

## 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

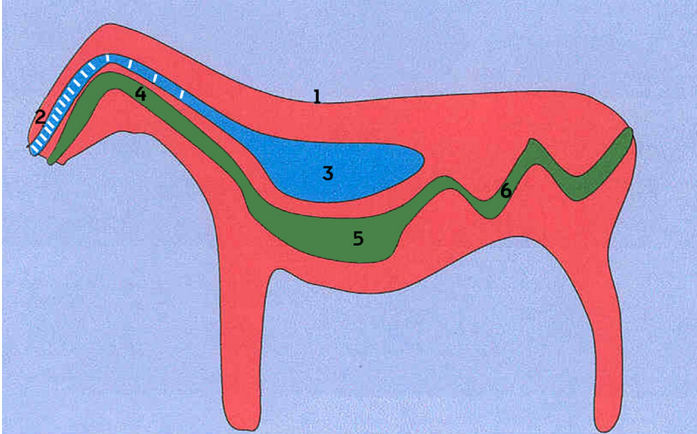
In de vrije natuur bestaat een zeer effectief proces om de darmflora en de huidflora te vormen. Als een gezond moederdier moet baren zondert zij zich af. Bij het persen om het jong te baren komt onvermijdelijk ook wat ontlasting naar buiten. Direct na de geboorte likt de moeder het jong droog. Daardoor 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.

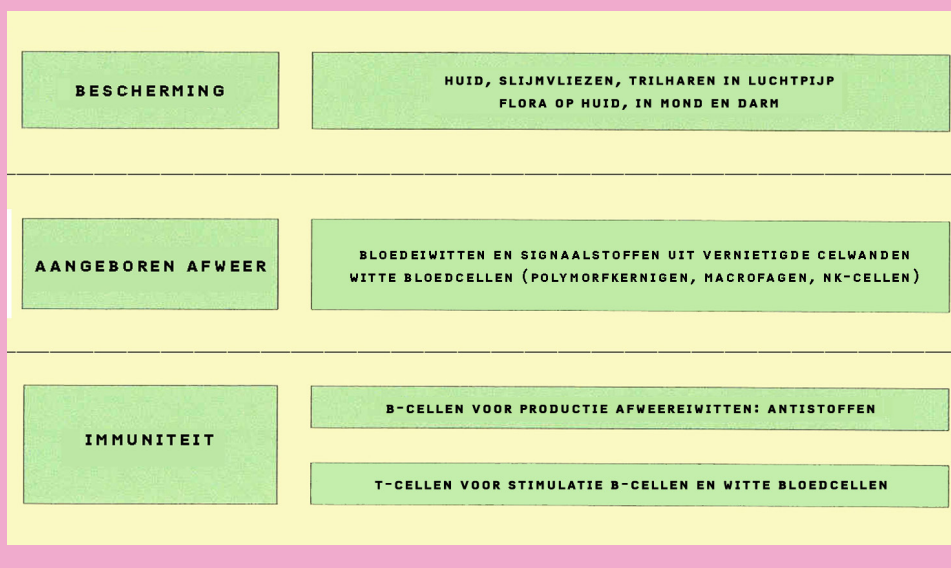
Heel anders gaat het bij individueel gehouden dieren zoals paarden, honden en katten. Als je daarmee de grens over wil, dan **moeten** ze gevaccineerd zijn tegen een groot aantal ziektes. Dus net als bij de mens: als een ziekte een bedreiging voor de gezondheid is, dan is vaccinatie verplicht.

## 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.

