

Hoe zit dat eigenlijk?

K O U D E V O E T E N

Hartje winter. Midden op het ijs, terwijl het tien, vijftien graden vriest, lopen wat meeuwen, eenden of andere watervogels met "blote voeten". Sommige staan zelfs stil, een beetje ineengedoken - de poten op het ijzige ijs. In de verte plotseling beweging van een aantal vogels. Er is iets eetbaars te halen. Zonder moeite, zonder krampachtige bewegingen, zonder te zijn vastgevroren, vliegen de dieren van het ijs op, richting lekkere hap. Nóg enger: Langs de keihard bevroren oeverrand staat, heel langbenig, een reiger die om de een of andere reden de trektocht naar het warme zuiden niet heeft aanvaard en is achtergebleven. De gure wind giert om de onbeschermden dunne poten - de reiger toont niet er last van te hebben. In de perken van de dierentuin zijn zo talloze voorbeelden te zien - ook van zoogdieren. Kamelen bijvoorbeeld die behangelijk in de sneeuw liggen, de poten onder zich gevouwen. We vinden het allemaal heel normaal - maar is dat wel zo? Is het zo gewoon dat de noordelijke sledehonden of de poolvossen bij temperaturen van veertig en meer graden onder nul en in felle sneeuwstormen rustig buiten kunnen slapen? Een mens zou het bij twintig graden onder nul op blote voeten in de sneeuw niet lang uithouden. Die begint helemaal bloot en zich niet bewegend, al bij een graad of 25 boven nul te huiveren; dan moet z'n inwendige kachelkje worden opgepoord, zodat er extra warmte wordt

geleverd. Dat hij zich desondanks in vrijwel elke lage temperatuur op aarde - en op de maan! - kan handhaven, dankt hij aan zijn vernuft om zich zo te kleden, zich in zo'n isolatie te hullen, dat de buitenwereld geen vat op hem heeft. De zool van zijn schoeisel kan vrijwel even koud zijn als zijn omgeving; mits z'n voeten er door allerlei isolerende lagen - leer, bont, wol en lucht - van zijn gescheiden. blijven ze voldoende warm. En komt hij thuis, in de warmte, dan gaan de schoenen uit en kunnen de voeten helemaal op temperatuur komen- en voelt de misschien toch wat verkleumde eigenaar zich kiplekker. Voor een dier dat in de kou leeft, is er veelal geen warme woning, vaak zelfs geen beschutting die soelaas biedt. Het lichaam kan uitstekend worden warmgehouden door dikke pels, veren of vetlaag - en zo'n pakje is dermate perfect dat ook in rust extreme temperaturen kunnen worden doorstaan. Bij beweging of fikse arbeid zelfs nog gemakkelijker, want daarvoor is energie nodig, die door verbranding wordt opgewekt, hetgeen weer warmte oplevert.

Een paar delen van het dierelichaam mogen echter niet behaard of bevederd zijn. Bij zoogdieren zijn dat ondermeer de neus en de delen van de voeten of van de voetzolen, bij de vogels eveneens de voeten en min of meer grote stukken van de poten. Die mogen zelfs niet warm worden. Want de warme voeten van een vogel zouden de sneeuw eronder doen smelten, waarna het water tot ijs zou bevriezen, met gevolg dat het dier vastvroor. En een in ijskoud water zwemmende eend zou zoveel warmte via zijn onbeschermden poten en voeten verliezen, dat het lichaam niet in staat was het verlies aan te vullen. Ook niet bij veel eten, dus grotere verbranding in het lichaam. De eend zou binnen enkele uren dood zijn. Bovendien is de kans op veel eten in de winter heel gering; de dieren mogen blij zijn zoveel te krijgen dat ze in leven blijven.

De vraag is natuurlijk, hoe de "koudeminnde dieren" - en dat geldt ook voor vele vissoorten - in staat zijn die onbeschermden lichaamsdelen koel te houden en toch voldoende warm om niet te bevriezen. Alles zodanig dat er bovendien weinig of geen warmte wordt afgestaan. De oplossing is even ingenieus als simpel en is ook in onze techniek bekend, namelijk een systeem van warmte-uitwisseling. Op de plaatsen waar de betreffende ledematen aan het lichaam zitten, bevindt zich een fijn netwerk van bloedaderen, waarbij een ader steeds vlak tegen een slagader aanligt. Het koude van de "blote ledematen" afkomstige bloed in een ader wordt, tijdens de terugkeer naar het hart, door het warme, in tegengestelde richting

stromende bloed van de aangrenzende slagader geleidelijk op een hogere temperatuur gebracht. Omgekeerd staat het slagaderlijke bloed op dezelfde plaatsen uiteraard warmte af, zodat het aanzienlijk koeler is als de uiterste punten zijn bereikt. De punten tevens, die het koudst moeten zijn, Bij de poolvos zijn dat bijvoorbeeld de voetzolen, waar het bloed vrijwel nul graden is; bij een aantal watervogels varieert het van nul tot vijf graden. Een schitterende oplossing voor een groot probleem, waarbij praktisch geen warmte verloren gaat.

Een systeem dat bovendien dienst kan doen wanneer het lichaam teveel warmte produceert, zoals bij hoger worden van de buitentemperaturen, of bij inspannend werk - de jacht bijvoorbeeld of het trekken van de slee door poolhonden. Via de zwaar geïsoleerde huid vindt de dan ontstane overvloedige warmte geen uitweg - wel door middel van het warmteuitwisselingsysteem. Het gevolg is dat de temperatuur van de blote voetzolen - of van de eenden en andere vogelpoten - stijgt, welke warmte ter plaatse gemakkelijk aan de omgeving kan worden afgegeven. Daarnaast verdwijnt er natuurlijk nog warmte door verdamping van speeksel op de tong, die daartoe door het higgende dier wordt uitgestoken. Terug echter naar de "koude pootjes".

Er kleefde aan die sterke afkoeling nog een moeilijkheid. Ieder die flikk koude handen of voeten heeft, ervaart dat die stijf en gevoelloos worden, soms amper meer te bewegen zijn en pas weer in de warme kamer "ontdooien". Echt bevroren zijn ze in verreweg de meeste gevallen gelukkig niet; de stijfheid wordt voornamelijk veroorzaakt door te lage temperatuur van het weefsel en speciaal het vet. Dierlijk vet wordt bij koude nu eenmaal hard. Voor een constant in vorst vertoevend dier zou dit betekenen dat het zich amper meer kon bewegen. Maar nu is bij onderzoek gebleken dat het vet van de "koude ledenaten" - van andere weefsels weet men het nog niet - in samenstelling afwijkt van het gewone vet uit de rest van het lichaam. Het blijft ook bij lagere temperaturen soepel - analoog dus aan de winterolie in onze auto. Naar gelang het zich hoger in de poot bevindt, wordt even geleidelijk ook het smeltpunt hoger. Met andere woorden: In de poot wordt van boven naar beneden, in overeenstemming met de mate van afkoeling van het bloed, het vet minder snel hard. Zodat poot en voet goed bruikbaar blijven, hoe koud het ook is. Een feit overigens dat in praktische zin al heel lang bekend is. De zogenaamde klauwolie of het klauwvet, afkomstig uit de onderste pootdelen, de "klauwen" van runderen, wordt sinds mensengeugenis gebruikt als middel om leer - schoenen, laarzen - ook in de winter

soepel te houden. Van welk enorm belang dit "wintervet" voor vele dieren is, wordt het best bewezen door de robben, zoogdieren dus, die in de ijskoude poolzeeën rondzwemmen, waarin een mens het nog geen half uur zou uithouden. De robben duiken echter, even soepel als hun verwanten in warme zeeën, achter hun prooi aan. Beschermd door een dikke laag vet die aan de buitenkant praktisch dezelfde temperatuur heeft als het zee-water. Bij proeven bleek dat hun buitenste laag, bij overplaatsing van de dieren in warmer water, zich heel snel aan de nieuwe temperatuur aanpaste, vooral de zwemflappen die, net als de kale vogelvoeten, een sterk regulerende functie bij de warmte-afgifte hebben. Evenmin gaf het problemen wanneer de dieren direct van warm in ijswater werden overgebracht het gaf schrik noch vertraging; de dieren dartelden onverdrot voort alsof er niets was gebeurd.

Net zo onverdrot gedragen zich overigens varkens. die door hun gepro-
nonceerde kaalheid nogal eens veler medelijden oproepen wanneer ze in de winterkou buiten verblijven. Hun speklaag en het feit dat er op die mo-
menten geen warm bloed aan hun buitenzijde wordt "toegelaten" maken dat ze het totongeveer het vriespunt zonder verdere ingrepen best kunnen uit-
houden. Wordt het kouder, dan moeten zij "bijstoken", dat wil zeggen: door inwendige verbranding moet er warmte worden opgewekt. Iets wat bij de mens, zoals hiervoor reeds gezegd, al bij een graad of 26 à 28 ge-
beurt!

Voor dieren die in de kou leven, is een isolerende laag om het lichaam natuurlijk onontbeerlijk. Maar tevens moeten ze in staat zijn, hun bin-
nenste op temperatuur te houden. En daar duikt voor kleine dieren, spe-
ciaal zoogdieren, een probleem op. Want hoe kleiner een dier, des te
groter is naar verhouding het oppervlak waar het kan afkoelen. Een blokje
met een ribbe van tien cm heeft een inhoud van duizen cm^3 en heeft een
oppervlakte van zeshonderd cm^2 . Maar bij een blokje met een ribbe van
één cm, is de inhoud één cm^3 , en de oppervlakte zes cm^2 . Met andere
woorden: Een dier dat duizend maal kleiner is dan een ander, heeft een
slechts 100 keer kleiner oppervlak. In de praktijk betekent het, dat
kleine dieren, beneden het formaat van de poolvos, zich in de barre win-
ter niet open en bloot kunnen handhaven. Ze zouden inwendig zo hard moe-
ten stoken dat ze dag en nacht bezig waren met eten - en zelfs dan zouden
er heel wat niet voldoende brandstof binnen krijgen. Kleine dieren
zoeken dus een hol waarin ze op de meest beroerde momenten en ook

's nachts wegduiken. Of waarin ze een winterslaap doen, waarbij de lichaamstemperatuur door vertraging van de lichaamsfuncties kan worden verlaagd en er langer met de voedselreserve kan worden gedaan. Met het voorgaande in het achterhoofd, wordt het ook duidelijk waarom dieren uit koude streken bijvoorbeeld veel kleinere oren hebben dan hun verwanten uit warmere gebieden: Ze hebben een minder groot afkielend oppervlak. En daarom hebben deze dieren ook veelal kortere poten of een kortere staart.

Hoe het met de afkoeling en de vacht of bevedering van dieren uit warmere streken is gesteld, vormt wellicht een onderwerp voor een andere keer.

H. van de Werken.

Bovenstaand artikel met toestemming overgenomen uit het tweemaandelijks blad "Artis", jaarg.20 no.5. red.