen. Bij een eerste contact hangt het verloop van de ziekte dan ook af van de hoeveelheid ziektekiemen en de kwaadaardigheid (agressiviteit) ervan. Het mond- en klauwzeer-virus bijvoorbeeld kan zich in zeer korte tijd vermenigvuldigen en grote schade teweegbrengen, voordat het specifieke (immuun)systeem op toeren is. Het resultaat is dan ook, dat het dier ernstig ziek wordt en in sommige gevallen overlijdt.

Als ziektekiemen het lichaam binnendringen kunnen ze lichaamscellen vernietigen. De vernietigde celwand, bestaande uit fosfolipiden, wordt dan omgezet in arachidonzuur (signaalstof). Dit is de basissubstantie voor het vormen van ontstekingsstoffen (prostaglandinen en leukotriënen), die de doorbloeding ter plaatse versterken. De lichaamsvreemde kiemen buiten de cellen veroorzaken splitsing van het eiwit complement, waarmee de ziektekiemen worden gemarkeerd en witte bloedcellen worden aangetrokken. De witte bloedcellen eten de gemarkeerde cellen op en presenteren stukken eiwit van de ziektekiem op hun oppervlak aan gespecialiseerde lymfocyten, die daardoor de ziektekiem onthouden en bij een volgende infectie met die ziektekiem zeer snel reageren (immunititeit).

Ziektekiemen kunnen ook binnendringen in lichaamscellen zonder ze te vernietigen. Dan komen er eiwitten van de binnendringers op het oppervlak van lichaamscellen. Specifieke lymfocyten herkennen die lichaamsvreemde eiwitten en geven signalen aan de lichaamscel om te gronde te gaan, waarmee ook de binnengedrongen ziektekiem wordt vernietigd.

Heeft een dier eenmaal een infectie met een bepaalde ziektekiem doorgemaakt, dan zijn er cellen – de zogeheten memory cells – die zich de ziektekiem kunnen herinneren en bij een hernieuwde infectie met die kiem direct en zeer gericht in

actie komen. Een hernieuwde infectie met een dergelijke ziektekiem verloopt dan met minimale of helemaal zonder ziekteverschijnselen.



9 | Worden dieren in de veehouderij 'opgebrand'?

Een vaak gehoorde opmerking is, dat de koeien, varkens en kippen op de moderne grote bedrijven niet oud meer worden. Ze worden volledig opgebruikt in de bio-industrie en moeten al op jonge leeftijd worden afgevoerd om erger te voorkomen. Maar is dat wel zo? Want hoe oud kunnen dieren in de vrije natuur eigenlijk worden? En hoe oud worden ze als huisdier?

De maximale leeftijd die dieren kunnen bereiken is, zoals eerder beschreven, afhankelijk van de slijtage van hun gebit. Die is bij alle diersoorten verschillend. Maar alle dieren hebben één ding gemeen: hun levensduur wordt bepaald door de aanwezigheid van een goed functionerend gebit. Ze sterven zodra hun gebit is versleten. Bij runderen en paarden is dat na ongeveer 30 jaar, bij schapen, geiten en zwijnen na maximaal 20 jaar, en bij wolven en katachtigen na maximaal 15 tot 20 jaar.

Omdat de mens veel ongunstige omstandigheden wegneemt, kunnen huisdieren de leeftijd waarop hun gebit versleten zal zijn ook daadwerkelijk halen. Voor runderen op kinderboerderijen en paarden die na bewezen diensten hun oude dag in een pension mogen slijten, is dat zeker mogelijk. Kortom, slechts enkele dieren zullen de maximale leeftijd bereiken.

Maar in de vrije natuur vallen de meeste dieren reeds op jongere leeftijd ten prooi aan hun vijanden. In het eerste jaar vindt al een schifting plaats onder de jonge dieren: door onvoorzichtig en overmoedig gedrag, verlies van contact met hun moeder, onvolledige coördinatie van de bewegingen en af en toe optredende infecties vallen ze ten prooi aan allerlei roofdieren. Daarmee valt direct al 70 tot 80% van de jonge dieren af.

Na het eerste levensjaar is het percentage afvallers onder vrouwelijke paarden en runderen gering. Zo'n 15% van alle vrouwelijke jongen bereikt de leeftijd waarop ze zelf jongen kunnen voortbrengen. Vele bereiken daarna ook een hoge leeftijd.

Oud en versleten zijn, en rustig gaan liggen om te sterven komt in de vrije natuur eigenlijk niet voor. Als dieren zwak worden, wat op oude leeftijd door onvoldoende voeropname onvermijdelijk gebeurt, dan hebben roofdieren een relatief makkelijke prooi. Wolven en andere in groepen jagende roofdieren zijn zeer alert op de dieren in een koppel die afwijkingen vertonen, zoals een iets abnormale gang of een ontsteking met etterige uitvloeiing. Ook dieren die zich afzonderen van de koppel omdat ze een ziekte onder de leden hebben, vallen op. Voor de roofdieren vormen ze een makkelijke prooi. Voor een kerngezond dier, dat sneller en weerbaarder is moeten ze veel meer moeite doen.

Solitair levende jagers zoals tijgers moeten het meer hebben van een verrassingsaanval. Zij besluipen hun potentiële prooi en zetten van korte afstand de aanval in. Het ligt voor de hand dat dieren met afwijkingen minder goed opletten of minder snel reageren dan volledig gezonde dieren. Ook in deze situatie heeft de jager meer kans op een succesvolle aanval bij dieren met afwijkingen.

Eigenlijk een duidelijk voorbeeld van hoe de natuur de koppels koeien, paarden, schapen, geiten en varkens gezond houdt: alle dieren met afwijkingen, van welke aard dan ook, worden opgeruimd en planten zich niet (meer) voort. Zwakkere genen verdwijnen daardoor eveneens. Een harde maar natuurlijke benadering.

Koeien en merries kunnen in de natuur dus erg oud worden. Over de gemiddelde leeftijd van kuddes in het wild levende dieren zijn weinig gegevens bekend. Waarschijnlijk ligt de gemiddelde leeftijd hoog. Als de dieren hun eerste winter hebben doorstaan vallen ze alleen nog ten prooi aan roofdieren als ze ziek worden of gewond raken. De gemiddelde sterfleefijd van alle dieren ligt echter beduidend lager, als we ook alle dieren in de berekening meenemen die zijn uitgevallen in het eerste jaar (70 tot 80%). Maar ook hierover ontbreken betrouwbare gegevens.

Tot nu toe hebben we het alleen nog maar over koeien en merries gehad, de vrouwelijke dieren. Hoe zit het met de ouderdom van stieren en hengsten?



HENGSTEN LEVEREN
FELLE GEVECHTEN
OM DE HEERSCHAPPIJ
OVER EEN HAREM
MERRIES. DE
VERLIEZER WORDT
VERDREVEN EN GAAT
EEN SOLITAIR LEVEN
TEGEMOET

Stieren worden in de vrije wildbaan beslist niet zo oud. Ze bereiken zelden een hogere leeftijd dan zes tot acht jaar. En dat heeft te maken met het sociale gedrag. Jonge stieren worden door de leiderstier van een kudde koeien uit de kudde verdreven op een leeftijd van ongeveer een jaar. Dat is de leeftijd waarop de jonge dieren in de puberteit komen en belangstelling gaan krijgen voor de vrouwtjes. De leider duldt geen concurrentie. De jonge mannetjes vormen een bedreiging voor zijn alleenrecht om te paren met de vrouwtjes in zijn kudde. De jonge mannelijke dieren die uit de kuddes zijn verdreven vormen groepen en trekken gezamenlijk op. Ze moeten het doen met de minder voedselrijke gebieden, want de beste delen van een terrein zijn bezet door de koeien met hun leider. En tijdens dat vrijgezellenbestaan vallen veel slachtoffers door gebrek aan voedsel. Slechts een beperkt aantal mannelijke dieren bereikt de leeftijd van vier jaar. Op die leeftijd willen de jonge stieren een eigen kudde leiden. Hun probleem is echter, dat alle vrouwelijke dieren zijn aangesloten bij een kudde onder leiding van een stier. Om zich een plaats te verwerven moeten ze dus het gevecht aangaan met de leiderstier. En die laat zich uiteraard niet zo maar verdrijven. Dat resulteert in felle gevechten, die meestal in het voordeel van de leiderstier aflopen.

Maar de jonge stieren krijgen een tweede kans. De leiderstier heeft een druk leven dat veel energie kost. Hij moet de kudde goed in de gaten houden: welke koe is bronstig en kan bevrucht worden, welke concurrent staat op de loer. Bovendien valt de paartijd voor runderen laat in de zomer, de periode waarin de leiderstier reserves voor een harde winter moet opbouwen. Maar door alle drukte besteedt hij weinig aandacht aan het zoeken van voedsel, waardoor hij

verzwakt de winter in gaat. Stieren houden een dergelijk intensief leven gewoonlijk niet langer vol dan twee jaar. Op zesjarige leeftijd verliest hij dan ook de concurrentiestrijd met een jongere (vierjarige) stier en wordt hij uit de kudde verdreven door een nieuwe leiderstier. Die mag ook weer twee jaar de baas spelen, voordat hij het aflegt tegen een jongere concurrent. Eigenlijk een goed systeem van moeder natuur, want op die manier is de kans dat stieren hun eigen dochters gaan bevruchten klein. Immers, tegen de tijd dat de dochters bronstig worden heeft hun vader meestal een andere stier ontmoet, die de leiding van de kudde heeft overgenomen.



OUDE BUFFELSTIEREN DIE UIT HUN KUDDE ZIJN VERDREVEN DOOR EEN JONGERE STERKERE STIER GAAN NET ALS HENGSTEN EEN SOLITAIR LEVEN TEGEMOET, OF HOOGUIT IN KLEINE GROEPJES VAN DRIE STIEREN

De oude, verdreven stieren leven verder solitair of hooguit in kleine groepjes. Ze zoeken geen aansluiting bij andere groepen. Ze zijn veroordeeld tot een bestaan op de slechtste voedselgronden. Binnen één of twee jaar vallen ze ten prooi aan een groep roofdieren. Mannelijke runderen bereiken in de vrije natuur dan ook zelden de leeftijd van acht jaar. Door de mens gehouden stieren kunnen ouder worden dan acht jaar, maar stieren ouder dan twaalf jaar zijn toch een uitzondering. Kennelijk verbruiken stieren meer energie dan koeien. En daarom zijn ze eerder afgeleefd.

Bij paarden doet zich een soortgelijk proces voor. Ook daarbij moet de leiderhengst plaatsmaken voor een jongere hengst in de kracht van zijn leven. Waarnemingen bij onagers, halfezels met een ongeveer gelijk sociaal gedrag als paarden, tonen dat aan. De leiderhengst rende in de paartijd voortdurend in volle galop rondom de kudde, joeg vele concurrenten over grote afstanden na, paarde tussendoor met de hengstige merries en nam nauwelijks de tijd om te vreten. Dat deed hij pas weer nadat de laatste merrie gedekt was.

Berekeningen over het energiegebruik door het rennen en paren, en de energieopname door vreten zijn niet gedaan, maar het was de waarnemers wel heel duidelijk dat de hengsten juist vermagerden in de periode, waarin ze reserves hadden moeten opbouwen voor schralere tijden. Ze gaan dus minder goed toegerust de winter in. Komen ze die door dan moeten de hengsten in het voorjaar als er voldoende voedsel is een flinke achterstand in conditie zien in te halen. Maar eigenlijk beginnen ze het volgende paarseizoen al met een achterstand. Twee jaar de scepter zwaaien over een kudde merries is dan wel het uiterste.

Bij herten, die een soortgelijk gedrag vertonen als paarden en runderen, is vastgesteld dat de levers van de mannelijke dieren die werden geschoten kort na de paartijd, erg vervet waren. Dat duidt bij herkauwers op een stofwisselingsafwijking door gebrek aan voedsel.

Ook mannelijke herten houden er harems op na. De bokken willen andere mannetjes uit de buurt houden en vechten om de hinden. Tussen de gevechten door moeten de bronstige hinden gedekt worden. Dit kost allemaal erg veel energie en tijd om te eten is er nauwelijks.

Wilde zwijnen worden zo'n tien jaar oud. De evers leven solitair, de zeugen in groepen. Alleen als ze biggen hebben leven de zeugen gedurende een beperkte tijd solitair. Als de biggen enige weken oud zijn en vlot kunnen lopen, sluiten de zeugen zich bij elkaar aan. In het begin verdedigt de zeug, bijgestaan door andere zeugen van de rotte (groep) haar biggen furieus. Ze vallen gezamenlijk roofdieren aan – een aanval op een luipaard is vastgelegd – als die te dicht bij de biggen komen. Maar met het ouder worden neemt de zelfstandigheid van de biggen toe en houdt de zeug haar biggen minder nauwlettend in het oog. In het eerste levensjaar sterven dan ook veel biggen. Slechts 15% wordt oud genoeg om zelf aan voortplanting toe te komen. In de vrije wildbaan brengen vrouwelijke zwijnen eens per jaar een worp. En bij uitzondering, onder heel gunstige omstandigheden met een zeer ruim voedselaanbod, kunnen ze twee worpen brengen.

Kippen kunnen in goede omstandigheden acht tot tien jaar oud worden, dat wil zeggen in gevangenschap in een vrije ruimte. Voorwaarde is ook dat de kippen slechts een beperkt aantal eieren per jaar leggen.

Hoeveel jonge kippen al door roofdieren verorberd zijn, voordat ze de leeftijd hebben bereikt waarop ze zich kunnen voortplanten is niet bekend. Maar het zijn er ongetwijfeld veel.

Kippen krijgen in de vrije natuur maximaal 30 nakomelingen per jaar. Toch neemt het aantal kippen in de vrije natuur, waarin geen enkel dier wordt beschermd, niet toe. Dit betekent dat ruim 90% van de kuikens ten offer valt aan roofdieren.

Wolven en katachtigen kunnen een leeftijd van ongeveer twaalf jaar bereiken. Dan gaan door tandsteenvorming gebitselementen verloren. Ze kunnen hun plaats in de groep niet meer verdedigen en zijn niet meer in staat goed te jagen. Einde verhaal.

Verder geldt voor deze diersoorten nog duidelijker dan voor herkauwers en paarden, dat de winter een periode van voedselgebrek is. De welpen hebben nauwelijks iets te vreten, waardoor veel welpen hun eerste winter niet overleven. Is het zo dat de welpen in het vroege voorjaar nog gegund wordt iets te eten, in een periode van gebrek geldt het recht van de sterkste. De alfadieren eten eerst, pas dan is er plaats voor de rest van de roedel. En met een verminderd aanbod aan voedsel laat zich raden wat het lot is van een groot deel van de jonge dieren.

Maar hoe oud worden nu onze boerderijdieren?

Om te beginnen de leeftijd van onze melkkoeien. In Nederland zijn de melkkoeien gemiddeld bijna vier jaar productief. Ze worden geslacht op een leeftijd van ongeveer zes jaar. Maar hier staat tegenover dat veel meer kalveren het eerste jaar overleven dan in de natuur. Het percentage dieren dat ouder wordt dan een jaar is ruim 90%. Dat is te danken aan de inbreng van de mens: bescherming tegen hun natuurlijke vijanden, hulp bij geringe afwijkingen, medicijnen als er infecties optreden en voortdurende zorg voor voldoende voedsel.

De mens houdt een groot aantal kalveren in leven die in de vrije natuur ten prooi zouden zijn gevallen aan roofdieren. We bieden hulp bij de geboorte als de moederkoe of de merrie moeilijkheden heeft met het ter wereld brengen van haar jong. En we verzorgen het moederdier als er tijdens de bevalling inscheuringen ontstaan en ontstekingen optreden. Bovendien hebben de jongen niets te duchten van roofdieren. Er vallen daarom veel minder dieren uit dan in de vrije wildbaan het geval is. Het gevolg is echter weer wel dat de mens gaat selecteren in de dieren die in zijn koppel leven.

Een melkkoe moet eens per jaar een kalf brengen om de melkproductie optimaal te houden, want na verloop van tijd neemt de melkproductie af. Na een periode van rust (droogstand) opnieuw kalven rendeert in een optimale productie. Ook in de natuur brengen koeien eens per jaar een kalf. Dus wat de veehouder doet – zijn dieren tijdig laten dekken (insemineren) en eens per jaar laten kalven – is volledig conform het natuurlijke gedrag van runderen.

Een veehouder met bijvoorbeeld 100 melkkoeien heeft na een jaar 100 kalveren. De helft ervan is mannelijk en wordt afgevoerd naar een vleeskalverenbedrijf. De 50 vrouwelijke kalveren houdt hij aan. Enkele ervan zullen sterven door ziektes of ongelukken, maar na een jaar heeft hij minstens 45 vrouwelijke kalveren. Een jaar later heeft hij er nogmaals 45, dus totaal 90 vaarskalveren om zijn koeien te vervangen. De keuze is dan tussen een jonge koe (een vaars) waarvan de toekomst veelbelovend is en een koe waarvan hij alles weet. De keuze valt in het algemeen op de vaars. En dat brengt de koe op een leeftijd van gemiddeld iets

meer dan 6 jaar bij de slager. Dit betekent helemaal niet dat onze moderne koeien zwak zijn. Want ook in omstandigheden waarin veel gevraagd wordt van een melkkoe – en 40 liter melk per dag is inderdaad een zware belasting – worden veel koeien erg oud. Zonder selectie zou het aantal koeien in een koppel zeer snel stijgen, waardoor er een enorme overbevolking op het bedrijf zou ontstaan. Kortom, de leeftijd van melkkoeien wordt bepaald door de selectie die veehouders maken.

Bijna alle mannelijke kalveren worden ingezet voor de vleesproductie. Ze worden geslacht op een leeftijd van ongeveer 8 maanden (kalfvlees) of in het tweede levensjaar (rundvlees). Slechts een handjevol stieren wordt aangehouden voor de fokkerij. Die kunnen dan ook redelijk oud worden, maar slechts bij uitzondering ouder dan tien jaar.

Voor paarden is de situatie onduidelijk. Er worden in Nederland jaarlijks veel veulens geboren. Toch neemt het aantal paarden slechts langzaam toe. Er moeten dus paarden verdwijnen, vermoedelijk naar het buitenland. Maar daarover zijn onvoldoende gegevens beschikbaar. Veel veulens zullen in het slachthuis belanden, voordat ze een jaar oud zijn.

Varkens belanden in Nederland in het slachthuis als ze een gewicht van ongeveer 100 kg hebben bereikt. Ze zijn dan zes tot zeven maanden oud. Nog heel jong dus, zelfs nog voordat de wisseling van de tanden is begonnen. Maar kijken we weer naar wat er in de vrije natuur gebeurt, dan zien we dat ook daar 85% van de dieren sterft voordat ze een jaar oud zijn. Onvoorzichtigheid maakt ze tot een makkelijke prooi voor roofdieren en voedselgebrek leidt al snel tot de dood. En dan zijn er nog ziektes die de levensduur van de jonge dieren beperken. Ook als landbouwhuisdier bereikt slechts zo'n 15% de leeftijd waarop ze zich kunnen voortplanten. Een volledig vergelijkbare situatie dus met wat er in de vrije natuur gebeurt. Alleen beperken niet roofdieren, ziektes of andere ongunstige omstandigheden de levensduur, maar het slachthuis. De mens is de grootste predator geworden. Maar wel na een leven van overvloed aan voedsel, veiligheid en waarschijnlijk verveling.

Zeugen brengen hooguit zes of zeven tomen. Is in de vrije natuur een worp van acht biggen al uitzonderlijk, een modern varken brengt worpen van 12 biggen, en dat ruim twee keer per jaar (2,5 keer). Om dat te bereiken moet de mens zorg dragen voor een overvloedig rantsoen, zodat de energievoorziening voor de zeug voldoende is om meer dan twee keer per jaar biggen te werpen.

Kippen zijn geselecteerd op eierproductie, tegenwoordig tot 330 eieren per jaar. Toch kunnen ook deze hoogproductieve kippen in volièrés van liefhebbers de leeftijd van een jaar of zes bereiken. En dat geldt zowel voor hanen als voor hennen. Maar in de moderne pluimveehouderij worden de dieren na een legperiode van een jaar geslacht op grond van economische motieven. De moderne legkip wordt dan ook veel minder oud dan biologisch mogelijk is.

Fokkippen, dieren die eieren produceren die de volgende generatie kippen moeten opleveren, kunnen wel een aantal jaren leggen. Maar de leeftijd die de oerkip kon bereiken halen de kippen in de pluimveehouderij nooit meer.

In de hedendaagse veehouderij bereiken dus meer dieren de leeftijd waarop ze zich kunnen gaan voortplanten dan in de vrije natuur. Zeker 85% van alle vrouwelijke dieren haalt die leeftijd, in de vrije natuur hooguit 15%.

10 | **Wat hebben we bereikt?**

Wij hebben huisdieren, omdat ze voor de mens profijt brengen. Hetzij in de vorm van eetbare of bruikbare producten, hetzij omdat ze sportprestaties leveren, werk voor ons doen, of gewoon als gezelschap. En we hebben ze ingezet voor die doelen, waarvoor de dieren van nature het meest geschikt voor zijn. We buiten de van origine in hun genen aanwezige mogelijkheden optimaal uit.



DE WILDE KAT HEEFT AAN DE OORSPRONG GESTAAN VAN EEN GROTE VARIATIE IN KATTENRASSEN

Met de fokkerij hebben we veel bereikt. Hier staat tegenover dat de gedomesticeerde dieren veel van hun oorspronkelijke eigenschappen onomkeerbaar hebben ingeleverd. Heeft de natuur haar eigen harde wijze van selectie, vanaf de domesticatie heeft de mens de selectie overgenomen en bepaald welke eigenschappen in de volgende generatie komen. Bij die selectie heeft de mens echter wel enkele eigenschappen veronachtzaamd, die voor overleving in de vrije natuur onmisbaar zijn.

Domesticatie heeft er ook voor gezorgd, dat het hersenvolume van de gedomesticeerde dieren is verminderd. De Engelse natuuronderzoeker Charles Darwin had reeds geconstateerd, dat het hersenvolume van zijn eigen gefokte duiven kleiner was dan van de wilde verwanten. En zo heeft onze huishond nog slechts 75% van het hersenvolume van een wolf en ons huidige varken nog maar 75% van het hersenvolume van een wild zwijn. Deze waarde is gebaseerd op de verhouding lichaamsgewicht en hersengewicht. De voorouders van ons rund en het paard leven niet meer, dus kan over de verandering van hun hersenvolume geen conclusie worden getrokken.

In enkele opzichten zijn wolven slimmer dan honden. Mogelijk heeft het verlies aan hersenvolume dus ook een relatie met het leervermogen. Maar in gedragsexperimenten is gebleken, dat honden veel beter aanwijzingen van de mens opvolgen dan wolven die gewend zijn aan de mens. Er zijn bij honden kennelijk andere eigenschappen boven gekomen tijdens de domesticatie. Gedomesticeerde dieren vertonen tegenover de mens niet de agressie of de angst van wilde dieren. In hoeverre er een relatie bestaat tussen het relatief afnemend hersenvolume en de gedragsverandering ten opzichte van mensen is een vraag. En misschien zit de kans op domesticatie wel in de genen.

De selectie bij kippen was geconcentreerd op een hogere eiproductie, zonder acht te slaan op andere in de natuur belangrijke aspecten. Zo is bij kippen een eigenschap verloren gegaan, die in de vrije natuur absoluut noodzakelijk is om te overleven: het realiseren van een gestage rui. De huidige gebruikskip ruit niet zoals haar voorouders veer voor veer, waardoor tijdens de rui het lichaam toch volledig bedekt blijft, maar laat haar veren in groten getale tegelijk vallen. Kijk maar eens naar moderne legkippen op een scharrelboerderij met uitloop. In het najaar, tijdens de rui, lopen die kippen gedurende enige weken of maanden met een kale rug. Kippen zijn duidelijk in die éne richting geselecteerd, met voorbijgaan aan andere eigenschappen die in de natuur noodzakelijk zijn. Want wat moet een kip met een blote rug in de vrije natuur? Ze zal door de warmte-uitstraling veel makkelijker gevonden worden door roofdieren dan de volledig bevederde soortgenoten.

De moderne kip wordt ook bijna niet meer broeds, zij heeft alleen belangstelling voor voedsel opnemen en eieren leggen. En dat verlies kan nooit meer ongedaan gemaakt worden door verder te fokken met deze kippenmerken (in de moderne intensieve veehouderij spreekt men niet meer van rassen, maar van merken).

OUD-HOLLANDSE HOENDERRASSEN

- 1 FRIES HOEN
- 2 GRONINGER MEEUW
- 3 DRENTS HOEN
- 3A DRENTSE BOLSTAART
- 4 TWENTS HOEN
- 5 WELSUMER
- 6 HOLLANDS HOEN
- 7 NEDERLANDSE UILEBAARD
- 8 KRAAIKOP
- 9 BRABANTS HOEN
- 10 BRABANTER
- 11 CHAAMS HOEN
- 12 BARNEVELDER
- 13 LAKENVELDER
- 14 NEDERLANDSE BAARDKUIFHOEN
- 15 ASSEDELFTER
- 16 NOORDHOLLANDSE BLAUWE
- 17 HOLLANDS KUIFHOEN



DE NEDERLANDSE REGIONALE KIPPENRASSEN. VEEL VAN DE GENETISCHE VARIATIE BIJ DEZE KIPPEN IS VERLOREN GEGAAN

Wetenschappers hebben vastgesteld, dat 50% van de genetische variatie die bij de Westeuropese landrassen aanwezig was, verloren is gegaan bij de moderne eierproducerende gebruikskip. Voor vleeskippen, alleen geselecteerd op zeer snelle groei, is dat percentage zelfs 90%! Wij mensen hebben alleen die genen in stand gehouden, die we nuttig vonden.

Wij hebben koeien gefokt die probleemloos 40 liter melk per dag kunnen produceren. Daardoor zijn de uiers van de koeien veel groter geworden, een

handicap voor soepel en snel bewegen. In de vrije natuur zou een dergelijk pakket een ernstige handicap zijn bij vlucht of verdediging. In hoeverre dit gepaard is gegaan met een versmalling van de genetische variatie is niet meer te achterhalen, omdat hun voorouders zijn uitgestorven. Maar we kunnen aannemen dat ook bij koeien een versmalling van de genetische variatie is opgetreden.

We hebben varkens gefokt die veel langer zijn dan hun voorouders en mooie ronde billen hebben. Goede karbonades en hammen, maar dat heeft niet geleid tot atleten. Vrijgelaten in het wild zullen moderne varkens zeer snel op het menu van roofdieren komen. Het wilde zwijn haalt een snelheid van wel vijftig km per uur, ons huisvarken komt hooguit tot twintig km per uur. Traag lopende dieren dus met een schommelende galop, die zich nauwelijks zouden kunnen verdedigen tegen een groep goed samenwerkende wolven.

Er is nog niet onderzocht in hoeverre de oorspronkelijke genetische variatie achteruit is gegaan. Maar we mogen gevoeglijk aannemen, dat net als bij kippen de genetische variatie bij ons huidige varken veel minder is dan bij zijn voorvader, het wilde zwijn. Maar dat dit varken en het wilde zwijn een en dezelfde soort zijn, blijkt wel uit het feit dat wilde zwijnen en varkens kunnen worden gekruist en dat hun nakomelingen vruchtbaar zijn. De selectie van onze varkens heeft aan de chromosomen niets veranderd, maar zeker wel een vermindering van de variatie in de genen veroorzaakt.



KOEIEN ZIJN HOOFDZAKELIJK GEFOKT OP HUN MELKPRODUCTIE. DE MODERNE KOE BESCHIKT DAN OOK OVER EEN UIER DAT EEN HOGE PRODUCTIE AANKAN

Ongetwijfeld is ook veel van de genetische variatie van schapen en geiten verloren gegaan, maar daarover zijn nog geen harde gegevens gepubliceerd.

We hebben paarden gefokt die voor vele doeleinden inzetbaar zijn. Domesticatie van paarden heeft waarschijnlijk op diverse plekken en uitgaande van verschillende wilde paardensoorten plaats gevonden. De verschillen tussen de diverse paardentypen zijn zo groot dat wetenschappers vier verschillende voorouders van de moderne paardenrassen onderscheiden.

Er zijn trekpaarden, die in het verleden een ongelooflijk belangrijke rol hebben gehad in onze maatschappij. Met dergelijke paarden konden we het land bewerken en zware vrachten transporteren. Die functies hebben ze nagenoeg geheel verloren. Alleen in de bosbouw worden weer meer trekpaarden gebruikt. De inzet van paarden voor het slepen van bomen uit bossen veroorzaakt namelijk minder schade dan het gebruik van machines.

Verder hebben we rijpaarden (voor sport en plezier) en tuigpaarden (voor rijtuig en koets) gefokt uit de verschillende gedomesticeerde types paarden. En ook heel kleine paarden. Sommige zijn zo klein, dat we ze niet meer kunnen inzetten voor werkzaamheden.

Paarden zijn minder ver van hun voorouders af komen te staan dan de andere diersoorten. De voorouders van paarden leven echter niet meer, en dus is deze vergelijking niet echt te verifiëren. Het is erg aannemelijk dat vrijwel alle paardenrassen, mits in een omgeving met voldoende voedsel, zich in de vrije natuur zelfstandig kunnen handhaven.



OOK IS ER EEN GROTE VARIATIE IN PAARDEN GEFOKT

Honden zijn geselecteerd op basis van hun gebruikseigenschappen. We hebben honden die gespecialiseerd zijn voor de jacht, voor het apporteren van geschoten wild, voor het opjagen van wild, honden voor de verdediging van het erf en onszelf, honden die het vee hoeden en vele soorten gezelschapshonden. Die laatste soort alleen omdat de mens die zo leuk en gezellig vond.

Slechts enkele hondenrassen zouden zonder zorg van de mens prooien kunnen vangen en in het vrije veld overleven. Een Pekinees bijvoorbeeld heeft in de vrije natuur geen schijn van kans een prooi te bemachtigen, laat staan te overleven. En zo hebben we nog veel meer types en rassen gefokt, die heel erg ver van hun oorspronkelijke voorouder staan.

Al met al hebben wij mensen de oorspronkelijke dieren omgevormd naar ons model. We hebben de rol die Darwin aan de natuur heeft toegeschreven, 'the survival of the fittest' – een uitdrukking overigens die niet van Darwin is, maar van de bioloog Herbert Spencer – op ons genomen. Wij hebben bepaald welke dieren voor ons het meest geschikt waren.

Een vergelijking van het leven en gedrag van onze huisdieren met hun wilde verwanten is dan ook ver gezocht. Onze huisdieren lijken niet meer op hun wilde verwanten. Ze zijn door gerichte fokkerij eigenlijk omgevormd tot totaal andere diersoorten, waarvan gedrag, verzorging en houderij ook anders moeten worden beoordeeld. Deze door de mens gefokte dieren zijn geheel en al afhankelijk van onze bescherming en verzorging. Dat is dan ook onze plicht. Tevens moeten ze wel een dierwaardig bestaan kunnen leiden. En daarover zijn nog wel wat opmerkingen te maken.

De essentiële voorwaarden die worden gesteld aan de huisvesting en verzorging van huisdieren omvatten als belangrijkste punten de beschikbaarheid van water en voedsel. Daarnaast moeten ze vrij van ziektes blijven, bewegingsvrijheid hebben en de mogelijkheid het natuurlijk gedrag te uiten.

We kunnen zonder meer stellen, dat in de moderne veehouderij aan de voorwaarden van eten en drinken wordt voldaan. Veehouders verzorgen hun dieren goed, het ontbreekt ze aan niets, enkele uitzonderingen daargelaten. Ze hebben het veel beter dan in de vrije natuur, waar alle dieren gedurende een periode van het jaar gebrek aan water en voedsel hebben.

Dieren in de vrije natuur zijn dan ook zuinig met energie. Sporten zoals voor de mens is aanbevolen doen dieren absoluut nooit. Ze spannen zich in om een prooi te bemachtigen (roofdieren) of om juist uit de klauwen en tanden van roofdieren te blijven. Maar als het even kan bewegen alle dieren zo weinig mogelijk om energie te sparen. Ze hebben alle energie, opgeslagen in de vorm van vet, nodig om gedurende de slechte (winter)periode in leven te blijven. Een groot deel van de dieren overleeft een dergelijke periode echter niet.

In dat opzicht hebben onze nutsdieren en gezelschapsdieren het heel veel beter. Ze hebben in de maanden of jaren dat ze leven altijd voldoende voer.

Voor nutsdieren bepaalt de veehouder het einde van hun leven en dat is als hij ze naar het slachthuis stuurt. De predatorrol van de roofdieren in de vrije natuur is overgenomen door de mens.

Een kip heeft de neiging in de grond te krabben, om te scharrelen, maar is tevreden met een beperkt oppervlak. Een ruime kooi binnenshuis met krabmogelijkheden is al een hele vooruitgang.

De meeste varkens leven in donkere hokken om ze zo rustig mogelijk te houden, en dus harder te laten groeien. Rondom alleen beton, makkelijk schoon te houden en dus goed voor de hygiëne. Een varken heeft de behoefte om in de grond te wroeten, maar dat hoeft niet persé in de buitenlucht. Een stalvloer met allerlei dingen die het dier kan opduwen zou al prettig hem zijn. Misschien gaat enige activiteit met speelvoorwerpen in het hok wel iets ten koste van de groei, maar dat moet de mens dan maar voor lief nemen voor een dierwaardig bestaan.

Een koe moet de hele dag voedsel ter beschikking hebben. We hebben melkkoeien gefokt, die in alle omstandigheden veel melk produceren. Hun hormoonhuishouding dwingt hen daartoe, een gevolg van de selectie door de mens. Zelfs in situaties dat het rantsoen ontoereikend is. De koe vermagert dan en kan ziek worden.

Alleen gras is voor hoogproductieve koeien onvoldoende. In een goed rantsoen is mede daarom veel krachtvoer opgenomen. Hoogproductieve koeien zijn dan ook altijd een deel van de dag binnen in de stal om te vreten van een hoogwaardig rantsoen. De koe neemt daar veel meer energie op dan met alleen weidegang.

Daarnaast wil een melkkoe rust, buiten of binnen. En ze wil ook een zachte ondergrond. Beton is niet prettig voor haar klauwen. Dus de betonnen roosters waarop de koeien nu worden gehouden zouden vervangen moeten worden door zand of stro. Maar, dan kan er wel een probleem met de hygiëne ontstaan. Voor schapen en geiten geldt een ongeveer identiek verhaal.

Deze veranderingen in de huisvesting kosten geld. Dan moet de prijs die wij voor onze melk, karbonades en eieren betalen wel wat omhoog. Dat moeten we over hebben voor het welzijn van de dieren die ons bestaan aangenaam maken en ons ruim van goed voedsel voorzien.

Paarden staan goed verzorgd bij particulieren, maar veelal alleen. Ze ontberen het gezelschap van soortgenoten. Het zijn nu eenmaal kuddedieren. Een geit erbij zetten, zou al een stap in de goede richting zijn.

Een steeds terugkerende opmerking is ook, dat de dieren niet meer zo oud worden als vroeger. In de moderne veehouderij zijn het kasplantjes geworden. Koeien bereiken niet meer dezelfde hoge leeftijd als vroeger. De indruk wordt gewekt, dat koeien niet meer zo sterk zijn als voorheen. Waar komt de veronderstelling dat de moderne koe zwak is toch vandaan?

Veehouders willen een zo hoog mogelijke productie. Een kwestie van efficiëntie. Logisch, want als consumenten willen we een zo goedkoop en goed mogelijk voedselpakket. Melkkoeien produceerden in 1950 ongeveer 4.500 kg melk. In 2008 bedroeg de gemiddelde productie in Nederland 8.500 kg. Dit is deels te danken aan het sterk verbeterde voer en deels aan de fokkerij. Maar de productieverhoging leidt tot het idee dat de melkkoeien erg teer zijn geworden, uitgemolken worden en niet meer worden gezien als dier maar uitsluitend nog als 'fabriek'. Een idee dat wordt versterkt door het feit, dat in Nederland melkkoeien worden geslacht op een leeftijd van ongeveer zes jaar.

Er zijn vele koeien die vijftien jaar of ouder worden en een levensproductie van 100.000 kg melk realiseren. Toch zijn ze dan nog steeds niet versleten. De veehouders kregen een onderscheiding voor deze koeien. Maar het aantal onderscheidingen liep te hoog op. Dat heeft ertoe geleid, dat thans een productie van 10.000 kg vet en eiwit (ongeveer 135.000 liter melk) de norm is voor een onderscheiding. En een melkkoe verricht een dergelijke prestatie echt niet in korte tijd. Ze heeft daarvoor vele jaren nodig. Kortom, ook de moderne koe kan heel oud worden. Ouder dan haar soortgenoten in 1950!

De moderne koe is dus allerm minst een zwak kasplantje. Het is een zeer robuust dier. De moderne koe is net zo robuust als haar wilde voorouders, en minstens net zo sterk als de melkkoeien uit het verleden die slechts 15 liter melk per dag gaven. Maar de efficiënte manier van werken op moderne veebedrijven maakt het noodzakelijk tijdig keuzes te maken welke dieren moeten verdwijnen en welke kunnen blijven. In Nederland is namelijk geen ruimte meer voor verdere uitbreiding van het aantal koeien. Het gevolg is een gemiddelde leeftijd van iets minder dan viereneenhalf jaar.

Het is de selectie die de veehouder toepast, waardoor de gemiddelde slachtleeftijd iets meer dan zes jaar bedraagt. In feite ongunstig voor het milieu. De lange opfokperiode van twee jaar brengt veel mest in het milieu zonder dat daar productie van vlees of melk tegenover staat. Gunstiger zou zijn veel minder jongvee op te fokken en de volwassen koeien langer aan te houden. Maar dan moet de veehouder veel meer vrouwelijk jongvee afvoeren.

Er bestaat een mogelijkheid om met hormoonbehandeling de melkproductie te verhogen en langdurig in stand te houden. Elk jaar een kalf is dan niet meer nodig. Voor dit doel spuit men de koe in met bovienne somatropine (bst), een groeihormoon uit de hypofyse dat de melkproductie in stand houdt. Met een dergelijke behandeling grijpt men in op de hormoonhuishouding van de koe, waardoor de normale, fysiologische melkproductiedaling niet meer optreedt. Dat is een kunstmatige ingreep, die het natuurlijke verloop van de melkgift geweld aandoet en de koe tot productiemachine degradeert. Daarom is het gebruik van bst in Europa dan ook verboden.

Alle dieren produceren methaan. Bij de koe gebeurt dat tijdens de fermentatie in de pens. Methaan is een broeikasgas en heeft dus mogelijk nadelige invloed op het milieu. Ook paarden dragen hier aan bij door het fermentatieproces in de blinde en dikke darm. Varkens – en zelfs mensen – produceren eveneens methaan, zij het in meer bescheiden hoeveelheden.

De biochemische reacties in de pens van herkauwers en in de dikke darm van paarden en varkens zijn fundamenteel dezelfde als de reacties in de bodem van moerassen en regenwouden. Daarin wordt methaan geproduceerd bij de afbraak van dode planten door de bacteriën in de bodem. Maar de kernvraag is, hoeveel meer methaan produceren onze landbouwhuisdieren dan hun wilde voorvaders. Ontelbare bizons bevolkten de vlakten van Noord-Amerika en in Afrika liepen er zeer grote aantallen buffels over de vlakten. En die moeten met zijn alle een enorme hoeveelheid methaan hebben geproduceerd. Bovendien leverden ook wilde paarden en later zebra's een flinke bijdrage.

Een vergelijkend onderzoek naar de methaanproductie door deze in de vrije natuur levende dieren en de productie door de huidige populaties landbouwhuisdieren is tot heden niet uitgevoerd. Maar dat de methaanproductie door de wilde voorouders aanzienlijk moet zijn geweest ligt voor de hand. In hoeverre de geconcentreerde dierhouderij een groter gevaar is voor ons milieu dan de verspreid over de wereldbol levende wilde dieren blijft dan ook een vraag.



HERKAUWERS PRODUCEREN METHAAN

Runderen zijn zuivere planteneters. Maar enkele tientallen jaren geleden hebben voederproducenten ontdekt dat delen van koeien, die na het slachten niet voor menselijke consumptie werden gebruikt, grote hoeveelheden voedingsstoffen bevatten. Die vond men toen prima geschikt als aanvulling in diervoeders. Daarmee heeft men van runderen kannibalen gemaakt met later onverwachte gevolgen.

Bij menselijke kannibalen in Nieuw-Guinea kwam de ziekte Kuru voor, een hersenziekte verwant aan Creutzfeldt-Jakob. De Papoea's hadden de gewoonte de hersenen van overwonnen of gestorven mensen te consumeren. Ook de hersenen van zieke mensen. En in de hersenen van mensen die leden aan de ziekte Kuru is een eiwit aanwezig, dat aanzet tot verandering van eiwitten in de hersenen van de eter. Die werd op zijn beurt ziek en zo werd de ziekte in stand gehouden. Pas nadat het kannibalisme was uitgeroeid is de ziekte Kuru verdwenen.

Door van runderen kannibalen te maken heeft de mens de gekkekoeienziekte veroorzaakt, bse (boviene spongiforme encefalopatie). Een groot probleem voor de moderne rundveehouderij, vooral omdat er verdenkingen zijn dat bse bij de mens een variant van Creutzfeldt-Jakob kan veroorzaken.

Gelukkig is het thans wereldwijd verboden restanten van koeien aan koeien te voeren. Het kannibalisme van koeien is dus de wereld uit. Maar in feite had de mens er nooit aan moeten beginnen. Een rund is geen kannibaal, eet ook in de vrije natuur nooit lichaamsdelen van andere dieren, laat staan soortgenoten.

Het moderne varken heeft op het moment dat het wordt geslacht een laag percentage vet, veel lager dan zo'n vijftig jaar geleden gebruikelijk was. De gerichte fokkerij heeft dat tot stand gebracht. De mens heeft varkens gefokt, waarvan de hormoonhuishouding een dergelijke groei reguleert.

Het varkensvoer is tegenwoordig zeer hoogwaardig. De varkens groeien zo snel en houden zoveel energie over, dat ze reeds na zeven maanden berig worden en dus op een leeftijd van elf maanden hun eerste toom kunnen werpen. Ze hebben dan nog een melkgebit. Een compliment dus voor de voederindustrie.

Maar dat hoogwaardige voer roept ook reacties op in de zin van: varkens vreten op wat ook mensen zouden kunnen consumeren. Dit is gedeeltelijk waar: een varken heeft dezelfde voedingsstoffen nodig als de mens, en ook nog eens in ruwweg dezelfde samenstelling. Echter varkensvoer, eigenlijk alle diervoeders, wordt gemaakt uit restanten van de voedingsmiddelen voor mensen. Varkens krijgen hoofdzakelijk dat voorgezet wat overblijft van de grondstoffen die de voedingsmiddelenindustrie heeft gebruikt voor de productie van levensmiddelen.

Hier staat tegenover dat er in andere landen veel soja wordt geteeld die uitsluitend bestemd is voor diervoeders. En daarbij kan een vraagteken worden gezet. Kan die productie niet eerst ten goede komen aan de mensen ter plaatse, waarna alleen de restanten voor de productie van diervoeders worden geëxporteerd?

Ook al vreten huisdieren dan veelal restanten van voor de mens geïmporteerde grondstoffen, feit is en blijft dat er in Nederland ook grote hoeveelheden voer worden geïmporteed. Daarvan leven, groeien en produceren onze nutsdieren. En heel veel van de producten die de veehouderij voortbrengt worden weer geëxporteerd. Maar die exportproducten bevatten slechts een klein deel van de mineralen die met de geïmporteerde voedermiddelen in ons land zijn gekomen. Met de mest komt een heel groot deel daarvan in onze bodem terecht. Een uit het oogpunt van evenwicht in de natuur onwenselijke situatie. En daarbij moeten we vaststellen, dat de grond in de exporterende landen verarmt.

Varkens zijn alleseters, ze eten ook kadavers en insecten. Ze wroeten in de grond op zoek naar insecten, knollen en ander plantaardig voedsel. Varkens kunnen, als ze vrij kunnen wroeten en voedsel opnemen, geïnfecteerd raken met bijvoorbeeld *Trichinella*, een parasiet. *Trichinella* infecties komen voor onder vleesetende dieren en ratten. Dus als een varken een besmet kadaver eet, kan het zich infecteren met deze parasiet. *Trichinella*-infecties bij varkens waren goeddeels uit Nederland verdwenen. Maar met de introductie van scharrelvarkens, die vrijelijk in de grond kunnen wroeten en van alles kunnen binnenkrijgen, nam het aantal varkens met *Trichinella*-infecties weer toe. En als mensen onvoldoende gekookt vlees van een besmet varken eten, raken ook zij geïnfecteerd. De parasiet penetreert vooral de ademspieren en maakt ademen erg moeilijk en op den duur met de dood als gevolg. Het is toch wat als je door verzwakte ademspieren niet eens meer je laatste adem kunt uitblazen.

Mogelijk is de infectie met *Trichinella* de reden geweest voor het verbod op het eten van varkensvlees. De Koran (Soera 2:173) verbiedt het, maar ook de Bijbel (Leviticus 11.3, 11.7, en Deuteronomium 14.6 en 14.8). Vlees van spleethoevigen die herkauwen kan worden gegeten, vlees van andere spleethoevigen is onrein. Toch wordt in de westerse wereld varkensvlees het meest gegeten.



GEZELSCHAPSHONDEN WERKEN NIET. SOMS
WORDEN ZE ZELFS VERVOERD EN HOEVEN ZE
OOK NIET MEER TE LOPEN

Voor een efficiënte productie houden we onze nutsdieren, hoofdzakelijk koeien, varkens en kippen, in grote groepen, dicht bijeen. Daaraan zijn nadelen verbonden. Als een ziektekiem binnenkomt in een grote groep is het leed veelal niet te overzien. Alle dieren worden ziek. En zeker als het een ziektekiem betreft die de mens kan infecteren, is het voor de hand liggend dat alle dieren moeten worden gedood en vernietigd, eufemistisch ruimen genoemd.

Tegenstrijdig lijkt echter dat als het een ziekte betreft waarvan mensen nooit of te nimmer ziek zullen worden, ook alle dieren worden geruimd. Maar wij mensen hebben nu eenmaal bepaald dat wij enkele ziekten niet meer in de veehouderij willen hebben. Handelsbelangen liggen daaraan ten grondslag. Mond- en klauwzeer (mkz) is daarvan een voorbeeld. Wij worden daarvan niet ziek, maar wel runderen, schapen, geiten en varkens.

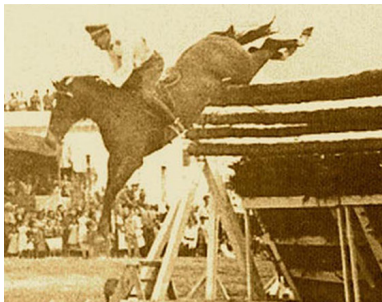
De verschijnselen zijn verschrikkelijk. De klauwen van deze spleethoevigen raken ernstig ontstoken en de dieren kunnen niet meer staan van ellende. Toch sterft nog geen 10% van deze dieren aan de gevolgen van deze ziekte. De meeste dieren knappen na een periode van ernstige ziekte weer op. Er is echter wel andere schade.

Bij melkkoeien treedt een sterke daling van de melkproductie op en de groei – dat betekent ook de vleesvorming – raakt ernstig verstoord bij runderen, varkens, schapen en geiten. En dat willen de veehouders niet. Daarom moet de ziekte worden uitgebannen.

Ook bestaat de mogelijkheid dat de ziektekiem zich verspreidt met de dieren of producten die deze dieren leveren (export), door de lucht of via vogels, via gebruiksvoorwerpen en zelfs via de mens. In andere streken en zeker het buitenland wil men de veestapel behoeden voor gezondheidsrisico's dan wel besmetting en probeert men ervoor te zorgen dat geen enkel dier of product uit een geïnfecteerd gebied hun territorium binnenkomt. Er worden handelsbeperkingen ingesteld.

Daarom heeft een land met een geïnfecteerde veestapel er groot belang bij zo snel mogelijk weer de status 'gezond' te krijgen. En daarvoor bestaat maar een mogelijkheid: alle geïnfecteerde dieren ruimen en ook de dieren die misschien geïnfecteerd zijn.

Het is mogelijk te vaccineren tegen mond- en klauwzeer. Maar zoals eerder beschreven, zouden er zich dragers van het mkz-virus onder het gevaccineerde vee kunnen bevinden. En dan bestaat het risico, dat er toch geïnfecteerde dieren worden geëxporteerd. En dat willen we natuurlijk niet. Daarom is dan ook in allerlei internationale verordeningen vastgelegd niet te vaccineren tegen mkz. Keerzijde is dat de dieren geen immuniteit vormen tegen het mkz-virus en dus gevoelig blijven voor de ziekte. Het argument daarbij is, dat een ongevaccineerde veestapel zonder ziekteverschijnselen een garantie is dat de ziektekiem niet voorkomt. Een benadering die niet alleen geldt voor mkz, want de lijst met ziektes in de officiële reglementen is lang.



WILDE PAARDEN LOPEN LIEVER OM EEN OBSTAKEL HEEN DAN EROVER TE SPRINGEN. DE MENS HEEFT PAARDEN GEFOKT DIE GRAAG SPRINGEN. DE CHILEENS-ENGELSE VOLBLOED HUASO SPRONG IN 1949 OVER EEN HINDERNIS VAN 2.47 METER. GEEN PAARD HEEFT OOIIT HOGER GESPRONGEN

Overigens zijn onze huidige landbouwhuisdieren wel degelijk in staat ziektekiemen te overwinnen en immuniteit op te bouwen. Het zijn allerminst kasplantjes, zoals wel wordt gesuggereerd. Hun weerstand zit vooral in een goed functionerend afweersysteem en daarvoor moeten de dieren goede voeding krijgen. Daar is anno 2011 niets mis mee. Het voer voor de dieren is veel beter dan in het verleden.

Kortom: laat dieren doen voor de mens waar ze goed in zijn. Dat was toch het uiteindelijke doel van de domesticatie.

Woord van dank

Het schrijven van een boek begin je alleen: gedachten en meningen toevertrouwen aan een leeg Word-document op het beeldscherm van je laptop. Maar na enige tijd krijgt een boek vorm en zijn sparringpartners essentieel. Veel dank ben ik dan ook verschuldigd aan Henk van 't Schip en Ben ten Hove, alsmede Paul Rambags en Harry Elsinghorst voor het kritisch doorlezen van het concept en hun opbouwende kritiek.

De illustraties in het boek zouden er nooit gekomen zijn zonder de hulp en inbreng van met name Rienk van der Berg, Wim van Gemert en Willem Ellink. Tot slot ben ik dank verschuldigd aan het bestuur en de andere vrijwilligers van het Nationaal Veeteelt Museum in Beers voor hun ondersteuning, in het bijzonder aan Hans Nachtweh voor zijn redactionele begeleiding.

Zaltbommel, april 2011

Geraadpleegde bronnen

- Albert F.W et al., Genetic Region For Tame Animals Discovered: Horse Whisperers, Lion Tamers Not Needed, *Genetics*, 2009.
- Albert F.W. et al., Genetic Architecture of Tameness in a Rat Model of Animal Domestication, *Genetics*, 2009.
- Andersson L., Genetics Of White Horses Unravelled: One Mutation Makes Ordinary Horses Turn Grey, Then White, Very Young, *Nature Genetics*, 2008
- Butler J.A., Rea S.L., Longevity Breakthrough: Scientists 'Activate' Life Extension in Worm, Discover Mitochondria's Metabolic State Controls Life Span, *Science Daily*, 2010
- Clutton-Brock J., *A Natural History of Domesticated Animals*, 1987.
- Darwin C. R., *Origin of Species*, 1872.
- Foote R.H., The history of artificial insemination: Selected notes and notables, *American Society of Animal Science*, 2002
- Herman H.A., Mitchel J.R., Doak G.A., *The artificial insemination and embryo transfer of dairy and beef cattle*, 1994
- Lewin B., *Genes*, 1995.
- Muir W.M., Genome-wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2008
- Muir W.M., Modern livestock is bred to be super-productive, *New Scientist*, 2008
- Popesco P., *Atlas der Topographischen Anatomie der Haustiere*, Band I, II, III, 1979.
- Qin J. et al., A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing, *Nature*, 2010
- Roitt I., *Essential Immunology*, 1991.
- Rubin C.J. et al., Whole-genome resequencing reveals loci under selection during chicken domestication, *Nature*, 2010.
- Sohal R.S., Weindruch R., Oxidative Stress, Caloric Restriction, and Aging, *Science*, 1996
- Spek G.J., Montizaan M., Wilde zwijnen en mast, *De Jager*, 2005
- VonHoldt B.M. et al., Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication, *Nature*, 2010

Elektronisch Leerboek Fokkerij, 2009

Verder is veel achtergrondinformatie beschikbaar via:

<http://www.sciencedaily.com> en <http://nl.wikipedia.org/wiki>

Trefwoorden: horse, cattle, dog, cat, sheep, goat, chicken, mitochondria, cell, metabolism, spermatozoon, oöcyt, immunity, genetics, domestication, aging, 'good' bacteria.

Herkomst foto's

Een deel van de in dit boek weergegeven foto's is afkomstig uit het archief en van enkele vrijwilligers van het Nationaal Veeteelt Museum in Beers. Verder werden foto's ter beschikking gesteld door de volgende personen en organisaties:

Nanda Alstede-Schols (120)

Hinke Fiona Cnossen (124)

Tjebbe Hunink (30)

Alice van Kempen (72)

Nico Koeneman (106)

Helma Kot (95, 124)

Kevin Linforth (81)

Mike Melis (18)

Eite Oosterveld (11)

Rollin Verlinde (120 centrale beeld)

CRV (36, 47, 57, 59)

Dierenkliniek en dekstation Enterbrook (132)

Dreamstime (17, 23, 38, 48, 51, 52, 69, 71, 72, 91, 93, 98, 99, 115, 124, 128)

Erven Loosjes/Hengeveld (92)

Faculteit Diergeneeskunde (58)

IVO Zeist (35, 80)

Kennisbank Zeldzame Landbouwhuisdieren (13, 21)

Raad van Beheer op kynologisch gebied (72)

Robin Hood Stables (72)

Spaarnestad fotoarchief (56)

Stichting Fonds voor Pluimveebelangen (24, 122)

Topigs (70)

Veeteelt (50, 60, 67, 93, 123)



Raad van Beheer

Voor alle (ras)honden!

Tevens zijn foto's gebruikt uit particuliere verzamelingen, terwijl er ook uit de vermelde boeken en tijdschriften fotomateriaal is overgenomen. Hiervan waren de oorspronkelijke makers niet altijd te achterhalen.

