

De liefde gaat door de maag

De liefde gaat door de maag Theorie

Wil Laval
Cees Walst

eerste druk, 2002



Artikelcode: 23037.2

Colofon

Auteursteam: Wil Laval, Cees Walst

Redactie: Studio Maan, Feico Hoekstra, Michelle Heinen

Illustraties: LOI

© 2002 LOI, Leiderdorp, Nederland

De copyrights op dit materiaal berusten bij het LOI te Leiderdorp, het materiaal wordt onder licentie uitgegeven door het Ontwikkelcentrum te Ede.

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

Voorwoord

Deze uitgave bevat de onderwijseenheid 'Anatomie, fysiologie en pathologie a' van de deeltkwalificatie Anatomie, fysiologie en pathologie. Voor de onderwijseenheid is er een uitgave met opdrachten en bronnen en een uitgave met theorie.

Opdrachten

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

Bronnenoverzicht

Om de opdrachten uit te voeren heb je informatie nodig. Hiervoor kun je het bijbehorende theorieboek gebruiken. Maar je kunt ook andere bronnen raadplegen. In het bronnenoverzicht staat waar je allemaal informatie kunt vinden over het spijsverteringsstelsel, het geslachtsapparaat en het urinevormend apparaat. Dit kunnen boeken zijn, maar ook vakbladen, folders, video's, het internet, et cetera.

Theorie

Het theorieboek bevat de theorie die je het meest nodig hebt en die niet gauw verandert. Om het bestuderen en verwerken van de tekst gemakkelijker te maken kun je aan het einde van elke paragraaf verwerkingsvragen maken.

Wij wensen je veel succes bij het werken met deze uitgave.

De auteurs

Inleiding

Van de anatomie en fysiologie van het spijsverteringsapparaat, het geslachtsapparaat en het urinevormend apparaat moet een dierenartsassistent(e) een grondige kennis hebben. In een dierenartsenpraktijk komen immers veel dieren met klachten aan deze stelsels. Een gedegen kennis van het geslachtsapparaat is bovendien noodzakelijk in verband met vruchtbaarheidsbeperkende en -bevorderende maatregelen.

In hoofdstuk 1 wordt het spijsverteringsstelsel besproken. Je leert hoe dit omvangrijke orgaansysteem is opgebouwd en wat de belangrijkste functies van de verschillende onderdelen zijn. Hoofdstuk 2 gaat over het geslachtsapparaat. Hierin wordt het mannelijk en vrouwelijk geslachtsapparaat besproken. Het urinevormend apparaat komt ten slotte in hoofdstuk 3 aan de orde. De vorming van urine en het functioneren van de nier zijn belangrijke processen in het lichaam van een dier.

Inhoud

Voorwoord 5

Inleiding 6

1 Het spijsverteringsstelsel 9

- 1.1 Functie van het spijsverteringsstelsel 9
- 1.2 Mond en mondholte 10
- 1.3 Keelholte 19
- 1.4 Slokdarm 20
- 1.5 Buikholte en maag 21
- 1.6 Darmen 24
- 1.7 Lever 28
- 1.8 Alvleesklier 31
- 1.9 Afsluiting 32

2 Het geslachtsapparaat 33

- 2.1 Ligging en functie van het geslachtsapparaat 33
- 2.2 Geslachtsdeling 33
- 2.3 Het mannelijk geslachtsapparaat 35
- 2.4 Vrouwelijk geslachtsapparaat 40
- 2.5 Hormonen 44
- 2.6 Afsluiting 49

3 Het urinevormend apparaat 50

- 3.1 Samenstelling en functie van het urinevormend apparaat 50
- 3.2 Nieren 50
- 3.3 Urineleiders en blaas 57
- 3.4 Urethra 58
- 3.5 Afsluiting 59

Trefwoordenlijst 61

1 Het spijsverteringsstelsel

Oriëntatie

Eten en drinken is voor alle levende wezens van groot belang. Zonder deze brandstof houden mens en dier het maar heel kort uit. Honden en katten eten, zoals je weet, brokken uit blik en soms een vogel of muis. Maar weet je ook hoe dit voedsel tot ontlasting wordt en op welke manier de bruikbare stoffen uit dit voedsel worden gehaald? In dit hoofdstuk leer je hoe dit proces, dat spijsvertering wordt genoemd, verloopt.

1.1 Functie van het spijsverteringsstelsel

Het spijsverteringsstelsel (ook wel de *tractus digestivus*, *digestieapparaat* of *spijsverteringsapparaat* genoemd) heeft, net als het circulatie- en ademhalingsapparaat, een *transportfunctie*. Het spijsverteringsapparaat voert voedsel van buiten naar het bloed toe. Reststoffen verlaten via het spijsverteringsapparaat het lichaam.

Een dier gaat eten als het honger krijgt. Voor dit hongergevoel is een groepje zenuwcellen verantwoordelijk dat in de hersenen ligt. Deze zenuwcellen meten onder andere de hoeveelheid druivensuiker (glucose) in het bloed. Als de hersenen merken dat er te weinig glucose (of een andere stof) in het bloed zit, krijgt het dier honger. Zijn maag begint te rommelen en roofdieren gaan op zoek naar een prooi. Dorst ontstaat als de hersenen waarnemen dat het slijmvlies van de mond te droog wordt en/of als het bloed te 'dik' wordt.

Voordat een dier iets eet, zal het eerst de geur van het voedsel verkennen. De geur bepaalt mede de smaak van het voedsel. De interpretatie van een geur is gebaseerd op een ingewikkeld samenspel in de hersenen van enerzijds instinct en anderzijds herinnering. Als de geur van voedsel bevalt, zullen de hersenen de speekselklieren aanzetten tot productie van speeksel. Als het dier in de geur van het voedsel iets heel lekkers herkent, ontstaat er zelfs een speekselovervloed: "het water loopt hem in de mond."

Het transporteren van stoffen is niet de enige functie van het digestieapparaat. Voedsel bestaat uit grote brokken die niet direct kunnen worden opgenomen door het bloed. Ze moeten eerst worden verkleind tot kleine deeltjes die door de darm opgenomen en aan het bloed afgegeven kunnen worden. Dit verkleinen van voedsel *verteren* is de tweede functie van het spijsverteringsapparaat en wordt *verteren* genoemd.

Het verteren gebeurt met mechanische kracht (bijvoorbeeld door te kauwen) en op chemische wijze met behulp van zuren, basen en enzymen. Door de spijsverteringsprocessen worden bijvoorbeeld de eiwitten in het voer door diverse enzymen verkleind en afgebroken tot hun eenvoudigste bouwstenen, de aminozuren.

De darmen nemen de aminozuren op en geven ze af aan het bloed. Het bloed brengt ze vervolgens naar de cellen van alle weefsels en organen. De cellen nemen de aminozuren op en maken er hun eigen specifieke eiwitten van. Zo wordt een actine-eiwit uit een brok rundervlees in de maag en de darm van een hond afgebroken tot aminozuren. De aminozuren van het actinemolecuul kunnen door het bloed naar de lever van de hond vervoerd worden. De levercellen halen de aminozuren uit het bloed en maken er bijvoorbeeld stollingsfactoren van.

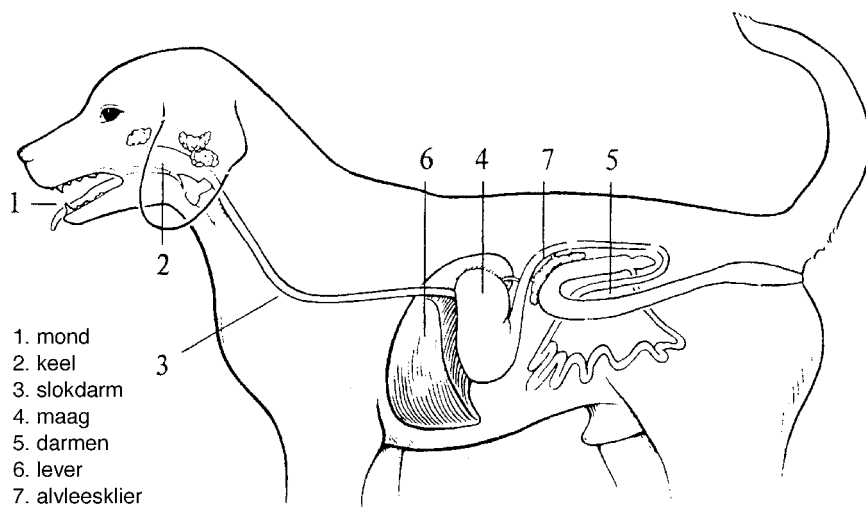
gedrag Ten slotte gebruiken honden en katten hun ontlasting bij hun *gedrag*. Ze planten geurvlaggen en uiten hun ongenoegen door hun ontlasting in huis te deponeren. Dit is een derde functie van het spijsverteringsstelsel.

Het spijsverteringsapparaat bestaat uit de volgende onderdelen:

- mondholte (cavum oris)
- keelholte (pharynx)
- slokdarm (oesophagus)
- maag (gaster, ventriculus)
- darmen (intestinum)
- lever (hepar)
- alvleesklier (pancreas)

Figuur 1.1 toont waar al deze onderdelen bij een hond zijn gesitueerd. In de volgende paragrafen leer je wat de functie en werking is van de verschillende onderdelen van het spijsverteringsapparaat.

Fig. 1.1
Schematische tekening
van het spijsverterings-
kanaal van een hond



1.2 Mond en mondholte

Mond en mondholte komen als eerste in aanraking met het voedsel en drinken dat het dier nuttigt. In de mondholte liggen het gebit, de tong en de speekselklieren, die elk een functie hebben bij de eerste vermaling van het voedsel, voordat het naar de keelholte en slokdarm gaat.

Mond

De mond begint bij de lippen. Bij de hond en de kat is de mond meestal gesloten, want deze dieren ademen in het algemeen door de neus. De lippen (*labia oris*) zijn aan de buitenkant bekleed met huid en aan de binnenkant met slijmvlies. Het slijmvlies bestaat uit een basaalmembraan en meerdere lagen epitheelcellen, net als de huid. Het verschil is echter dat de cellen van het slijmvlies van de mond niet verhoornen. Dit slijmvlies bedekt overigens de gehele binnenkant van het spijsverteringsapparaat.

Mondholte

De mond is de toegang tot de mondholte. De mondholte wordt gevormd door het harde en het zachte gehemelte aan de bovenkant, de wangen aan de zijkant en de lippen aan de voorkant. De onderkant wordt begrensd door de onderkaak en de spieren die tussen de twee takken van de onderkaak liggen. De achterkant van de mondholte gaat over in de keelholte.

Het harde gehemelte (*palatum durum*) scheidt de neusholte van de mondholte. Het palatum durum bestaat uit bot dat zowel aan de kant van de neus als aan de kant van de mondholte bedekt is met bindweefsel en slijmvlies. De achterkant van het gehemelte (het zachte gehemelte ofwel *palatum molle*) bevat geen bot en is een flap bindweefsel dat is bedekt met slijmvlies. Het beweegt bij het slikken.

De hele mondholte is bedekt met slijmvlies, dat soms gepigmenteerd is. Bij de chowchow is het bijvoorbeeld blauw. Onder het slijmvlies liggen veel bloedvaten. Daarom bloeden wonden in de mondholte hevig. Deze wonden genezen overigens, met de juiste behandeling, verbazingwekkend snel. Ook zijn er in de mondholte talrijke lymfocyten en macrofagen aanwezig. Dat is te begrijpen: met het voer komen grote aantallen potentieel gevaarlijke micro-organismen mee. Het slijmvlies is de eerste barrière tegen deze indringers.

Tong

In de mondholte ligt de tong (*lingua*). Deze bestaat uit sterke, dwarsgestreepte spierbundels. Het achterste deel van de tong is versterkt met een aantal botjes: de tongbeentjes. Zij vormen het skelet van de tong en zijn verbonden met het strottenhoofd. De tong heeft zo een stevige basis.

lange, dunne papillen

De tong is bedekt met slijmvlies dat talloze uitsteekseltjes heeft. Deze noem je *papillen*. Er zijn twee soorten papillen. Ten eerste zijn er de *lange, dunne papillen* die sterk verhoornd zijn. Deze papillen vergemakkelijken het werk van de tong. Ze helpen mee het voedsel heen en weer te bewegen en het de keel in te duwen. Bij de kat zijn deze grote papillen zeer sterk ontwikkeld en zwaar verhoornd. Dat is nodig omdat het gebit van de kat alleen is ingericht op het grijpen van een prooi en niet op kauwen. De kat raspt het voedsel fijn met behulp van zijn grote, sterk verhoornde papillen.

kleine, platte papillen

De tweede soort papillen is veel kleiner en niet spits maar plat. Ze beschikken over zintuigcellen, die de smaak van voedsel en vloeistoffen waarnemen. Onder deze *kleine, platte papillen* liggen microscopisch kleine speekselklieren. Zij spoelen de eenmaal waargenomen smaakstoffen weg, zodat de zintuigcellen nieuwe stoffen

kunnen waarnemen. Vlak onder het slijmvlies van de tong liggen cellen die pijn en druk kunnen waarnemen.

De tong is ook van belang bij het drinken. De hond lepelt met zijn tong vloeistoffen zijn keel in. De kat gebruikt voor het drinken zijn grote papillen. De tong wordt daarvoor in vloeistof gedoopt die tussen de papillen blijft steken. De kat trekt snel zijn tong naar binnen en slikt de vloeistof in. Honden en katten drinken dus niet zoals mensen door te zuigen. Dat doen alleen heel jonge honden en katten.

Gebit

blijvend gebit

We onderscheiden het melkgebit en het blijvende gebit. In de figuren 1.2 en 1.3 zie je hoe een *blijvend gebit* eruit ziet. Hond en kat hebben een roofdiergebit. Het bestaat uit snijtanden (*dentes incisivi*), hoektanden (*dentes canini*), voorkiezen (*dentes premolares*) en kiezen (*dentes molares*). De snijtanden zijn klein en worden gebruikt om kleine dingen vast te pakken. Een hond zal bijvoorbeeld de restjes vlees van een bot trekken met zijn snijtanden. De hoektanden zijn zeer sterk ontwikkeld, omdat de hond en de kat er hun prooi mee vangen. De hoektanden zijn dan ook stevig verankerd in de kaken.

Bij het vangen van een prooi speelt met name bij de kat ook de tastzin een grote rol. De snorharen van de kat zijn daarbij onmisbaar. Ze zijn op een bijzondere manier geplaatst. Ze steken schuin naar voren. Als de linker- en rechtersnorharen contact maken met een muis, bijt de kat reflectorisch toe. De anatomie van de kop van de kat is zo, dat de hoektanden precies achter in de nek van de muis samenkomen. Eén hoektand prikt dan via het achterhoofdsgat in de hersenen of dwars door het ruggenmerg. De muis is meteen dood. Op die manier kan de kat snel en op de tast zijn prooi grijpen.

melkgebit

Het *melkgebit* van hond en kat heeft wel premolaren, maar geen molaren. De molaren worden dus niet gewisseld. De kiezen dienen ervoor om stukken van de prooi af te knippen en in kleinere stukken te scheuren, zodat ze verder verwerkt kunnen worden. Vandaar dat je ze ook wel knip- of scheurkiezen noemt. De melktanden zijn in vergelijking met volwassen tanden korter, dunner en spitzer.

Een hond gebruikt zijn gebit nauwelijks om te kauwen, maar slikt het voedsel bijna meteen in grote brokken door. Een kat kauwt zijn voer wat beter en vermaalt het ook met de tong. Het voedsel blijft bij de kat dus wat langer in de mondholte dan bij de hond. Het gevolg is dat een kat zijn voer beter proeft dan een hond, zodat een kat minder snel vergiftigd wordt dan een hond. De kans dat een kat een scherp voorwerp inslikt is ook veel kleiner dan bij een hond.

Gebitsformule

Het aantal tanden en kiezen geef je aan met een *gebitsformule*. Daarvoor gebruik je letters. In de formule van het melkgebit zijn dit kleine letters, in die van het blijvende gebit hoofdletters. De volgende letters worden gebruikt.

- i voor de snijtanden
- c voor de hoek- of haaktanden
- p voor de voorkiezen
- m voor de kiezen in het blijvende gebit

melkgebit van de hond

Het *melkgebit van de hond* heeft de volgende formule:

3i, 1c, 3p

3i, 1c, 3p

Boven de streep staan de tanden en kiezen van de helft van de bovenkaak en daaronder die van de helft van de onderkaak. Je kunt nu uitrekenen dat het totaal aantal tanden en kiezen (elementen) 28 is.

blijvende gebit van de hond

Het *blijvende gebit van de hond* heeft de formule:

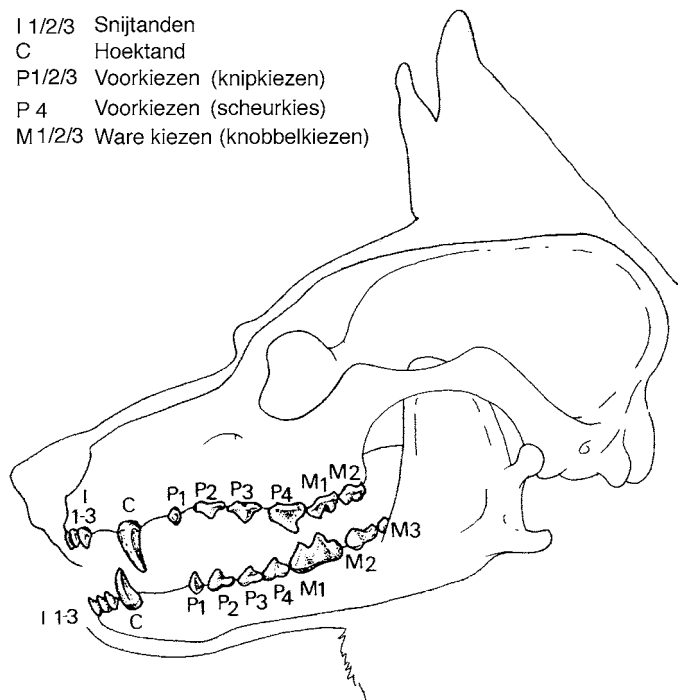
3I, 1C, 4P, 2M

----- = 21 elementen (in totaal x 2 = 42 elementen)

3I, 1C, 4P, 3M

Fig. 1.2
Volwassen, blijvend
gebit van de hond

I 1/2/3 Snijtanden
C Hoektand
P1/2/3 Voorkiezen (knipkiezen)
P 4 Voorkiezen (scheurkies)
M1/2/3 Ware kiezen (knobbelt kiezen)



Bij het verwijderen van tandsteen (een taak die de dierenartsassistent(e) vaak uitvoert) zal je regelmatig tanden of kiezen opmerken die erg los zitten en verwijderd moeten worden. Dan is het zaak te weten hoe stevig een element in de kaak is bevestigd. De snijtanden van de hond hebben één vrij korte wortel en zijn makkelijk te verwijderen. De hoektanden hebben een wortel die erg lang is (anderhalf keer langer dan het zichtbare deel) en gekromd de kaak in loopt. Hoektanden zijn daarom moeilijk te trekken. Dit is dan ook een handeling die de dierenarts zal uitvoeren. Ook de elementen met twee en in veel sterkere mate die met drie wortels, zijn moeilijk te trekken en worden dus meestal door de dierenarts zelf onder handen genomen.

aantal wortels Het *aantal wortels* van de (voor)kiezen bij een hond is als volgt:

Element in de bovenkaak: P1 P2 P3 P4 M1 M2

Aantal wortels: 1 2 2 3 3 3

Element in de onderkaak: P1 P2 P3 P4 M1 M2 M3

Aantal wortels: 1 2 2 2 2 2 1

melkgebit van de kat Het *melkgebit van de kat* heeft als formule:

3i, 1c, 3p

----- = 13 elementen (in totaal x 2 = 26 elementen)

3i, 1c, 2p

blijvende gebit van de kat Het *blijvende gebit van de kat* heeft als formule:

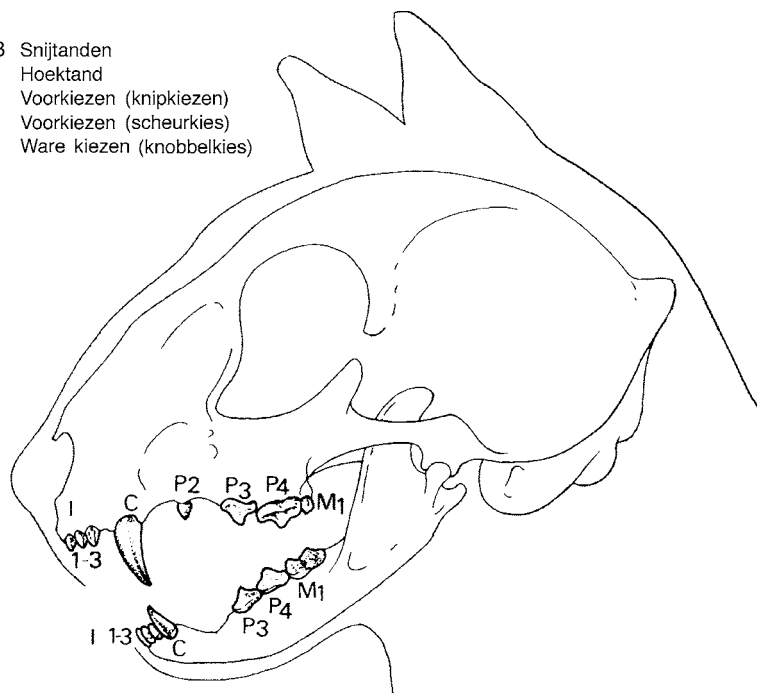
3I, 1C, 3P, 1M

----- = 15 elementen (in totaal x 2 = 30 elementen)

3I, 1C, 2P, 1M

Fig. 1.3
Volwassen, blijvend
gebit van de kat

I 1/2/3 Snijtanden
C Hoektand
P 2/3 Voorkiezen (knipkiezen)
P 4 Voorkiezen (scheurkies)
M 1 Ware kiezen (knobbeltjes)



aantal wortels Het *aantal wortels* van de (voor)kiezen bij een kat is als volgt:

Element in de bovenkaak: P2 P3 P4 M1

Aantal wortels: 1 2 3 1

Element in de onderkaak: P3 P4 M1

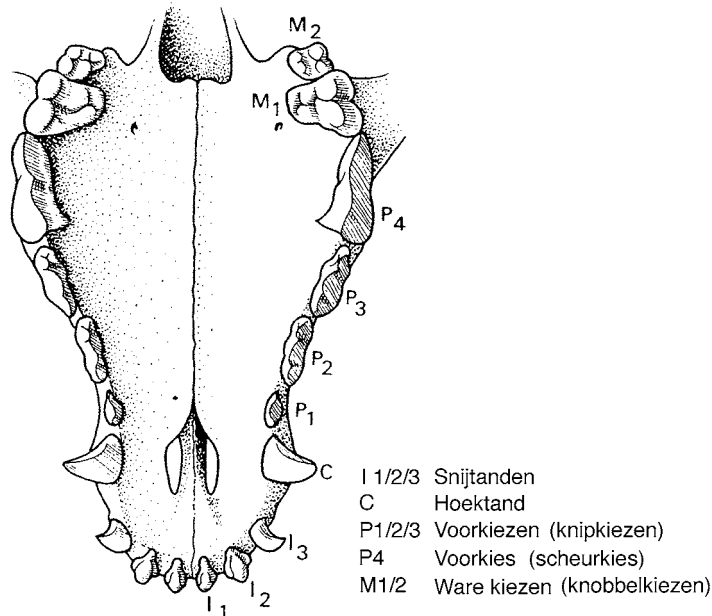
Aantal wortels: 2 2 2

Leeftijd schatten

pup

De leeftijd van een *pup* kun je aan de hand van de tanden schatten. Een pup komt tandeloos ter wereld. De elementen van het melkgebit komen tussen de twee en acht weken na de geboorte door (post partum). De snijtanden zijn bij de hond op een leeftijd van vijf tot zes weken gewisseld, de hoektanden als de hond zes maanden oud is.

Fig. 1.4
Gebit van een éénjarige
hond (bovenkaak)



volwassen hond

De leeftijd van een *volwassen hond* schat je met behulp van de afslijting van de snijtanden. Door het gebruik slijten de snijtanden af. De middelste lob (zo heten de uitstulpingen van de tanden) slijt het eerst af. Dat komt doordat deze het meest uitsteekt. De snijtanden slijten niet allemaal tegelijk af.

Zoals je inmiddels weet, heeft de hond zes snijtanden in de bovenkaak en zes in de onderkaak. De middelste twee snijtanden in de onderkaak hebben hun grote lob verloren als de hond één jaar oud is. De twee tanden ernaast zijn afgesleten op de leeftijd van twee jaar. Als een hond drie jaar oud is, zijn de grote lobben van de middelste twee snijtanden in de bovenkaak verdwenen. De twee tanden ernaast hebben hun grote lob verloren als de hond vier jaar oud is, terwijl op de leeftijd van vijf jaar de twee buitenste snijtanden in de onderkaak zijn afgesleten. Als de twee buitenste snijtanden van de bovenkaak ook afgesleten zijn, is de hond ongeveer zes jaar.

Het slijtageproces gaat niet bij ieder dier even snel. Sommige honden knagen graag op stenen, zodat hun tanden erg snel slijten. Het gebit geeft dan een te hoge leeftijd aan. Andere honden eten alleen maar zacht blikvoer, zodat hun tanden nauwelijks slijten. Hun gebit geeft dan een te lage leeftijd aan. Deze honden krijgen overigens wel veel sneller tandsteen.

Nadat een hond zes jaar is geworden, kun je zijn leeftijd alleen bij grote benadering schatten. Een oude hond heeft een wat drogere vacht, grijs haar, minder zware spieren

en gedraagt zich wat rustiger. De lens van het oog wordt troebel en blauwachtig. Dit proces heet staar en begint bij de meeste honden op een leeftijd van vijf jaar.

kitten De melktanden van een *kitten* zijn op een leeftijd van veertien dagen aanwezig. De snijtanden wisselen na veertien tot zestien weken. Dan beginnen de hoektanden en kiezen te wisselen, totdat het hele volwassen gebit aanwezig is. De kat is dan vijf tot zes maanden oud. Daarna is de leeftijd van een kat niet meer aan het gebit af te lezen. De snijtanden hebben niet zulke duidelijke lobben als bij de hond. Bovendien zijn ze zo klein dat je ze niet goed kan bekijken.

Bouw van een tand

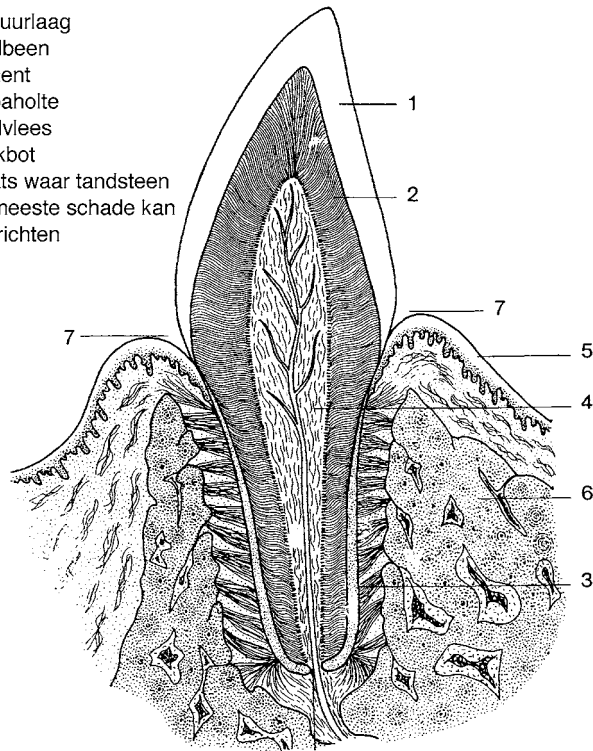
Een tand of kies bestaat uit een kroon en één of meer wortels. De *kroon* is het zichtbare deel van de tand of kies. De *wortel* steekt in een holte in het botweefsel van de kaak: de tandkas. De ruimte tussen de wortel en het botweefsel van de kaak is gevuld met het periost van de kaak. Dit periost bevat dikke bundels collagene vezels, die tussen kaak en tand lopen. De tand hangt als het ware in een hangmat van collagene vezels in de tandkas.

De kroon is bedekt met een laag *glazuur* (*tand-email*). Deze glazuurlaag beschermt de tand tegen schadelijke invloeden, zoals bacteriën en zuren. Glazuur kan als het eenmaal gevormd is niet meer bijgemaakt worden. Daarom moet een gaatje in een kies gevuld worden. Honden en katten krijgen echter minder snel gaatjes dan mensen. Onder de glazuurlaag ligt *tandbeen* (*dentine*). Dit is heel hard botweefsel. De wortel bestaat uit tandbeen en is bedekt met *cement*, een soort beenweefsel dat veel collagene vezels bevat.

In de tanden zit een holte, de *pulpaholte*. De pulpaholte is gevuld met zacht bindweefsel. In de pulpaholte lopen zenuwen en bloedvaten die de tand verzorgen. Het nauwe onderste deel van de pulpaholte heet het wortelkanaal. Het slijmvlies dat over de kaken ligt noemt je *tandvlees*, ofwel *gingiva*. In figuur 1.5 zie je dat het tandvlees een heuveltje vormt om de tand heen en dat het langs het glazuur wat instulpt.

Fig. 1.5
De bouw van een tand

1. glazuurlaag
2. tandbeen
3. cement
4. pulpaholte
5. tandvlees
6. kaakbot
7. plaats waar tandsteen de meeste schade kan aanrichten

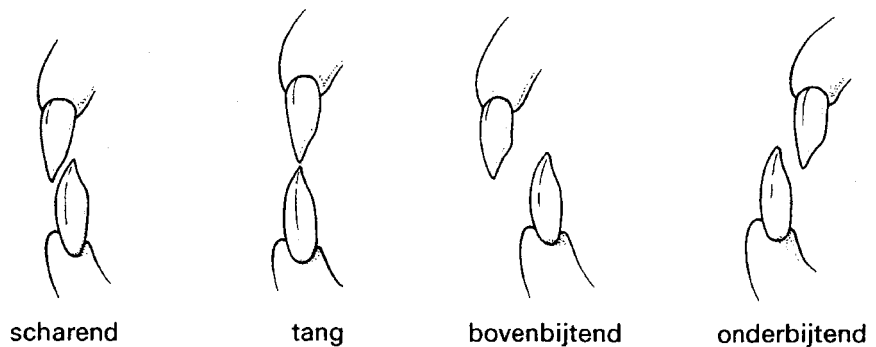


De instulping van het tandvlees langs het glazuur, de *pocket*, is de plaats waar voedselresten achterblijven en waar zich tandsteen vormt. Je zult begrijpen dat tandsteen daar niet makkelijk te verwijderen is. Het is de taak van de dierenartsassistent(e) de eigenaar van het dier hierop te wijzen en poetsen, het voeren van harde brokken en het ter beschikking stellen van speelgoed van buffelhuid te adviseren. Als de eigenaar deze maatregelen neemt, zal de vorming van tandsteen sterk vertragen.

Gebitsvormen

Er zijn vier verschillende gebitsvormen te onderscheiden. Een gezond gebit noem je 'scharend'. Er zijn echter ook afwijkende gebitsvormen. Deze zijn: 'tang', 'bovenvoorbijtend' en 'ondervoorbijtend'. De laatste drie gebitsvormen zijn afwijkend en ongewenst. De verschillende gebitsvormen zie je in figuur 1.6 afgebeeld.

Fig. 1.6
Gebitsvormen

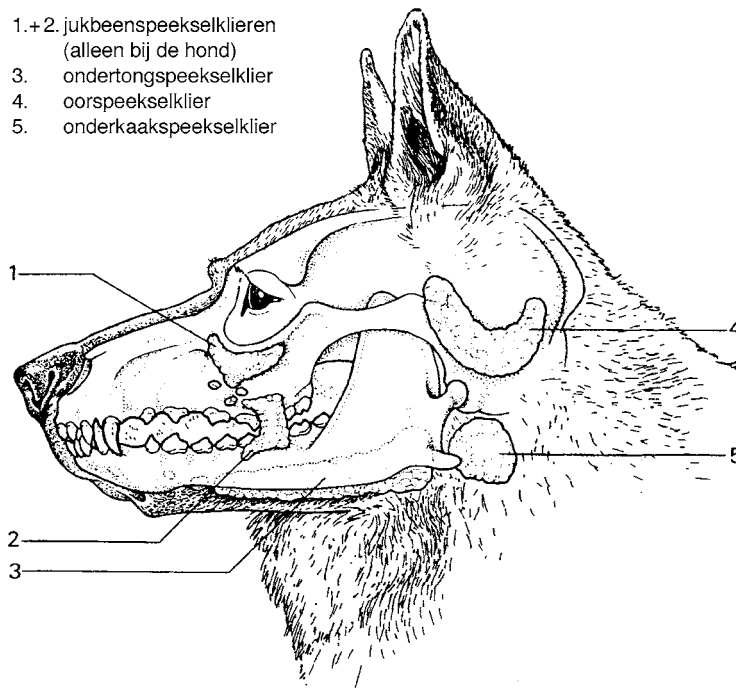


Speekselklieren en tonsillen

Het slijmvlies van de mondholte wordt vochtig gehouden door de *speekselklieren*, de *glandulae salivales*. Overal in de mondholte liggen, vlak onder het slijmvlies, microscopisch kleine speekselklierijtjes. De hond en de kat hebben verder nog drie paar grote speekselklieren. Ze liggen onder het oor (*glandula parotis*), tegen de binnenrand van de onderkaak (*glandula mandibularis*) en onder de tong (*glandula sublingualis*). De hond heeft een extra paar onder het jukbeen (*glandula zygomatica*). Speekselklieren lijken wat bouw betreft op de melkklieren. Ze hebben ieder een afvoerbuisje wat het speeksel naar de mondholte voert. De speekselklieren zijn door de huid heen voelbaar als vrij stevige, bobbelige pakketjes.

Fig. 1.7
Speekselklieren bij de hond

- 1.+2. jukbeenspeekselklieren
(alleen bij de hond)
3. ondertongspeekselklier
4. oorspeekselklier
5. onderkaakspeekselklier



Het speeksel maakt het voedsel glad en vochtig, zodat het makkelijk ingeslikt kan worden. Het speeksel is licht basisch en bevat bij de hond en de kat geen afbrekende enzymen (bij de mens en planteneters is dat wel het geval). De speekselklieren produceren voortdurend speeksel. Een grote hond produceert per dag wel zeven liter speeksel.

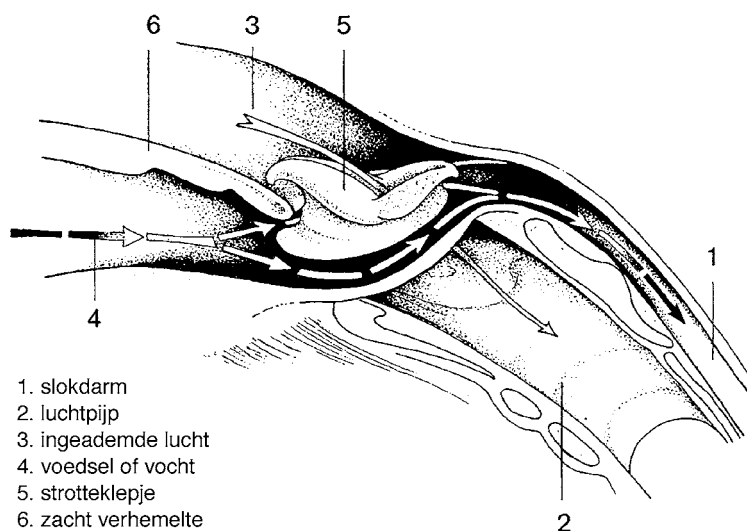
Aan het eind van de mondholte, waar deze in de keel overgaat, lopen twee slijmvliesplooien. Daarachter liggen de *tonsillen*, ook wel amandelen genoemd. In de tonsillen liggen veel lymfocyten.

Je hebt nu een overzicht van de elementen die in de mondholte van hond en kat aanwezig zijn. Samenvattend is de taak van de mondholte: het opnemen van water en voedsel, het enigszins verkleinen van het voer, het maken van speeksel en het transport van het voedsel naar de keel.

1.3 Keelholte

De keelholte is de plaats waar het ademhalingsapparaat en het spijsverteringsapparaat elkaar kruisen. Dit kun je goed zien in figuur 1.8. Het is gevaarlijk als er voedsel of vloeistof in de luchtweg komt. Voedsel en vloeistof bevatten namelijk bacteriën. Als deze in de longen komen, kan er een dodelijke longontsteking ontstaan.

Fig. 1.8
*Kruising van
ademhalings- en
spijsverteringsapparaat in
de keelholte*

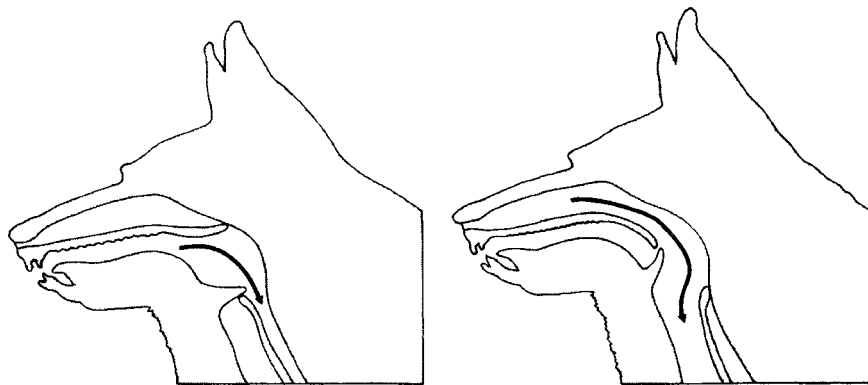


Om te voorkomen dat er voedsel of vloeistof in de longen komt, bestaat er de slikreflex. De slikreflex wordt opgewekt als de tong voedsel of vloeistof tegen het verhemelte drukt. In het verhemelte liggen drukgevoelige cellen. Deze worden geprikkeld en sturen een sein naar een centrum in de hersenen. Dit centrum in de hersenen heet het *slikcentrum*, het ligt in het verlengde merg. Het slikcentrum beveelt (via kopzenuwen) de spieren die het zachte verhemelte optillen, om samen te trekken. Daardoor kan er geen water of voer in de neus komen.

Een ander bevel tot samentrekken gaat naar de spieren die het strottenhoofd omhoog en naar voren trekken. Daardoor komt het strottenklepje ook hoger en verder naar voren te liggen, waardoor de luchtpijp wordt afgesloten. Zoals je in figuur 1.8 kunt zien, is het strottenklepje gevormd als de boeg van een schip.

Het slikcentrum geeft nu de tong en de spieren die de onderkant van de mondholte vormen, bevel tot aanspannen. Daardoor wordt de inhoud van de mondholte met grote kracht in de keel gespoten. Dit gaat zo krachtig en snel dat voedsel en vloeistof geen tijd krijgen om in het strottenhoofd te vallen. Dat het strottenhoofd omhoog en naar voren is gekomen, helpt daar natuurlijk bij. Het strottenklepje is door zijn vorm hierbij onmisbaar. Het voedsel of water spuit er met grote snelheid links en rechts langs en gaat dan de slokdarm in.

Fig. 1.9
Schematisch overzicht
van ademhalen en
slikken. Rechts de situatie
bij het ademhalen, links
die bij het slikken.



Slikken is een reflex. Het dier heeft er geen bewuste controle over. Hiervan maak je gebruik als je een hond of kat een medicijn geeft. Als je het goed doet, dat wil zeggen het medicijn ver genoeg in de mondholte stopt, worden de zintuigcellen in het gehemelte geprikkeld en zet je de slikreflex in werking. Het dier zal nu het medicijn in moeten slikken, of het wil of niet.

1.4 Slokdarm

Vanuit de keel komt het ingeslikte voedsel of water in de slokdarm (*oesophagus*). Dit is een lange dunne buis, die tussen de keelholte en de maag ligt en via de hals naar de borstholte loopt. Hij loopt tussen de longen en de grote bloedvaten door en vlak boven het hart langs. De slokdarm gaat door het middenrif heen en komt uit in de maag. De slokdarm is opgehangen in het mediastinum.

De wand van de slokdarm is in principe net zo gebouwd als de dunne darm die je getekend ziet in figuur 1.11. Alleen is het slijmvlies niet geplooid en produceert de slokdarm geen verteringssappen. De wand van de slokdarm heeft één laag slijmvlies met daaronder twee spierlagen. De binnenste spierlaag loopt in de rondte. Dergelijke spieren noem je *kringspieren* of *circulaire spieren*. De buitenste spierlaag loopt in de lengte. Dit zijn de *lengtespieren* ofwel *longitudinale spieren*. De buitenste laag is de *serosa*, die overgaat in het sereuze vlies van het mediastinum.

Dat de ene spier in de rondte loopt en de andere in de lengte is van belang bij het transport van voedsel en vloeistof naar de maag. Achter een ingeslikte hap of slok (dus aan de kant van de keel) trekken de kringspieren samen, waarna de lengtespieren rondom de voedselbrok samentrekken. Daardoor wordt deze brok een stukje in de richting van de maag geduwd. Het proces herhaalt zich tot de brok in de maag is aangekomen. Deze opeenvolging van spiercontracties noem je een *peristaltische golf* of *peristaltische beweging*.

De peristaltische golf in de oesophagus wordt bij de hond door het slikcentrum gecoördineerd. Bij de kat regelt het slikcentrum alleen de peristaltiek in het begin van de slokdarm. In het achterste deel regelt de slokdarm van de kat zijn eigen peristaltiek. Als een brok voedsel of een slok vloeistof de wand van dat deel van de slokdarm raakt, wordt dit opgemerkt door drukgevoelige cellen (*pressoreceptoren*) of zintuigcellen, die de chemische samenstelling van het voer of de vloeistof waarnemen

(chemoreceptoren). Deze presso- en chemoreceptoren maken dan lokale signaalstoffen, die over enige afstand de peristaltische golf veroorzaken door prikkeling van spiercellen.

De receptoren prikkelen ook zenuwen. Deze autonome zenuwen lopen niet naar het centrale zenuwstelsel, maar lopen alleen in de oesophagus en prikkelen de spieren in de wand zodat ook hierdoor de peristaltische golf wordt veroorzaakt. De oesophagus heeft dus een eigen zenuwstelsel. Dit geldt ook voor de rest van het maagdarmkanaal.

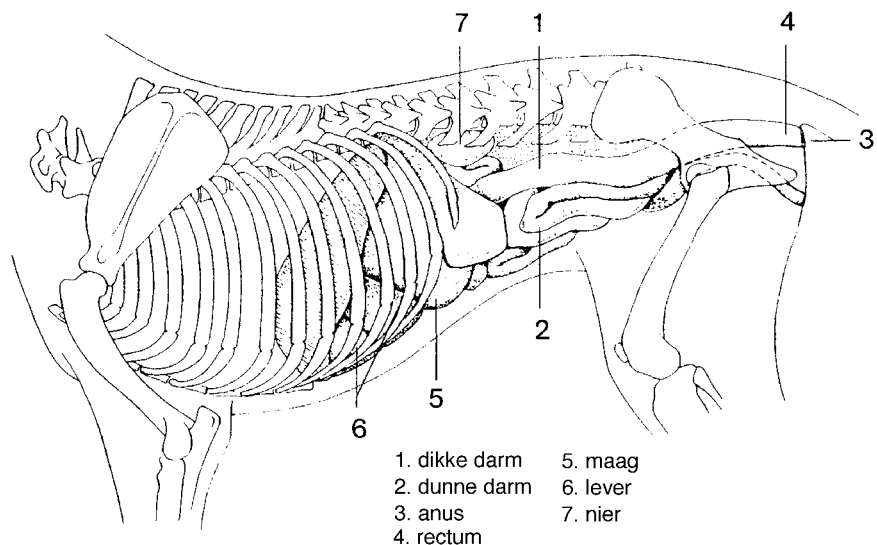
1.5 Buikholte en maag

Vanuit de slokdarm komt het voedsel in de maag. Deze ligt in de buikholte, die je ook wel *abdomen* noemt. Voordat de functies van de maag worden behandeld, leer je eerst wat de buikholte precies is. Dit is belangrijk omdat een groot deel van de organen van het spijsverteringsapparaat in de buikholte liggen.

Een blik in de buikholte

De voorkant van de buikholte wordt gevormd door het middenrif, de zijanten door de ribwanden en de buikspieren. Aan de onderkant van de buikholte liggen ook buikspieren. Aan de achterkant gaat de buikholte over in de bekkenholte. Er is geen echte grens. De wervelkolom met zijn spieren en buikspieren vormt de bovenkant van de buikholte.

Fig. 1.10
Een blik op de
buikorganen van de hond



De buikholte is bekleed met een sereus vlies, op een manier die gelijk is aan de bekleding van de thorax met de pleura. In de buikholte noem je het sereuze vlies *peritoneum* of *scheil*. De buikwand en het diafragma zijn bedekt met de *lamina parietalis* van het peritoneum, en is vergelijkbaar met de pleura parietalis. De organen in de buik zijn bedekt met de *lamina visceralis* van het peritoneum. Deze is te vergelijken met de pleura visceralis. De lamina parietalis vormt ophangbanden om de organen in de buikholte te fixeren. Dit is vergelijkbaar met de manier waarop de longen en het hart in de thorax opgehangen zijn.

De banden waarmee de buikorganen in de buik hangen, heten het *mesenterium*. In het mesenterium bevinden zich verschillende openingen. Soms verandert bijvoorbeeld de dunne darm van ligging en komt deze klem te zitten in een opening van zijn eigen ophangband. Dit kan ernstige klachten geven en zelfs dodelijk zijn. Je noemt dit een *ingeklemde hernia mesenterialis*.

Twee stukken van het mesenterium hangen los in de buikholte, zonder dat er organen aan zijn opgehangen. Dit zijn het *grote net* en het *kleine net* (*omentum majus* en *omentum minus*). Het zijn vertakkingen van de ophangbanden van de maag. Ze lopen door tot achter in de buikholte. Bij een beschadiging van de buikwand hecht een stukje van het grote of kleine net zich daaraan vast en vergroeit ermee. Het net plakt als het ware de buikwand van binnenuit, net als een zelfplakkende autoband.

Bij operaties in de buik (laparotomie) zul je de omenta vaak uit de weg moeten houden, zodat de dierenarts makkelijker kan opereren. Dat valt nog niet mee. De omenta zijn voorkeursplaatsen voor het opslaan van vet. Bij dikke honden kunnen ze centimeters dik zijn.

Maag

De maag is een zakvormig orgaan met een ingang (*cardia*) en een uitgang (*portier*, *pylorus*). In figuur 1.10 zie je waar de maag ligt: vlak achter het middenrif, dus in de buikholte, en ruim binnen de ribboog. De inhoud van de maag hangt af van de grootte van het dier. De maag van een middenslag hond heeft een inhoud van ongeveer vier liter. Dat is relatief groot. Het is een overblijfsel uit de tijd dat honden in het wild leefden. Ze moesten toen wegens voedselconcurrentie met hun roedelgenoten snel veel van de prooi kunnen opnemen. Hun grote maag maakte dit mogelijk.

De wand van de maag is in principe hetzelfde gebouwd als de wand van de darm, zoals deze in figuur 1.11 is te zien. Alleen is de holte van de maag (lumen) veel groter in doorsnede en is de wand nauwelijks geplooid.

De buitenste laag van de maag bestaat uit een sereus vlies, dat dezelfde taak heeft als de longvliezen. Het sereuze vlies van de maagwand is een deel van de lamina visceralis van het peritoneum. Het peritoneum hangt de maag op in de buikholte, op dezelfde manier als de longen in de borstkas bevestigd zijn door het borstvlies. Bij de hond is de maag (behalve heel groot) nogal onstabiel opgehangen in het peritoneum en kan hij makkelijk om zijn lengte-as draaien. Dit heet een *maagtorsie* en is een dringend spoedgeval.

In het slijmvlies van de wand van de maag liggen kliercellen die zoutzuur kunnen maken. Dat geven ze af aan de holte van de maag. Zoutzuur is een sterk zuur dat allerlei stoffen aanvretert. Het helpt bij de vertering van met name eiwitten. Zoutzuur doodt bovendien veel bacteriën en andere indringers. De vertering verloopt verder met behulp van een eiwitafbreekend enzym, *pepsine*, dat door andere kliercellen in de wand van de maagwand wordt gevormd.

De maagwand bestaat uit eiwitten, net als alle andere weefsels. Om zich te beschermen tegen de inwerking van het zoutzuur en het pepsine, maakt een derde soort kliercellen in de wand van de maag een slijm dat zich aan het slijmvlies hecht.

De wand van de maag heeft, net als de slokdarm, kringspieren en lengtespieren. De maag kan dus ook peristaltische bewegingen maken.

Vertering van voedsel

Tot aan de maag wordt het voedsel hoofdzakelijk getransporteerd en is het nog nauwelijks verteerd. Alleen is het wat verkleind in de mond. In de maag begint de echte vertering. Zo wordt bijvoorbeeld een stuk vlees in brokken gekauwd en ingeslikt. De brokken worden in de maag met behulp van pepsine en zoutzuur verteerd tot losse eiwitmoleculen, die op hun beurt gesplitst worden in aminozuren. Dit is een doorlopend proces dat in de darmen verder gaat. Nadat de aminozuren door de darm zijn opgenomen, worden ze aan het bloed afgegeven. Via de bloedvaten gaan de aminozuren naar de lichaamscellen. De cellen gebruiken de aminozuren als grondstof voor de opbouw van hun eigen talloze soorten eiwitten. Andere voedingsstoffen ondergaan een soortgelijk proces.

De vertering in de maag begint onder invloed van het verlengde merg in de hersenen, zodra de chemo- en pressoreceptoren in de maag aangeven dat er iets in de maag is aangekomen. De maag begint dan zoutzuur en pepsine te produceren. Na deze eerste aanzet door de hersenen tot vertering, neemt de maag zijn eigen besturing over. De chemo- en pressoreceptoren sturen daartoe signaalstoffen en zenuwprikkelers naar de rest van de maag.

Wanneer het voedsel voldoende is verteerd tot een vloeibare massa, opent de uitgang van de maag zich en duwen de maagspieren een deel van de maaginhoud de darm in. Dit gaat door totdat de maag leeg is. Je kunt je voorstellen dat fijn gemalen voer sneller tot een vloeibare massa verteerd is dan grote brokken en dus sneller en lichter te verteren is voor de maag.

Met vloeistoffen bemoeit de maag zich niet. Ze gaan bijna net zo door de maag heen als door de slokdarm. Zelfs als de maag gevuld is met vast voedsel persen de maagspieren vloeistoffen rechtstreeks de darm in.

Braken

Braken is een belangrijke reflex om het lichaam te beschermen tegen ongerechtigheden die de maag zijn binnengedrongen. Door het braken worden deze met kracht het lichaam uitgedreven. De braakreflex begint met een prikkeling van zintuigcellen, die in het gehemelte, de maag en de darmen liggen. Als deze cellen geprikkeld worden, bijvoorbeeld door een vinger in de keel te steken, geven ze een sein aan het braakcentrum. Dit ligt in het verlengde merg, vlak naast het ademcentrum. Het braakcentrum zorgt ervoor dat de pylorus extra stevig wordt afgesloten.

Vervolgens geeft het braakcentrum de overige maagspieren bevel om samen te trekken. Dit gebeurt echter niet in de gewone richting, dus van de ingang van de maag naar de uitgang, maar in omgekeerde richting. Je noemt dit daarom een *antiperistaltische beweging*. Tegelijkertijd gaat de cardia open, waardoor de maaginhoud de slokdarm in stroomt. Ook hier treedt een antiperistaltische beweging op en de maaginhoud wordt naar de keel gestuwd. Om te voorkomen dat er braaksel in de luchtpijp komt, wordt het strottenhoofd opgetrokken. Het braaksel belandt ten slotte in de mond en wordt uitgespuwd.

1.6 Darmen

Als de maaginhoud vloeibaar is geworden, komt hij in de darm. Dit lange, sterk kronkelende orgaan vult het grootste deel van de buikholte. De lengte van de darm hangt af van de lichaamsgrootte van het dier en van het voer dat het eet. Planten hebben een harde celwand met veel cellulose en zijn daarom moeilijk te verteren. Plantenetters hebben dan ook een lange darm. Voer van dierlijke oorsprong is veel makkelijker te verteren. Carnivoren zoals honden en katten hebben dan ook een relatief korte darm. De lengte van de darm van een middelgrote hond is circa vijf meter. De darm van een even grote geit is ongeveer veertig meter, terwijl de darm van een rund wel ruim zestig meter lang kan zijn.

In figuur 1.10 is de ligging van de darm weergegeven. Daarbij valt op dat de darm bijna helemaal in de buikholte ligt. Alleen het laatste deel van het rectum loopt door de bekkenholte. De anus ligt in de huid onder de staart. De darm is op dezelfde manier in de buik bevestigd als de maag. Het ophangvlies is het peritoneum en heet *darmscheil*.

De wand van de darm bestaat uit vier lagen: het slijmvlies aan de binnenkant, twee spierlagen en de serosa. Het slijmvlies van de darm maakt taai slijm, net als de maag. Deze slijmlaag beschermt de darm tegen de inwerking van de verteringssappen en tegen het binnendringen van micro-organismen, zoals bacteriën. De darm heeft dezelfde spierlagen als de maag en kan dus ook peristaltische bewegingen maken. De serosa maakt deel uit van de lamina visceralis van het peritoneum.

Vlak onder het slijmvlies liggen ophopingen van lymfocyten (*Peyerse platen*) en talrijke macrofagen. Deze beschermen het dier tegen het binnendringen van micro-organismen uit de bepaald niet steriele darminhoud. Het lumen van de hele darm wordt bevolkt door talloze soorten micro-organismen in duizelingwekkende aantallen. Er leven bijvoorbeeld meer micro-organismen in de darm van een paard dan er mensen op de wereld zijn. Deze micro-organismen samen noem je de *darmflora*. Deze bestaat bij honden en katten vooral uit bacteriën. De darmflora is bij deze twee dieren grofweg te verdelen in twee soorten: bacteriën die voornamelijk eiwitten als voedsel gebruiken en bacteriën die op koolhydraten zijn aangewezen. Als deze twee groepen bacteriën in de juiste verhouding aanwezig zijn, spreek je van *eubacteriose*.

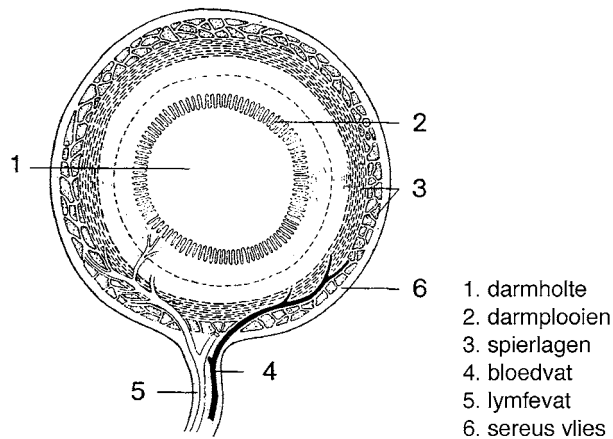
De darm bestaat uit twee delen: de dunne darm en de dikke darm. De *dunne darm* (*intestinum tenue*, uitgesproken als te-nu-ee) bestaat uit de twaalfvingerige darm (duodenum), de nuchtere darm (jejunum) en de kronkeldarm (ileum). De *dikke darm* (*intestinum crassum*) bestaat uit de blinde darm (caecum), de karteldarm (colon) en de endeldarm (rectum).

Dunne darm

De dunne darm begint bij de pylorus en vult al kronkelend een groot deel van de buikholte. Hoog, achterin en aan de rechterkant van de buikholte, gaat de dunne darm over in de dikke darm. De taken van de dunne darm zijn het verder verkleinen van het voedsel en het opnemen van voedingsstoffen. De kliercellen in het slijmvlies van de dunne darm produceren daartoe verteringsenzymen en basen. Vervolgens

neemt de dunne darm de verkleinde voedingsstoffen op uit het lumen en geeft ze af aan het bloed. Dit proces noem je het *resorberen* van het voedsel. De overige voedingsstoffen hoeven niet verkleind te worden. Vitaminen, mineralen en sporenelementen zijn kleine moleculen die ongewijzigd door de darm opgenomen kunnen worden.

Fig. 1.11
Dwarsdoorsnede van de
dunne darm



Verteringssappen

basen Basen zijn chemische stoffen die het tegendeel zijn van zuren. Zuren en basen hebben elkaars werking op: ze neutraliseren elkaar. Een base heeft echter dezelfde uitwerking als een zuur. Als je bijvoorbeeld kaliloog (een sterk basische stof) op een houten oppervlak aanbrengt, zal er een gat in het hout geschroeid worden. Hetzelfde gebeurt er als een sterk zuur op het hout komt, zoals zoutzuur. De taken van de basen zijn het neutraliseren van het zoutzuur uit de maag en het helpen bij de vertering. Basen tasten immers allerlei stoffen aan, net als zuren. De meeste stoffen worden zo al gedeeltelijk verteerd.

enzymen In tegenstelling tot de maag maakt de dunne darm meerdere soorten *enzymen* die vrijwel alle moleculen van het voedsel afbreken. De dunne darm maakt enzymen die eiwitten, koolhydraten, vetten en kernzuren (de bouwstenen van chromosomen) verteren. Je noemt deze groepen enzymen respectievelijk *peptidasen* en *trypsine*, *karbohydrasen*, *lipasen* en *nucleasen*. De darm maakt ook een enzym dat de enzymen uit de alveesklier activeert, namelijk *enterokinase*.

De regeling van de verteringsprocessen in de darm is grotendeels autonoom. Dat wil zeggen dat de chemo- en pressoreceptoren in de darmwand opmerken dat er wat in de darm komt en hun signaalstoffen en zenuwprikkels direct, dus zonder tussenkomst van het centrale zenuwstelsel, op de darm inwerken. De darm reageert door het maken van verteringssappen en met peristaltische bewegingen.

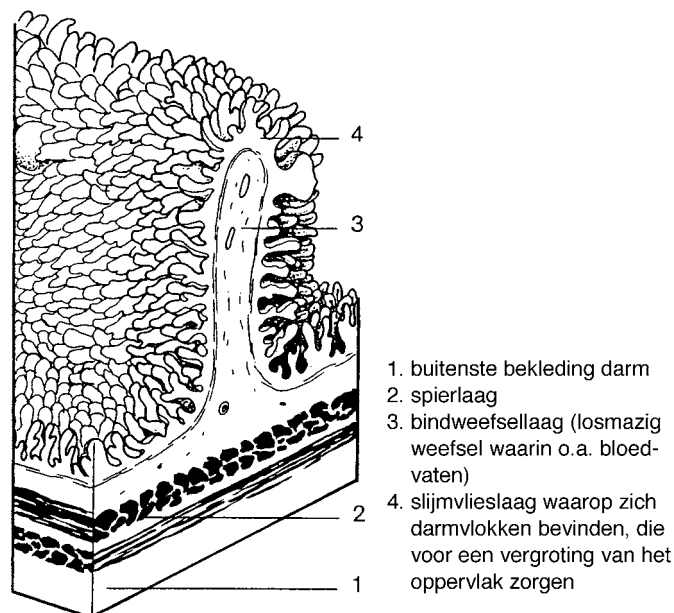
De receptoren geven niet alleen signalen door naar de darm. De signalen gaan ook naar de maag en zetten die aan tot extra inspanning (een positieve feedback dus) en het doorlaten van voer naar de darm. Bovendien geven de receptoren signalen aan de alveesklier en de lever zodat deze ook verteringssappen afgeven aan de darm. Zowel de lever als de alveesklier geven hun sappen af aan een buisje dat naar de darm loopt. Deze twee buisjes komen samen en monden uit in de dunne darm, vlak

achter de pylorus. De plaats waar ze uitmonden vertoont een klein heuveltje en heet de *Vaterse papil*.

Opname van moleculen

Nadat het voedsel is verteerd, nemen de dunne darmwandcellen de kleine moleculen op en geven ze door aan het bloed en de lymfevaten. De lymfevaten verenigen zich tot steeds grotere vaten (ze heten chylvaten omdat ze grote hoeveelheden vet vervoeren) die ten slotte ook in de ductus thoracicus uitkomen. Om zoveel mogelijk moleculen op te nemen, is het oppervlak van de darm voorzien van dwarse plooien en het slijmvlies van die plooien is weer voorzien van vele uitstulpingen, *darmvlokken* of *villi* geheten, en instulpingen, de *crypten*. Figuur 1.12 toont een uitsnede van de dunne darmwand waarop ze goed te zien zijn. De uit- en instulpingen vergroten het werkzame, opnemende en doorgevend binnenoppervlak. Pas als de voedingsstoffen in het bloed zijn aangekomen, komen ze beschikbaar voor de stofwisseling van de lichaamscellen.

Fig. 1.12
Uitsnede van de dunne
darmwand



Het spijsverteringsapparaat is in wezen een holle buis die bij de mond begint en bij de anus eindigt. Je kunt het zien als een 'stukje buitenwereld' dat dwars door het lichaam gaat. Alles wat zich in de mondholte, keel, slokdarm, maag en darmen bevindt, is eigenlijk nog in de buitenwereld en is dus nog niet beschikbaar voor de lichaamscellen. Dit is bijvoorbeeld de reden dat het een tijd duurt voordat een medicijn dat via de mond wordt ingegeven zijn uitwerking heeft. Het moet eerst vanuit het stukje buitenwereld, dat door het spijsverteringsapparaat wordt omvat, opgenomen worden. Pas daarna kan het medicijn door het bloed naar het orgaan gebracht worden en zijn invloed uitoefenen.

Dikke darm

In de dunne darm is het voedsel nog een zeer dunne, veel water bevattende brij. Deze wordt door voortdurende peristaltische bewegingen van de lengte- en kringspijeren van de darmwand doorgeschoven naar de dikke darm. De dikke darm is als volgt in

de buikholte gesitueerd. Het ileum gaat bij honden en katten via een T-kruising over in de dikke darm. De ene poot van de T eindigt al snel en heet daarom de *blinde darm*. De andere poot van de T loopt door en is het *colon*. Het colon loopt hiervandaan naar craniaal tot voor in de buikholte, maakt dan een haakse bocht naar links en steekt de buikholte over. Vervolgens maakt het colon weer een haakse bocht naar caudaal. Deze delen van het colon heten achtereenvolgens het *colon ascendens*, het *colon transversum* en het *colon descendens*.

Het caecum van carnivoren als honden en katten is niet van belang voor de vertering van voer en is erg klein. Bij paarden is het orgaan daarentegen van levensbelang en loopt het van hoog in de rechterflank tot aan het borstbeen. In deze geweldig grote blindedarm vindt de vertering van het harde plantaardige voer van het paard plaats.

Taak van de dikke darm

De taak van de dikke darm is bij vleeseters, zoals de hond en de kat, beperkt. Het deel van het voedsel dat niet verteerbaar was, komt vanuit de dunne darm de dikke darm binnen. In het colon wordt het grootste deel van het water uit de ontlasting gehaald en aan het bloed afgegeven. Daardoor wordt de inhoud droger en harder. Bovendien worden de weinige niet-verteerde voedingsstoffen alsnog verteerd. Dit gebeurt veelal door de darmflora. Dat levert deels voor de hond of kat nuttige stoffen op: de vitamines B en K. De bacteriën die deze stoffen leveren, zijn dus nuttig voor de gastheer. Je noemt dit verschijnsel *symbiose*. De overige door bacteriën geproduceerde stoffen, zoals indolen en skatolen, geven de ontlasting zijn typische geur.

Het slijmvlies van de dikke darm heeft overigens in tegenstelling tot de dunne darm geen darmvlokken, maar wel crypten.

Ontlasting

De ontlasting wordt in het laatste deel van de dikke darm, het *rectum*, opgeslagen tot het dier de gelegenheid heeft om zich te ontlasten. De feces bestaat uit de onverteerbare resten van het voer, afgestorven darmcellen, overgebleven verteringssappen, plus bacteriën en hun afvalproducten. Het laatste deel van het rectum is de *anus*. De taak van de anus is het afsluiten van het darmkanaal. De anus bestaat uit twee kringspieren. De eerste is opgebouwd uit glad spierweefsel en is onwillekeurig. De tweede bestaat uit dwarsgestreept spierweefsel en is willekeurig.

In de wand van het rectum liggen zintuigcellen die opnemen hoeveel ontlasting er in het rectum zit. Als er teveel in het rectum is, geven de zintuigcellen een bericht naar het verlengde merg en het ruggenmerg. Deze twee onderdelen van het centrale zenuwstelsel geven dan de kringspieren van de anus bevel om niet meer te spannen. Het rectum krijgt opdracht om een krachtige peristaltische contractie te maken. De buikspieren worden ertoe aangezet samen te trekken. Daardoor wordt de druk in de buikholte vergroot. Onder andere daardoor wordt de ontlasting naar buiten geperst. Je noemt dit de *defecatie*.

Bij een zindelijk dier kan deze reflex onderdrukt worden. Als een dier niet in de gelegenheid is om te ontlasten (bijvoorbeeld als een hond in huis is), herroepen de grote hersenen de bevelen van het verlengde merg en het ruggenmerg. De hersenen dragen ook de tweede, willekeurige spier op om extra te spannen. Het dier stopt dan

met zich te ontlasten. Dat is een zeer nuttig mechanisme. Het zou een kat bijvoorbeeld zeer slecht uitkomen als hij zich opeens moest ontlasten als hij net een vogel besluipt.

Een volwassen hond of kat heeft twee of drie keer per dag ontlasting. Jonge dieren ontlasten zich wat vaker, omdat ze meer eten vanwege de groei. De afstand van mond tot anus leggen de onverteerbare delen van het voedsel bij de hond en de kat af in twaalf tot vijftien uur, mits je (zoals altijd is aan te raden) de dieren meerdere keren per dag voert.

Slechts een klein deel van het voer dat het dier eet, wordt niet opgenomen en verlaat het lichaam. De vertering in het spijsverteringsapparaat van de hond en de kat verloopt namelijk zeer effectief. Vertering en opname van vet is bijvoorbeeld zo efficiënt dat er praktisch geen vet in de dikke darm is te vinden. Er wordt vaak gedacht dat het geven van vet diarree veroorzaakt. Dit is niet juist. Bijna al het vet wordt opgenomen in de dunne darm. Vet kan dus geen invloed uitoefenen op de samenstelling van de ontlasting. Als er bij microscopisch onderzoek van de ontlasting ook maar iets te veel vet in de ontlasting te vinden is, is dat een aanwijzing dat er een ziekte in het spel is.

De functie van water bij de spijsvertering

Om bij de spijsvertering alle processen te realiseren, is steeds water nodig. Water is dan ook misschien wel het meest essentiële voedselbestanddeel. Het is namelijk niet alleen bij de spijsvertering onmisbaar, maar ook bij de stofwisseling als geheel. Geen enkel proces in het lichaam kan verlopen zonder water. Bovendien verliest een hond of kat voortdurend water. Via de urine en ontlasting verliest het dier bij elkaar zo'n 20 ml per kilogram lichaamsgewicht per dag. Daarnaast verlaat bij iedere uitademing water samen met koolzuur het lichaam, in totaal ook 20 ml per kilogram lichaamsgewicht per dag. Een hond of kat moet dus 40 ml water per kilo lichaamsgewicht per dag opnemen om deze verliezen te compenseren en niet uit te drogen.

Een deel van het water wordt met het voer opgenomen. Blikvoer kan tot 80 % uit puur water bestaan. Een dier kan als het nodig is lange tijd zonder vast voedsel, maar zonder water kan het maar heel kort. Daarom moet er altijd vers drinkwater beschikbaar zijn, 24 uur per etmaal en onder alle omstandigheden.

1.7 Lever

Het maagdarmkanaal is niet het enige orgaansysteem in de buik dat verteringssappen maakt. Ook de lever produceert verteringssappen. De plaats die de lever in de buik inneemt, kun je in figuur 1.10 zien. Bij de hond en de kat ligt hij strak tegen de achterkant van het middenrif aan. Het is een groot orgaan. Bij een kat van drie kilo weegt de lever ongeveer honderd gram. Ter vergelijking: de hersenen van een grote kat wegen dertig gram.

De levercellen zijn gerangschikt in kleine klompjes, levereilandjes genoemd, die omgeven worden door bindweefsel. Bij de lever van een varken zijn de levereilandjes zo groot dat ze met het blote oog te zien zijn. Het zijn donkerrode vlekjes die worden omgeven door een lichter randje bindweefsel. Bekijk bij de slager maar eens een verse

lever van een varken. De lever heeft een bruinrode kleur en wordt bij de hond en de kat door insnoeringen in zes lobben verdeeld.

De lever krijgt op twee manieren bloed toegevoerd. Via de poortader komt er bloed uit onder andere de darm. Dat is erg rijk aan (voedings)stoffen die voor de leverwerking nodig zijn. Dit bloed is al door andere organen heengegaan, die er zuurstof uit gehaald hebben. Daarom loopt er vanuit de buikaorta een slagader (*arteria hepatica*) naar de lever toe. Het bloed wordt uit de lever afgevoerd via de *vena hepatica*. Dit is een korte ader die uitmondt in de vena cava posterior.

In de lever wordt gal gevormd, die bij de vertering van vetten onmisbaar is. De gal wordt via een buisje naar de galblaas gevoerd. De galblaas is een zakje met glad spierweefsel in de wand. Als dit spierweefsel samentrekt, wordt de gal vanuit de galblaas via een afvoergang (*ductus choledochus*) naar de dunne darm geperst. Dit gebeurt op bevel van het parasympathische zenuwstelsel als er (vet) voedsel in de darm is.

De lever is een onmisbaar orgaan, dat de volgende drie taken heeft.

- 1 onschadelijk of onwerkzaam maken van ongewenste stoffen
- 2 opslag van nuttige stoffen
- 3 aanmaak van nuttige stoffen

Onschadelijk maken van ongewenste stoffen

giftige afbraakproducten

Levercellen bezitten buitengewoon veel enzymen. Ze kunnen daarmee de meest uiteenlopende chemische verbindingen veranderen. Dit is van zeer groot belang voor het hele lichaam. In alle cellen van het lichaam worden namelijk eiwitten versleten en afgebroken, waarbij erg *giftige afbraakproducten* ontstaan. De cellen geven ze af aan het bloed, dat deze afvalproducten naar de lever brengt. De lever maakt de moleculen van de afvalstoffen kleiner en veel minder giftig, en geeft ze weer af aan het bloed. Vervolgens worden de veranderde stoffen (bijvoorbeeld ureum) naar de nieren gebracht, waar ze via de urine het lichaam verlaten.

De lever maakt niet alleen ongewenste stoffen van het lichaam zelf onschadelijk, maar ook gifstoffen die van buiten komen. Benzine bevat bijvoorbeeld stoffen die het hart en de nieren dodelijk kunnen aantasten. Die stoffen worden in de lever onschadelijk gemaakt. De lever zelf wordt natuurlijk ook beschadigd door deze stoffen, maar dan op de langere termijn. Alcohol wordt bijvoorbeeld door de lever afgebroken tot niet-giftige stoffen. Echter te veel alcohol kan uiteindelijk tot leverbeschadiging leiden.

medicijnen

De lever maakt ook *medicijnen* onwerkzaam of verwijdert ze via de gal. Voorbeelden daarvan zijn morfine (een pijnstillertje, mits goed gebruikt) en levamisol (een middel tegen rondwormen, ook wel een anthelminthicum genoemd). De lever bindt dit soort stoffen door enzymatische reacties aan kleinere moleculen. Je noemt dit *conjugeren*. Conjugeren kan bijvoorbeeld gebeuren door aan een gevaarlijke stof een acetylmolecuul of een aminozuur te binden. De daardoor ontstane producten zijn onschadelijk en worden via de gal of de nieren verwijderd.

Soms zijn de te verwijderen stoffen ongevaarlijk als ze in niet al te grote hoeveelheden in het bloed aanwezig zijn. De darm haalt de geconjugeerde stof dan terug in het

bloed. De stof kan vervolgens in het lichaam hergebruikt worden. Je noemt dit de *enterohepatische kringloop*. Gal, en met name de galzuren (de afbraakproducten van cholesterol), ondergaan een enterohepatische kringloop.

hormonen De lever verwerkt naast giftige stoffen en medicijnen bovendien talrijke *hormonen*. Dit is één van de manieren waarop het lichaam stofwisselingsprocessen kan remmen. Zo breekt de lever bijvoorbeeld corticosteroïden af nadat ze hun werk gedaan hebben.

Opslag van nuttige stoffen

glucose De lever krijgt via de vena portae voedingsstoffen uit de darmen aangevoerd en vervolgens kunnen worden opgeslagen. Dit gebeurt bijvoorbeeld met glucose, vetten, sporenelementen en vitaminen. *Glucose* wordt op bevel van insuline in de levercellen opgeslagen in de vorm van *glycogeen*. Glycogeen is een zeer groot molecuul dat bestaat uit een lange keten van glucosemoleculen. Je noemt zo'n keten van dezelfde moleculen een *polymeer*.

vet Als een dier te vaak en te veel vet krijgt, zullen de levercellen zoveel *vet* opslaan dat ze er niet goed meer door kunnen werken. Je spreekt dan van *leververvetting* of *leverdegeneratie*. Sommige vogels krijgen een leverdegeneratie doordat hun voer te veel ijzer bevat.

De levervenen hebben, in tegenstelling tot de meeste venen, spieren in hun wand. Als een dier in rust is, zijn deze spieren ontspannen. De venen zijn dan erg wijd en kunnen dus veel bloed bevatten. Als het dier in actie komt en de transportfunctie van de erythrocyten nodig heeft, spannen de spieren in de wand van de levervenen aan en drijven ze het bloed eruit. De lever heeft dus net als de milt ook een functie als *bloed* opslagplaats voor *bloed*.

Aanmaak van nuttige stoffen

vitamine C Uit voedingsstoffen kan de lever voor de andere lichaamscellen nuttige stoffen maken. Uit glucose maakt de lever van bijna alle zoogdieren (waaronder ook de hond en de kat) *vitamine C*. Daarom is het overbodig om dergelijke dieren extra vitamine C te geven. Alleen de mens, de hogere apen en de cavia kunnen geen vitamine C synthetiseren in hun lever. Voor deze diersoorten is vitamine C dan ook een essentiële voedingsstof.

vetten Vetzuren worden deels omgezet in *vetten* die niet dienen als brandstof maar als bouwstof, bijvoorbeeld voor de haren en de celwanden. Uit de tien essentiële *aminozuren* kan de lever van de hond de overige twaalf *aminozuren* maken. Bij de kat is het aminozuur taurine ook een essentieel voedselbestanddeel. De lever geeft die aminozuren aan het bloed af, zodat de overige lichaamscellen er hun eigen eiwitten van maken. Uit de aminozuren stelt de lever ook zelf eiwitten samen.

globulinen De *globulinen* in het bloed, zoals de stollingsfactoren, de voorlopers van angiotensine en de transporterende albuminen, worden in de lever gemaakt. Natuurlijk maakt de lever ook *eiwitten* om zijn eigen versleten eiwitten te vervangen. Overtollige eiwitten kunnen niet worden opgeslagen, maar worden meteen omgezet in glucose of vet,

vitamine K wat wél opgeslagen kan worden. De lever maakt tevens *vitamine K*. Dat is onmisbaar bij de bloedstolling.

cholesterol Uit eenvoudiger stoffen maakt de lever *cholesterol*. Dit is een steroïd dat via het bloed naar de bijnieren gaat en daar omgezet wordt in corticosteroïden. De testes en de ovaria gebruiken cholesterol als voorlopers voor de hormonen testosteron en oestrogeen of progesteron.

gal *Gal* wordt door de lever geproduceerd en bestaat uit door de lever onschadelijk gemaakte afvalstoffen. Deze zijn onder meer afkomstig van de afbraak van hemoglobine (bilirubine). De steroïde hormonen (corticosteroïden, testosteron en progesteron) worden tot galzuren afgebroken. De gal is echter in het geheel geen nutteloze vloeistof. Als er gal in de darm komt, emulgeert deze vetten uit het voer. Vetten zijn namelijk niet oplosbaar in water. Ze liggen in grote klonters in de waterige darminhoud. De darmenzymen werken alleen in water. Hoe groter het raakvlak tussen vetklonters en water, hoe beter de enzymen dus het vet kunnen verkleinen.

De galzuren verkleinen (emulgeren) de grote vetklonters tot microscopisch kleine bolletjes. Daardoor wordt het raakvlak tussen vet en water sterk vergroot. Vergelijk maar eens een voetbal met een zak knikkers van dezelfde omvang. De voetbal maakt in vergelijking met een zak knikkers maar met een klein oppervlak contact met de lucht. De galzuren worden via de enterohepatische kringloop weer uit de darm gehaald en opnieuw gebruikt. De darm is daar erg efficiënt in. Tijdens één maaltijd kan een galzuurmolecuul wel drie keer de kringloop doorlopen.

1.8 Alvleesklier

De alvleesklier of *pancreas* is een bleekroze orgaantje dat ingeklemd ligt in een kronkel van de dunne darm, vlak bij de maag. De alvleesklier bestaat uit twee delen die niets met elkaar te maken hebben: het endocriene deel en het exocriene deel. De cellen van deze twee liggen tot op microscopisch niveau door elkaar heen. Ze zijn met het blote oog dus niet van elkaar te onderscheiden.

exocriene deel Net als de darmen en de lever maakt ook de pancreas enzymen aan. Hiervoor is het *exocriene deel* van de alvleesklier verantwoordelijk. De enzymen helpen in het darmlumen bij de vertering van eiwitten, vetten en koolhydraten. Voor de vertering van eiwitten zijn de enzymen trypsine, chymotrypsine en carboxypeptidase verantwoordelijk. Het enzym lipase verteert vetten, het amylase verteert koolhydraten. Dit deel van de alvleesklier lijkt wat zijn microscopische bouw betreft op een speekselklier. De enzymen worden door kleine gangetjes afgevoerd. Deze gangetjes verenigen zich tot een buis die uitkomt in de Vaterse papil. De afgifte van alveessap gebeurt deels op bevel van het parasympathisch zenuwstelsel en deels op bevel van signaalstoffen uit de darm.

endocriene deel Het andere deel van de alvleesklier, het *endocriene deel*, geeft zijn producten direct af aan het bloed. De stoffen die het tweede deel van de alvleesklier maakt, zijn insuline en glucagon. Deze stoffen gaan via het bloed naar de lever. Glucagon wordt door de lever opgenomen en zorgt ervoor dat er glucose aan het bloed wordt afgegeven. Insuline wordt ook door de lever opgenomen, maar zorgt ervoor dat de lever juist

glucose uit het bloed haalt en opslaat. Glucagon en insuline zijn dus *antagonisten*, dat wil zeggen dat de één de werking van de ander opheft. Insuline wordt door de lever weer aan het bloed afgegeven en kan zo in het hele lichaam de cellen aanzetten om glucose te gebruiken.

1.9 Afsluiting

Het spijsverteringsapparaat is een groot en belangrijk orgaansysteem. Je moet daarom de algemene bouw begrijpen en de ligging, het uiterlijk en de functies van de afzonderlijke onderdelen van het spijsverteringsapparaat kennen. De lever speelt een essentiële rol bij de spijsvertering. Bestudeer de theorie over dit orgaan daarom goed.

- Vragen 1.1**
- a Welke functies heeft het spijsverteringsapparaat?
 - b Waaruit bestaat het spijsverteringsapparaat?
 - c Waarmee is het spijsverteringsapparaat aan de binnenkant bedekt?
- Vragen 1.2**
- a Hoe is een tand gebouwd?
 - b Welke drie speekselklieren heeft de kat?
 - c Wat is de taak van speeksel?
 - d Wat zijn de taken van de mondholte?
- Vragen 1.3**
- a Wat is het verschil tussen de wand van de slokdarm en de wand van de darm?
 - b Beschrijf een peristaltische beweging.
- Vragen 1.4**
- a Wat zijn de grenzen van het abdomen?
 - b Uit welke lagen bestaat het peritoneum?
 - c Wat wordt verstaan onder omenta?
- Vragen 1.5**
- a Welke spijsverteringssappen maakt de maag?
 - b Hoe is de maag beschermd tegen de inwerking van zijn eigen sappen?
 - c Wat doet de maag met vloeistoffen?
- Vragen 1.6**
- a Wat is eubacteriose?
 - b Uit welke delen bestaat het darmkanaal?
 - c Wat zijn de taken van de dunne darm?
 - d Wanneer geeft de lever gal af aan de darm?
 - e Wat zijn darmvlokken?
 - f Wat doet de dikke darm?
 - g Waarop berust zindelijkheid op ontlasting?
- Vragen 1.7**
- a Waar ligt de lever en hoe ziet hij eruit?
 - b Wat zijn levereilandjes?
 - c Wat is conjugeren?
 - d Noem een stof die een enterohepatische kringloop ondergaat.
 - e Noem enige nuttige stoffen die de lever maakt.
 - f Leg uit waarom vetten in het lumen van de darm moeten worden geëmulgeerd.
 - g Welke enzymen en hormonen maakt de alvleesklier?

2 Het geslachtsapparaat

Oriëntatie

Een aantal van jullie zal 's nachts wel eens wakker hebben gelegen van miauwende katten. Ze kunnen dan flink tekeer gaan! Vaak heeft dit gedrag te maken met de geslachtsdrift. De poes is dan op zoek naar een partner om voor nageslacht te zorgen. Ook honden kennen periodes waarin ze op zoek gaan naar een andere hond om zich te laten bevruchten. Hormonen zijn in deze periode van grote invloed op het gedrag van het dier. In dit hoofdstuk leer je hoe het geslachtsapparaat van honden en katten in elkaar zit en op welke wijze hormonen invloed hebben op het paringsgedrag. Waarschijnlijk heb je na het bestuderen van de stof iets meer begrip voor de poes die 's nachts onder je raam staat te miauwen.

2.1 Ligging en functie van het geslachtsapparaat

De geslachtsorganen en het urinevormend apparaat worden samen het *urogenitaalapparaat* genoemd. Het urogenitaalapparaat en de tractus digestivus hebben bij zoogdieren een gescheiden uitgang. Bij andere diersoorten is dat niet zo. Bij vogels, reptielen, amfibieën en vissen hebben het urogenitaalapparaat en de tractus digestivus één gemeenschappelijke uitgang: de *cloaca*.

De urine- en geslachtswegen lopen gedeeltelijk door de bekkenholte. De bekkenholte is dat deel van het lichaam dat omgeven wordt door het heiligbeen en de staart (met bijbehorende spieren) aan de bovenkant en door het bekken aan de zijkanten en de onderkant. De voorkant van de bekkenholte gaat over in de buikholte. Hier is geen echte afgrenzing. Het verschil is dat het peritoneum zich niet voortzet in de bekkenholte. De achterkant van de bekkenholte wordt begrensd door huid (met daarin de anus en de vulva), onderhuid en spieren. Dit zitvlak van hond en kat heet *perineum*. De bekkenholte is opgevuld met vrij los bindweefsel, dat vet bevat en de organen steunt.

De belangrijkste taak van de geslachtsorganen is het maken van de geslachtscellen: de zaadcellen en de eicellen. Dit gebeurt door celdeling. Het is echter geen gewone celdeling (mitose), maar een zeer speciale, die je ook wel geslachtsdeling noemt en hierna uitgebreid behandeld wordt.

2.2 Geslachtsdeling

Geslachtsdeling wordt ook wel *meiose* of *reductiedeling* genoemd. De laatste benaming geeft het doel van deze deling het beste weer. Reductie betekent immers vermindering. Het aantal chromosomen in de zaadcellen of eicellen wordt namelijk tot de helft teruggebracht. Je leert nu wat chromosomen precies zijn en hoe de vermindering ervan in zijn werk gaat.

Chromosomen

Chromosomen liggen in de celkern van elke gewone cel van het lichaam. Ze bevatten erfelijke informatie. Zoals je weet zijn de chromosomen in paren gerangschikt. Ieder paar chromosomen bevat dezelfde informatie. Zo is de kleur van de ogen van een dier vastgelegd in de twee chromosomen die samen één paar vormen. De informatie die de kleur van de ogen betreft, is dus in iedere gewone cel van het lichaam dubbel aanwezig. Hetzelfde geldt voor alle andere erfelijke eigenschappen van een dier.

Reductiedeling van chromosomen

Bij de bevruchting komen een zaadcel en een eicel samen. Als nu de reductiedeling niet zou bestaan, zou er bijvoorbeeld bij de kat het volgende gebeuren. De kat heeft 19 paren (dus 38 stuks) chromosomen. De zaadcel en de eicel vormen samen de eerste cel van het nieuwe jong. Zonder reductiedeling zou die eerste cel 38 chromosomen van de zaadcel krijgen en nog eens 38 van de eicel. Het nieuwe jong zou dan cellen hebben met $38 + 38 = 76$ chromosomen. Wanneer dit jong zich zou voortplanten, zouden zijn nakomelingen zonder reductiedeling $76 + 76 = 152$ chromosomen in hun cellen hebben. Je kunt je voorstellen dat zonder reductiedeling de cellen van volgende generaties alleen nog maar uit chromosomen zouden bestaan. Leven zou dan onmogelijk zijn.

Het doel van de geslachtsdeling is het verminderen van het aantal chromosomen in eicellen en zaadcellen tot de helft. Dat kan omdat alle informatie in de gewone cellen toch al dubbel aanwezig is. Bij de geslachtsdeling worden de chromosomen eerst verdubbeld en dan tweemaal verdeeld.

De geslachtsdeling heeft uitsluitend in de geslachtsklieren plaats. Bij de geslachtsdeling worden de chromosomen zodanig verdeeld dat iedere zaadcel of eicel maar één chromosoom van ieder chromosomenpaar meekrijgt. Bij de kat krijgt iedere eicel of zaadcel dus 19 chromosomen. Bij de bevruchting smelten één zaadcel van de kater en één eicel van de poes samen. De eerste cel van het nieuwe jong heeft na de bevruchting 19 paren (dus 38 stuks) chromosomen, net als zijn ouders.

X en Y chromosomen

In het voorgaande is steeds gesteld dat de chromosomen die een chromosomenpaar vormen, informatie hebben voor precies dezelfde zaken en in principe gelijk zijn. Maar dit is slechts het geval bij 18 van de 19 chromosomenparen van de kater en bij 38 van de 39 chromosomenparen van de reu. De chromosomen van het 19^{de} respectievelijk 39^{ste} paar heten de *geslachtschromosomen*.

Bij mannelijke dieren zijn deze geslachtschromosomen sterk verschillend, bij vrouwelijke dieren zijn ze gelijk. De geslachtschromosomen van het mannetje worden aangegeven met X en Y (kortweg XY). Het Y-chromosoom is klein, het X-chromosoom is goed ontwikkeld. Een vrouwelijk dier heeft twee X-chromosomen (XX). Het resultaat is dat de eicellen altijd één X-chromosoom hebben, terwijl er twee soorten zaadcellen zijn: één met een X-chromosoom en de andere met een Y-chromosoom. Bij de bevruchting kan een eicel (met X-chromosoom) bevrucht worden door een zaadcel met een X-chromosoom. Het nieuwe jong heeft dan twee X-chromosomen (XX) en is dus een vrouwtje. Als een eicel bevrucht wordt door een zaadcel met een Y-chromosoom heeft het nieuwe jong één X- en één Y-chromosoom (XY) en is het dus een mannetje.

2.3 Het mannelijk geslachtsapparaat

Het mannelijk geslachtsapparaat heeft als taken het maken en opslaan van zaadcellen, het inbrengen van de zaadcellen in het vrouwelijk dier en het maken van geslachtshormonen. Het is opgebouwd uit twee zaadballen (testikels, testes), twee bijballen, (epididymis) die samen met de zaadballen in het scrotum of de balzak liggen, en twee zaadleiders (ductus deferens), die uitkomen op één urineleider (urethra) en aan het eind omgeven wordt door de penis en één of meer secundaire geslachtsklieren. In de figuren 2.1 en 2.2 is het geslachtsapparaat van respectievelijk een reu en een kater afgebeeld.

Fig. 2.1
*Schematisch overzicht
van het geslachtsapparaat
bij de reu*

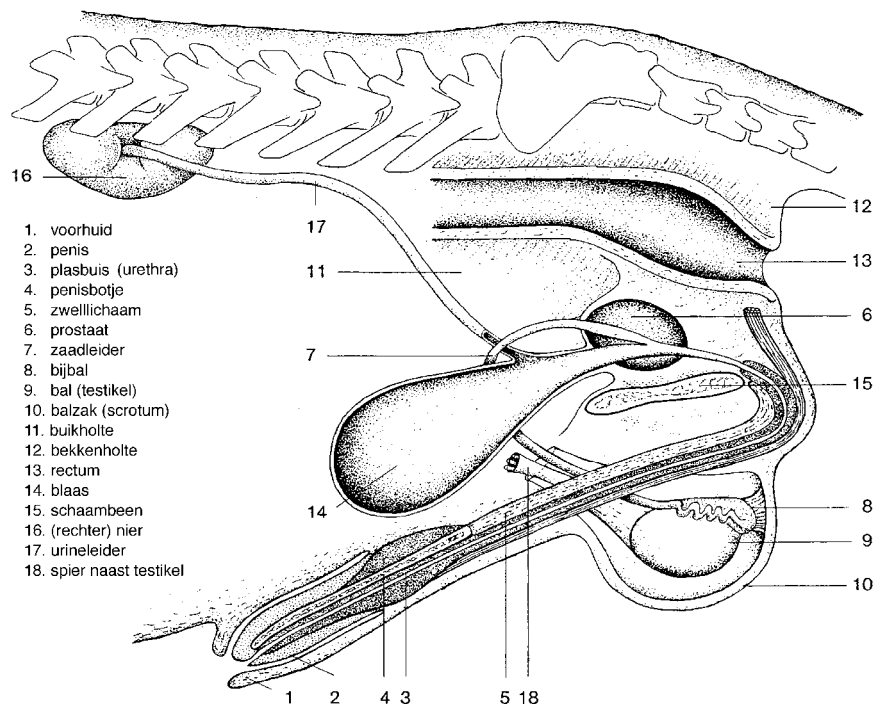
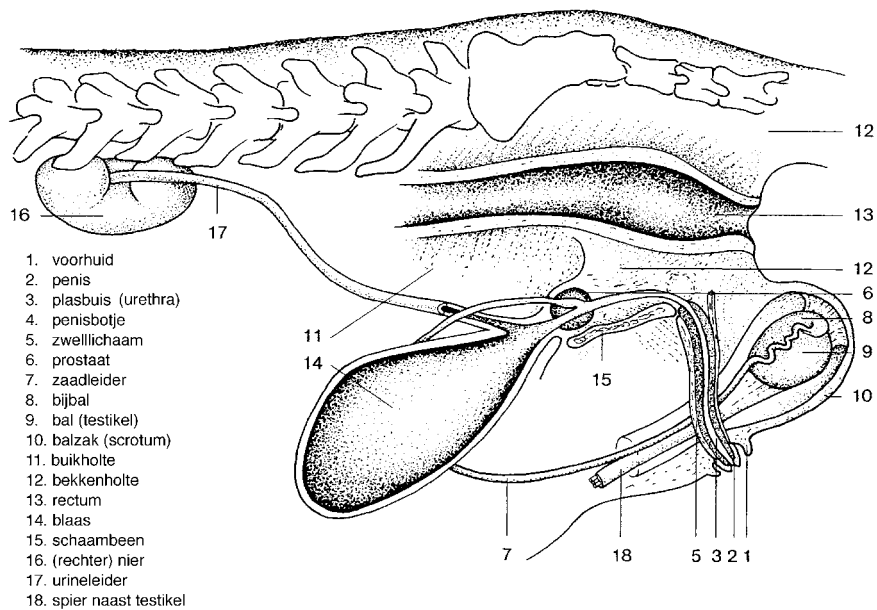


Fig. 2.2
Schematisch overzicht
van het geslachtsapparaat
bij de kater



Scrotum

In de afbeeldingen valt op dat het scrotum van de kater vlak onder de anus ligt en die van de reu tussen de achterpoten. Het scrotum van de reu is meestal slecht behaard en de huid is dun en kwetsbaar. Daarom kan dit stukje huid gemakkelijk ontsteken als er jodium of een ander desinfectiemiddel op komt. Castratie van de reu kan dan ook niet via de huid van het scrotum plaatsvinden omdat die huid niet gedesinfecteerd kan worden. De huidsnede wordt daarom enige centimeters vóór het scrotum in de middenlijn (mediaanlijn) gemaakt. De huid daar kan wel gedesinfecteerd worden.

De huid van het scrotum van de kater is steviger en goed behaard en kan wel gedesinfecteerd worden. Het scrotum van de kater is niet verbonden met de bekkenholte, hoewel de plaats ervan dit doet vermoeden. Het scrotum bestaat uit een laag huid en staat via het *lieskanaal* in verbinding met de buikholte. Het lieskanaal is een gangetje dat tussen de buikspieren door van de buikholte naar de balzak loopt.

In het scrotum tref je een uitstulping van het peritoneum parietalis aan die *tunica vaginalis* ofwel *inwendige balzak* wordt genoemd. Hierin liggen de testikel en de epididymis. De tunica vaginalis verschilt van het overige peritoneum. Het is dikker, wit en ondoorzichtig.

Zaadballen

grootte

Van een volwassen reu variëren de zaadballen in *grootte* van een halve centimeter tot zeven centimeter, afhankelijk van het formaat van de hond. De zaadballen van de kater worden maximaal anderhalve centimeter groot. Zaadballen zijn eivormig en grijsgrauw van kleur. Ze zijn goed doorbloed. Dat is nodig omdat er een constante celdeling plaatsvindt voor de vorming van zaadcellen. De vorming van zaadcellen begint pas in de puberteit.

De zaadballen van een ongebornen mannelijk dier liggen tegen de ruggengraat aan. Pas als het dier geboren is, gaan de testikels door het lieskanaal naar het scrotum toe. Op een leeftijd van zes weken zijn de testikels bij reutjes door het lieskanaal in het scrotum beland. Bij katertjes duurt het wel negen of tien weken voordat de testes goed te voelen zijn in het scrotum.

temperatuur De *temperatuur* in het scrotum mag niet te hoog of te laag zijn, anders functioneert de zaadvorming in de testikels niet goed. De vorming van zaadcellen vindt goed plaats bij een temperatuur van circa 35 °C. Als de temperatuur te hoog wordt, verslapt de *musculus cremaster*. Deze spier loopt van de testikel naar de buikspieren. Door het verslappen van deze spier trekt de zwaartekracht de testikels naar beneden. Doordat de zaadballen dan verder van het lichaam af komen te liggen, koelen ze af. Als het te koud wordt trekt de spier de testikel weer omhoog, dichters naar het lichaam toe.

weefsel De testikel en de epididymis als geheel zijn bedekt met peritoneum viscerale. De testikel bestaat uit drie soorten *weefsel*.

- 1 kiemweefsel
- 2 hormoonproducerend weefsel
- 3 bindweefsel

In het *kiemweefsel* liggen *kiemcellen*. Deze delen zich (na de puberteit) voortdurend om zaadcellen te maken. Dit gebeurt op een manier die vergelijkbaar is met de manier van delen in de onderste laag van de opperhuid. Een kiemcel deelt zich volgens de mitose. Van de twee zo ontstane cellen blijft er één een kiemcel en de ander deelt zich tot twee zaadcellen volgens de meiose. Op deze manier worden er miljoenen zaadcellen geproduceerd. In het *hormoonproducerend weefsel* wordt testosteron gemaakt, op bevel van de hypofyse. Het *bindweefsel* vervult zijn gewone taak. Het steunt de overige structuren en er lopen bloedvaten en zenuwen door.

Secundaire geslachtskenmerken

Testosteron wordt dus in het hormoonproducerend weefsel van de zaadballen gemaakt. Het is een hormoon met dezelfde chemische structuur als de corticosteroïden en zorgt ervoor dat de secundaire geslachtskenmerken zich ontwikkelen. Wat dat precies zijn, wordt nu uitgelegd.

De primaire geslachtskenmerken zijn kenmerken die al bij de geboorte van een dier aanwezig zijn. Bij een mannelijk dier zijn dat testikels, bijballen en een penis, bij een vrouwelijk dier eierstokken en een uterus, vagina en vulva. De secundaire geslachtskenmerken ontwikkelen zich pas goed tijdens de puberteit, onder invloed van hetzij testosteron (bij mannelijke dieren) hetzij van oestrogeen en progesteron (bij vrouwelijke dieren).

algemene bouw Secundaire geslachtskenmerken betreffen onder meer de *algemene bouw* van het dier. Reuen en katers zijn meestal groter, grover gebouwd en gespierder dan teven en poezen. Het *gedrag* van een mannelijk dier is eveneens een deel van de secundaire geslachtskenmerken. Bij de hond en de kat is het mannetje vaak wat agressiever, de urinelozing is anders, zoals ook het paargedrag. De derde groep secundaire geslachtskenmerken is het voorkomen van *secundaire geslachtsklieren*. Deze ontwikkelen zich in de puberteit onder invloed van de geslachtshormonen. Ze maken

zaadcellen
eiwitstofwisseling
haargroei

vloeistoffen die bij het zaad worden gevoegd. Daardoor blijven de zaadcellen langer vruchtbaar als ze in het vrouwtje zijn ingebracht.

Testosteron regelt dus de ontwikkeling én de instandhouding van de secundaire geslachtskenmerken bij het mannelijk dier. Het zorgt er ook voor dat het kiemweefsel *zaadcellen* gaat produceren. Verder heeft testosteron invloed op de *eiwitstofwisseling*. Vooral de spieren houden meer eiwit vast en worden sterker onder invloed van testosteron. Daarom wordt dit hormoon gerekend tot de anabole steroïden. Ten slotte is testosteron van invloed op de *haargroei*. Gecastreerde honden en katten (die dus geen testosteron meer maken) kunnen soms een gestoorde haargroei vertonen, met name op de flanken en rug.

Bijballen

Nadat de zaadcellen gemaakt zijn in de testis, gaan ze naar de epididymis. Over die reis doen ze ongeveer tien dagen. In figuur 2.2 zie je hoe de bijballen over de testikels heen liggen. Iedere testikel heeft één bijbal. De bijbal is in wezen de afvoerbuis van het kiemvormend weefsel van de testes. Deze afvoerbuis begint, zodra hij uit de testikel komt, sterk te kronkelen en kan meters lang worden. De bijbal dient als opslagplaats van de zaadcellen, die drie maanden in de bijbal in leven kunnen blijven.

Zaadleiders

De *ductus deferens* is een stevige, witte buis die de buikholte inloopt. Ook bij de kater is dat het geval, hoewel de ligging van het scrotum en de penis anders doet vermoeden. In de wand van de zaadleider ligt glad spierweefsel. Bij de ejaculatie zorgt dat voor een krachtige peristaltische beweging zodat de zaadcellen voortgestuwd worden. Naast de ductus deferens liggen een arterie en een vena, die voor de bloedvoorziening naar de testikel en de bijbal zorgen. Ze liggen samen in de hals van de tunica vaginalis.

Het laatste deel van de zaadleider bevat kliercellen. Deze scheiden een product af dat voedingsstoffen voor de zaadcellen bevat. Zo kunnen deze cellen als ze in de teef of de poes zijn aangeland, langer blijven leven. Bij de reu zijn er zoveel kliercellen in de wand van de zaadleider, dat deze een verdikking vertoont. Deze verdikking noem je de *ampulla*, die één van de secundaire geslachtsklieren van de reu is. Bij de kater is deze niet te zien. De zaadleider komt bij de blaashals samen met de urineweg. Zowel de zaadcellen als de urine worden van hieraf afgevoerd via dezelfde gang. Deze noem je de urethra.

Urethra

De urethra bestaat uit een stevige bindweefselbuis. Rondom ligt over de hele lengte stevig dwarsgestreept spierweefsel dat ritmisch samentrekt om het zaad tijdens de ejaculatie verder te stuwen. De urethra loopt door de bekkenholte, onder het rectum. Vlak onder de anus buigt hij bij de reu om naar voren en loopt ventraal van het bekken. Zodra de urethra uit de bekkenholte komt, loopt hij de penis in. Hij eindigt in het uiterste puntje van de penis. Dit zie je in figuur 2.1. Als je deze figuur vergelijkt met figuur 2.2, dan zie je duidelijk dat de urethra bij de kat anders loopt dan bij de

hond. Bij de kater slaat hij niet om naar voren, maar loopt hij recht naar achteren. Dat komt doordat de penis bij de kater op een andere plaats zit dan bij de reu.

Prostaat

De urethra wordt omgeven door een aantal structuren. Als eerste is dat de prostaat. Dit is een secundaire geslachtsklier die onder invloed staat van testosteron. Als de testikels worden verwijderd en het dier geen testosteron meer maakt, verschrompelt de prostaat (hetzelfde gebeurt overigens met de ampulla).

Zowel de reu als de kater hebben een prostaat. De prostaat is een klier die een product maakt dat aan de urethra wordt afgegeven bij de ejaculatie. Ook dit product bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen. De prostaat ligt vlak bij het begin van de urethra, dus vlak bij de plaats waar de zaadleider en de urineweg zich verenigen. Hij ligt rondom de urethra en de blaashals. Bij praktisch alle reuen die ouder zijn dan tien jaar is de prostaat flink in grootte toegenomen. Deze *prostaathypertrofie* kan tot problemen leiden.

Glandulae bulbo-urethrales Cowperi

Bij de kater tref je verder caudaal langs de urethra twee klieren aan. Je noemt ze kortweg de *bulbo-urethraalklieren* of de *Cowperse klieren*. Ze liggen schuin bovenop de urethra en hebben dezelfde functie als de prostaat. Vanaf dit punt wordt de urethra van de kat wel viermaal zo nauw. Daardoor kan de kater zijn urine een flink stuk omhoog spuiten, vergelijkbaar met de cilinder van een injectiespuit die zich tot de conus vernauwt.

Eventuele verhardingen als blaasgruis, dat met de urine meekomt, loopt op deze vernauwing vast bij de kater. Soms moet een verstopping van de urethra met blaasgruis worden geopereerd. De penis wordt daarbij deels verwijderd. Er moet dan zoveel van de penis verwijderen worden dat ook de bulbo-urethraalklieren weggehaald worden. Bij de reu lopen blaasgruis en blaasstenen vaak vast op de plaats waar de penis om de achterkant van de bekkenbodem naar craniaal ombuigt.

Penis

De penis is een orgaan dat bestaat uit een bindweefselmantel en uit zwelweefsel, dat ook wel *corpus cavernosum* heet. De bindweefselmantel begint onderaan de bekkenbodem en is daar stevig mee verbonden. Zodra de urethra uit de bekkenholte komt, krijgt hij als omhulling één of meer zwellichamen. Deze bestaan uit een sponsachtige laag stevig bindweefsel. In dit bindweefsel liggen zeer veel wijde aders. Zodra de slagader die het bloed naar de penis voert zich verwijdt, lopen de aderen vol met bloed. Daardoor worden ze als het ware opgepompt, zodat het zwellichaam groter wordt. Dit gebeurt zowel in de lengte als in de breedte en hoogte. De penis komt dan in erectie. In de penis van de reu ligt een botje, het *penisbot* (*os penis*). De urethra wordt door het penisbotje wat samengedrukt. Blaasgruis kan dus ook vlak caudaal van het penisbotje vastlopen. Het os penis wordt omgeven door het zwellichaam.

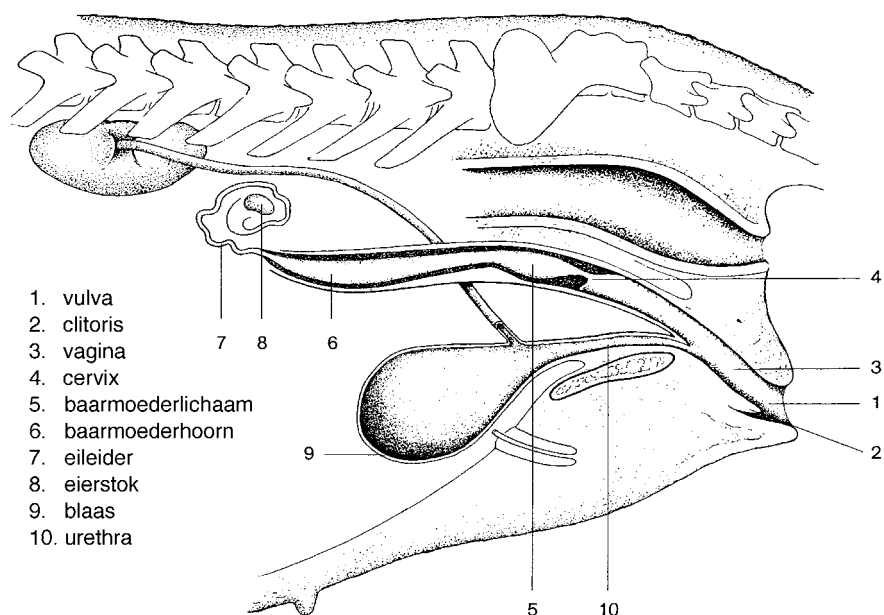
Het voorste deel van de penis heet de glanspenis. De glanspenis is voor een deel bedekt met huidweefsel. Dit is zeer dun en niet sterk verhoornd, en bevat talgkliertjes.

Op een bepaald punt van de penis slaat de huid terug en vormt deze de voorhuid, zoals je in figuur 2.2 goed kunt zien.

2.4 Vrouwelijk geslachtsapparaat

Het vrouwelijk geslachtsapparaat zie je in figuur 2.3. In tegenstelling tot het mannelijk stelsel ligt het helemaal inwendig. Het bestaat uit twee eierstokken (ovaria, enkelvoud ovarium), twee eileiders (ook wel tubae uterinae of oviducten genoemd), twee baarmoederhoornen (cornuae uteri), die zich verenigen tot één baarmoederlichaam (corpus uteri), de baarmoederhals (cervix) en de schede (vagina). De urethra komt samen met de schede. De gezamenlijke uitgang heet vulva. Het geslachtsorgaan van de poes verschilt niet veel van dat van de teef.

Fig. 2.3
Schematisch overzicht
van het geslachtsorgaan
bij de teef



Eierstokken

Het vrouwelijk geslachtsapparaat begint net als bij de mannelijke dieren met de geslachtsklieren. Deze noem je de *eierstokken* of *ovaria*. Ze zijn boonvormig en veel kleiner dan de testes. Bij een middenslag teef zijn ze ongeveer anderhalve centimeter lang, bij de volwassen poes zijn ze maximaal één centimeter. Ze zijn allebei omgeven door een *bursa ovarica* (ook wel het *mes-ovarium* genoemd), een uitstulping van het peritoneum waaraan dit deel van het vrouwelijk geslachtsapparaat is opgehangen, net als alle andere buikorganen. De eierstokken liggen vrij hoog en ver naar voren, vlak bij de nieren. De eierstokken van het vrouwelijke ongeboren jong liggen tegen de ruggengraat aan, net als de zaadballen van een ongeboren mannelijk dier.

Eicellen

Het ovarium bestaat uit bindweefsel, kiemvormende cellen en zich ontwikkelende *eicellen*, die bezig zijn met de reductiedeling en de daarop volgende gewone deling.

Om de eicellen heen ligt een blaasje van gespecialiseerde bindweefselcellen, de *follikel*. Als laatste tref je in de ovaria resten van follikels aan, waarover later meer.

In de ovaria van het vrouwelijk dier zijn al vóór de geboorte circa 50.000 kiemvormende cellen aanwezig. Elk van die cellen kan zich maar tot één eicel ontwikkelen. Dit is anders dan bij het mannelijk dier, bij wie de kiemvormende cellen zich voortdurend blijven vermeerderen. De taak van het ovarium is het rijpen van die kiemvormende cellen tot eicellen en het produceren van oestrogeen en progesteron. De kiemvormende cellen delen zich eerst volgens de mitose. Er ontstaan dan twee cellen. Eén daarvan blijft heel klein. Vervolgens delen deze twee cellen zich weer, maar nu volgens de meiose. Opnieuw blijft één van de twee heel klein. Slechts één van de op deze manier ontstane vier cellen groeit uit tot een eicel. De andere drie (heel kleine cellen) gaan te gronde. Dit proces begint voor het eerst in de puberteit, op bevel van de hersenen.

FSH

De hypothalamus ontvangt bij het seksueel volwassen dier van de grote hersenen (via de ogen, de nervus opticus en de gezichtscentra in de hersenschors) informatie over de daglichtlengte. Als die een bepaalde duur heeft, beveelt de hypothalamus de hypofyse om *FSH* (Follikel Stimulerend Hormoon) af te geven. Bij de hond doet de hypothalamus dat meestal in het voor- en najaar. Bij de kat doet de hypothalamus dat tussen januari en september, met tussenpozen van ongeveer dertig dagen. Bij andere dieren wordt op andere tijden FSH afgegeven. Bij het schaap, dat 150 dagen drachtig is, geeft de hypofyse in het najaar FSH af en bij het paard, dat 340 dagen drachtig is, in het voorjaar. Het gevolg is dat zowel lammeren als veulens in het voorjaar geboren worden. In het voorjaar is er veel gras en kan de moeder flink eten en dus voldoende melk maken voor haar nakomelingen.

De FSH gaat via het bloed naar de ovaria en beïnvloedt daar de cellen die tussen de kiemcellen liggen. Deze cellen nestelen zich om de zich ontwikkelende eicel heen. Op die manier wordt er een blaasje (follikel) om de eicel heen gevormd. De eicel wordt in vergelijking met andere lichaamscellen geweldig groot. Bij de kip is bijvoorbeeld de dooier van het ei de eicel. Bij de mens, die meestal maar één nakomeling per zwangerschap krijgt, rijpt er maar één eicel. Bij de hond en de kat, die bij hoge uitzondering wel vijftien jongen tegelijk ter wereld brengen, kunnen er wel twintig eicellen tegelijk rijpen.

LH

Tijdens de ontwikkeling van de eicel komt ook het blaasje dat eromheen ligt, de follikel, tot rijping en maakt dan *oestrogeen*. Dit hormoon zorgt ervoor dat de teef loops en de poes krols wordt. Als de oestrogeenspiegel in het bloed een bepaalde hoogte bereikt, neemt de hypothalamus dit waar en beveelt hij de hypofyse om geen FSH meer te maken maar *LH*, oftewel het luteïniserend hormoon. De rijpende follikel vergroeit, eerst onder invloed van FSH en later onder invloed van LH, langzaam met de buitenkant van het ovarium. Op een gegeven moment springt de follikel open en verlaat de eicel het ovarium. Dit noem je de *eisprong* ofwel *ovulatie*. De ovulatie bij de poes gebeurt alleen als door de dekking de penis van de kater de vagina prikkelt. De ovulatie van de teef heeft een dergelijke prikkeling niet nodig en gebeurt spontaan. Dus ook als de teef niet gedekt wordt, vindt er een eisprong plaats. Met behulp van

bloedonderzoek naar de LH-spiegel kun je het juiste tijdstip voor de dekking nauwkeurig vaststellen.

De lege follikel balt zich samen en wordt massief. Dit proces heet *luteïnisatie*. Omdat de rest van de follikel daarbij een wat gele kleur krijgt, noem je hem nu het *gele lichaampje* (*corpus luteum*). Bij de teef en de poes zijn de gele lichaampjes met het blote oog goed te zien, bekijk ze maar eens na een sterilisatie. De luteïnisatie verloopt dus onder invloed van de hypothalamus, die de hypofyse LH (het heet niet voor niets het luteïniserend hormoon) laat maken. Het gele lichaampje gaat nu *progesteron* produceren. Als de progesteronspiegel een bepaalde hoogte heeft bereikt, zal de hypothalamus dit opmerken en de hypofyse bevelen om te stoppen met het maken van LH.

Eileider

De eicel die uit het ovarium komt, wordt opgevangen door de *tuba uterina*, ook wel *eileider* of *oviduct* genoemd. De eileider is gevormd als een trechter. De mond is om het ovarium heen gestulpt. Het dunne deel gaat over in de baarmoederhoorn. De zaadcellen bevruchten de eicel terwijl deze in de eileider zit. Het dier wordt dan drachtig. Je noemt de dracht ook wel *graviditeit*. Als de eicel niet wordt bevrucht, gaat hij in de eileider te gronde.

Baarmoeder

Vanuit de eileider komt de bevruchte eicel in de *baarmoeder* ofwel *uterus* aan. Hij nestelt zich in het slijmvlies van de baarmoeder en ontwikkelt zich daar tot een nieuw individu. Het slijmvlies van de baarmoeder beschikt over zeer veel kliertjes. Deze nemen in grootte en aantal toe tijdens het eerste deel van de dracht. Zij produceren voedingsstoffen voor het jong. De foetus vormt (na ongeveer tien dagen) twee vruchtvliezen, het *amnion* en het *chorion*. Deze vormen een dubbelwandige blaas gevuld met vruchtwater waarin de foetus zweeft. De foetus is hierdoor goed beschermd tegen trauma.

Moederkoek

Al heel snel vormen de klieren van het slijmvlies samen met het vruchtvlies de *placenta* of *moederkoek*. Hier hebben de bloedvaten van de circulatie van de moeder en het jong een vrij nauw contact. Voedingsstoffen en zuurstof diffunderen van het bloed van de moeder naar dat van de foetus. Kooldioxide en andere afvalstoffen diffunderen van het bloed van de foetus naar het bloed van de moeder. De bloedvaten naar en van de placenta lopen door de navelstreng van de foetus. Ze zijn voorgeprogrammeerd om op een bepaalde plaats te vernauwen en dicht te gaan. Dit gebeurt na de geboorte.

Het is niet goed om de navelstreng direct na de geboorte af te binden. Het hart van het pasgeboren jong (neonatus) pompt nog bloed uit de placenta dat het jong goed kan gebruiken. Pas als je ziet dat de navelstreng zich op een bepaalde plaats lijkt af te snoeren, kan je er voor de zekerheid een ligatuur om knopen.

Meconium

De foetus maakt ontlasting en urine, zij het in zeer geringe mate. De urine wordt uitgeplast en komt in het vruchtwater dat zich tussen de vruchtvliezen bevindt. De hoeveelheid ontlasting is zo gering dat hij zich ophoopt in de darm tot een taaie massa. Je noemt deze massa het *meconium*. Na de geboorte moet het meconium uitgescheiden worden. Als deze eerste ontlasting van de pasgeborene niet afkomt, moet je laxeren. Bij de hond bevat de placenta een donkergroene vloeistof die na de geboorte uitgescheiden wordt. De uterus wordt tijdens de dracht steeds groter. Ook wordt de wand dikker. De bloedtoevoer neemt sterk toe. Na de geboorte wordt de uterus weer kleiner (involutie). Dit duurt ongeveer drie weken.

Baarmoederhoornen en baarmoederlichaam

De uterus is opgebouwd uit twee hoornen die bij de eileiders beginnen. Deze twee hoornen, of *cornuae uteri*, komen bij elkaar en vormen dan het baarmoederlichaam of *corpus uteri*. In figuur 2.3 zie je dat het baarmoederlichaam, zowel bij de hond als bij de kat, heel klein is. Dat komt doordat de vruchten zich niet in het baarmoederlichaam ontwikkelen maar in de hoornen. Bij de mens is dat precies andersom. De vrucht groeit in het baarmoederlichaam, de hoornen zijn heel klein. Slechts bij grote aantallen vruchten gebeurt het wel eens dat er één vrucht in het baarmoederlichaam zit. Bij dergelijke grote aantallen gaat meestal een deel van de vruchten dood, omdat er gewoonweg niet genoeg plaats is. Deze afgestorven vruchten worden door de baarmoeder opgenomen en verdwijnen spoorloos. Ze worden geresorbeerd door de uteruswand.

Baarmoedermond

Het laatste deel van de baarmoeder is de *baarmoedermond* oftewel *cervix*. Het slijmvlies van de cervix is sterk geplooid en bezit kliercellen. Deze maken een product dat een goede omgeving biedt voor de zaadcellen die na de paring zijn ingebracht. Bovendien is het product vrij taai zodat het de cervix afsluit. De belangrijkste taak van de cervix is dan ook het afsluiten van de baarmoeder.

Net als de eileiders en de uterus is de cervix een holle buis. Het verschil is dat de holte (ofwel lumen) in de cervix erg nauw en vrij gekronkeld is. Dit vormt een bescherming tegen indringers. Tijdens de geboorte verslapt de cervix en wordt deze wijder, zodat de jongen er gemakkelijk door kunnen. Je noemt dit de *ontsluiting*. Na de geboorte neemt de cervix snel weer zijn oude gedaante aan.

Vagina

De cervix gaat over in de *schede* of *vagina*. De urineweg verenigt zich met de geslachtsweg ongeveer halverwege de vagina, zoals je in figuur 2.3 ziet. Vanaf dit punt liggen in de wand van de vagina grote aantallen kleine, secundaire geslachtsklierijtjes. Het product dat ze afscheiden, maakt de vagina glad tijdens de coïtus (geslachtsgemeenschap). Bij de teef lopen in dit deel van de schedewand veel bloedvaten in het bindweefsel dat onder het slijmvlies ligt. Deze bloedvaten vormen een soort zwellichaam. Tijdens de coïtus lopen ze vol en worden ze dus dikker. Ze klemmen dan de penis van de reu vast.

Het gevolg is dat reu en teef tijdens de dekking vast komen te zitten. Dit vastzitten wordt versterkt doordat een deel van het zwellichaam van de penis van de reu pas

in de vagina goed begint te zwellen. Het is om deze reden erg onverstandig om te proberen een reu van een teef te trekken, al of niet met het gebruik van een emmer koud water. Je kunt dan grote schade toebrengen. Als een reu en een teef vastzitten, mag je maar één ding doen: rustig afwachten tot ze vanzelf loskomen. Dat kan wel een kwartier duren.

Kittelaar

Aan het eind van de vagina tref je in de bodem de *kittelaar* ofwel *clitoris* aan. Deze bestaat uit zwellichaampjes die aan de achterkant van het bekken zijn bevestigd. Ze liggen diep onder het slijmvlies. Een derde zwellichaampje dat bij de teef maximaal een halve centimeter lang kan worden, ligt dicht onder het slijmvlies waardoor dit licht uitsteekt in de vagina. De clitoris is de vrouwelijke tegenhanger van de penis.

Het laatste deel van de vagina van de teef loopt naar ventraal. Bij de poes is dit niet zo. Bij het aanbrengen van zalf in de vagina moet je bij de teef daarom eerst de tube of injector schuin omhoog duwen en dan pas horizontaal. Een complicatie daarbij is dat er een plooï aanwezig is in het slijmvlies van de bodem van de vagina. Bij de teef ligt deze vlak achter de plaats waar de vagina horizontaal begint te lopen. De plooï vormt een blind eindigend zakje. Als je een tube, injector of katheter in de vagina aanbrengt, mag je deze niet in het blinde zakje steken: dat is pijnlijk en kan bloedingen veroorzaken. Daarom moet je bij voorkeur met een vinger de plooï dichtdrukken en de tube over de vinger heen laten glijden.

Vulva

De vagina mondt uit in de *vulva* (door boeren ook wel *kling* genoemd). Deze bestaat uit twee lippen. De lippen bestaan uit een bindweefselwring en zijn aan de buitenkant bekleed met huid. De binnenkant is bekleed met een dikke slijmvlieslaag. De vulva blijft gesloten door het dikke elastische onderhuidse bindweefsel.

2.5 Hormonen

De hormonen oestrogeen en progesteron zijn al even genoemd. Nu de anatomie en fysiologie van het vrouwelijke geslachtsapparaat besproken is, kan de rol van deze hormonen uitgebreid behandeld worden.

Oestrogeen

Oestrogeen heeft invloed op de secundaire geslachtsklieren van het vrouwtje. Bij de eerste oestrus komen de melkklieren pas goed tot ontwikkeling. Zoals je je zult herinneren, wordt oestrogeen gemaakt door de zich ontwikkelende follikel. Die ligt in de eierstok om de eicel heen. Deze follikel zorgt ervoor dat het dier in oestrus komt. Bij de teef heet die toestand 'loops' en bij de poes spreek je van 'krols'. In het begin van de loopsheid of krolsheid wordt het vrouwtje minder afwijzend tegen mannetjes. Naarmate de eicel en de follikel rijpen, wordt er meer oestrogeen geproduceerd. Daardoor gaat het vrouwtje actief op zoek naar een mannetje en is bereid om gedekt te worden.

Door oestrogeen wordt ook het slijmvlies van de baarmoeder dikker en ontstaan er meer klieren in de baarmoeder. Een bevrucht eitje kan dan meteen goed opgevangen

worden. De cervix verslapt, zodat er zaadcellen door kunnen. De wand van de vagina wordt dikker en de vulva zwelt op en wordt roder, doordat er meer bloed in stroomt. Dat laatste is bij de teef veel opvallender dan bij de poes.

Tijdens de pro-oestrus treedt uitvloeijing op. Deze uitvloeijing bestaat uit het product van de kliertjes van de baarmoeder, die alvast beginnen te werken. Bij het groeien van de kliertjes gaan er soms bloedvaatjes kapot, zodat de uitvloeijing bij de teef bloederig wordt. De uitvloeijing van de teef is niet gelijk aan de menstruatie van de mens!

Progesteron

Progesteron wordt door het gele lichaamje gemaakt. Progesteron is het *drachtigheidshormoon*. Het zet de eileider aan tot het beter afvoeren van het bevruchte ei naar de baarmoeder. Daarnaast zorgt het progesteron ervoor dat het slijmvlies en de uterusklieën zich nog beter gaan ontwikkelen en samen met de vruchtvliezen de moederkoek (placenta) gaan maken. De cervix gaat dicht en het slijm wordt nog dikker en taaier zodat er een extra goede afsluiting komt. Ook de melkkliëën worden tot extra ontwikkeling aangezet.

Als een dier niet drachtig wordt, ontwikkelt het gele lichaamje zich niet volledig en gaat het na enige tijd verloren. De geslachtsorganen herstellen dan hun toestand van vóór de oestrus. Bij de mens (maar niet bij de hond of kat) wordt daartoe een deel van het baarmoederslijmvlies afgestoten. Dit gaat gepaard met uitgebreide bloedingen: de menstruatie. Honden en katten hebben geen menstruatie.

Schijndracht

Bij de teef en bij de (wel gedekte maar niet bevruchte) poes blijft het gele lichaamje vrij lang progesteron maken. Dit kan tot *schijndracht* leiden. De melkkliëën gaan melk produceren en het dier verandert van gedrag. Ze gaan bijvoorbeeld een nest bouwen, ze zonderen zich af of worden juist aanhaliger, of ze adopteren speelgoedjes alsof het jongen zijn.

Schijndracht is een normaal verschijnsel. In de natuur is het erg nuttig. Als bijvoorbeeld in een roedel honden een moederdier sterft, kan een schijndrachtige teef de jongen adopteren en grootbrengen. Al te hevige schijndracht moet echter wel behandeld worden. De melkkliëën kunnen in toestand van schijndracht namelijk makkelijk geïnfecteerd raken of tumoren vormen.

Cyclus van de teef

De teef is meestal tweemaal per jaar loops, eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar. Bij honden die nauwelijks buiten komen is er vaak geen sprake van seizoensbinding. Bij kleine rassen kan loopsheid bij uitzondering wel viermaal per jaar optreden. De afwisseling van loops en niet-loops heet *cyclus*. De cyclus kun je indelen in vier perioden.

- 1 pro-oestrus (spreek uit als eustrus)
- 2 oestrus
- 3 met-oestrus
- 4 an-oestrus

<i>pro-oestrus</i>	Met de <i>pro-oestrus</i> begint de cyclus. De pro-oestrus duurt meestal negen dagen. Je ziet dat de teef dan bloederige uitvloeijing heeft, steeds minder afwijzend wordt tegenover reuen en een gezwollen vulva heeft. De volgende periode is de <i>oestrus</i> . De teef is dan bereid gedekt te worden. De pro-oestrus en oestrus worden samen <i>brnst</i> genoemd. De oestrus duurt meestal ook negen dagen. In het begin van de oestrus is de bereidheid tot dekking het grootst. Daarna wordt deze geleidelijk minder. De ovulatie treedt meestal tien tot twaalf dagen na het begin van de bloederige uitvloeijing (c.q. het begin van de pro-oestrus) op. Bij de hond duurt het dan nog één of twee dagen voor de eicel bevrucht kan worden. Een dekking heeft dus de meeste kans op bevruchting als hij plaatsvindt op elf tot veertien dagen na het begin van de loopsheid.
<i>met-oestrus</i>	Als de teef de dekking niet meer toelaat, is de <i>met-oestrus</i> (herstelperiode) begonnen en de oestrus geëindigd. Na afloop van de loopsheid blijft de eierstok nog enige tijd actief. Het gele lichaam blijft immers progesteron maken. Dat duurt ongeveer nog zes weken nadat het geslachtsapparaat weer uiterlijk in de oude toestand is teruggekeerd. Zodra de progesteronproductie gestopt is, is de met-oestrus ten einde. De uterus maakt daartoe prostaglandine. Dit gaat via het bloed naar de ovaria, waar het het corpus luteum te gronde laat gaan. Daarna blijft het geslachtsapparaat van de teef in rust tot er een nieuwe loopsheid optreedt. Deze periode van rust duurt ongeveer vier maanden en heet <i>an-oestrus</i> . De totale duur van een cyclus bij de hond is zes maanden.
<i>an-oestrus</i>	

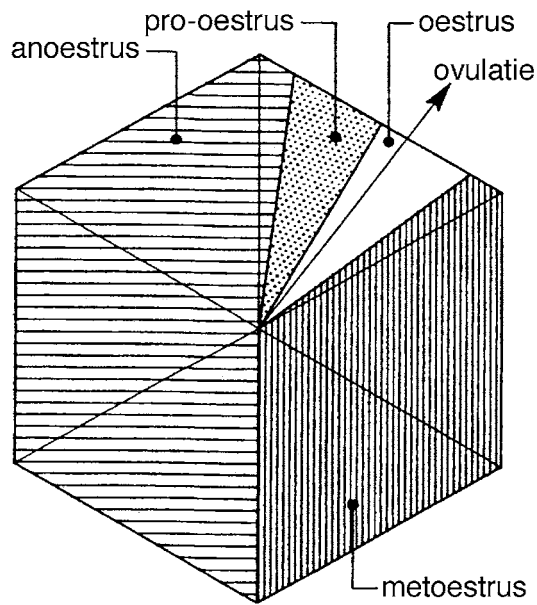
Dekking en dracht

De hiervoor genoemde getallen zijn slechts gemiddelden. De duur van de pro-oestrus kan variëren van vier tot nul dagen. De oestrus kan vier tot twaalf dagen lang zijn. De totale brnst kan dus acht tot 22 dagen duren. Uit deze grote spreiding valt af te leiden dat een juist tijdstip voor dekking moeilijk te bepalen is. De meest nauwkeurige methode om het tijdstip voor de dekking vast te stellen, is door bloedonderzoek. Een onnauwkeuriger methode vindt plaats met behulp van een uitstrijkje uit de vagina. In de an-oestrus is de teef inactief.

Tijdens de pro-oestrus overheerst de werking van het hormoon oestrogeen, in de oestrus en met-oestrus speelt het hormoon progesteron een belangrijke rol. Zowel bij de gedekte, drachtige teef als bij de niet-drachtige teef in met-oestrus, is dit hormoon in grote hoeveelheden aanwezig. Tijdens de met-oestrus en de an-oestrus zijn beide hormonen in minimale hoeveelheden aanwezig (hormonaal inactief).

De eerste loopsheid bij de teef vindt plaats op een leeftijd van zes tot negen maanden. De duur van de dracht is bij de teef gemiddeld 63 dagen, maar kan oplopen tot 67 bij kleine teven met weinig pups of 70 dagen bij grote teven met veel pups.

Fig. 2.4
De cyclus van de teef in
schema: ieder segment
stelt een maand voor.



Cyclus van een poes

De krolsheid van de poes verloopt anders dan de loopsheid van een teef. De meeste poezen zijn krols tussen januari en september. De bronst bestaat ook weer uit twee perioden. In de eerste periode zwelt de vulva een beetje en treedt er een nauwelijks waarneembare uitvloeijing op. Ook wordt de poes wat aanhaliger. Als je het dier over het heiligbeen aait, zal het de staart opzij houden en door de voorpoten zakken en haar achterhand omhoog houden. Dit is de typische dekhouding van de poes. De poes gaat nu ook actief een kater opzoeken. Dit stadium duurt één of twee dagen en is zeer onopvallend.

Het tweede stadium van de bronst kan vijf tot twaalf dagen duren, maar duurt meestal zes dagen. In dit stadium gaat de poes op zoek naar een kater en probeert ze een kater aan te lokken met gemiauw. Als je het dier nu over het laatste deel van de rug of kruis aait, neemt het de dekhouding aan: staart opzij, achterlijf omhoog, voorpoten gebogen en borst op de grond.

Dekking

Dit is dan ook het juiste tijdstip voor een dekking, waarna de eicel ovuleert. Zoals in het voorgaande al is behandeld, treedt bij de poes alleen een eisprong op na de dekking als de vagina tijdens de dekking is gestimuleerd. Als de dekking niet tot bevruchting leidt, wordt de poes schijndrchtig. Na 40 dagen wordt het dier dan weer krols. Als er geen dekking plaatsvindt, ontstaat er geen eisprong en wordt de poes na ongeveer 30 dagen opnieuw krols. Bij Siamezen wordt de poes soms alweer krols na 14 tot 28 dagen. Andere rassen hebben meestal een langere periode tussen twee krolsheden in. De duur van de cyclus bij de kat is dan ook ongeveer 30 dagen.

Dracht

In de maanden oktober, november en december en de eerste helft van januari worden de meeste poezen niet krols. De eerste krolsheid bij een poes vindt plaats op een leeftijd van vijf tot zes maanden. Door buikpalpatie, dat is het aftasten van de

buikinhoud, kan na drie weken een eventuele drachtigheid worden vastgesteld. Op een echografie zie je na vier weken de hartjes van de jonge dieren kloppen. Na 45 dagen kun je ook met een röntgenfoto drachtigheid vaststellen. De duur van de dracht ligt bij de poes gemiddeld op 63 dagen.

Geboorte

De omgeving waarin de teef of poes gaat werpen, bepaalt in hoge mate het verloop van de geboorte of *partus*. Door plotselinge verstoringen kan schrik of angst ontstaan, waardoor de geboorte aanzienlijk kan vertragen of zelfs volledig tot stilstand komt. De aanwezigheid van de verzorger van de teef heeft vaak een positieve invloed op het verloop van de geboorte. Een poes leeft daarentegen zelfstandiger dan een teef, wat ook in haar gedrag rond de partus tot uiting komt. Katten kunnen hun verzorger werkelijk verrassen met een nest jongen, dat ergens op een donker en stil plekje ter wereld werd gebracht.

De voortekenen van een naderende partus kunnen zijn: een zwelling van de melkklieren, onrust, nestbouw, verminderde eetlust, meer dan normaal urineren en defeceren, dunnere feces. De heldere uitvloeiing uit de vulva, die soms één of twee dagen vóór de geboorte kan worden opgemerkt, wordt bij het naderen van de partus troebel of een beetje bloederig. Een betrouwbaar voorteken van een naderende partus is het verloop van de lichaamstemperatuur. Wanneer je vanaf de 56^{ste} dag driemaal per dag temperatuurt, kun je op de dag van de partus (of de dag ervoor) een daling van de lichaamstemperatuur vaststellen van 0,5 tot 1,5 °C.

Opvallend voor een teef die al in partus is, is de zeer frequente, hijgerige ademhaling. Bij de teef is dat duidelijk waarneembaar. Bij de kat kunnen een plotseling geringere eetlust, typische lokroepen en een versnelde ademhaling (poes lijkt moe) ons attenderen op een naderende partus. Ook trekt een poes zich graag terug naar een soms onbereikbaar plaatsje om te werpen.

Bij de teef kunnen de pups in kopliggering (kop komt eerst naar buiten) of in stuitliggering (beide achterpootjes komen eerst naar buiten) worden geboren. Stuitliggering is echter geen reden tot paniek. Voor de eerste pups van het nest wordt langer geperst (tot soms twee uur) dan voor de rest, omdat de geboorteweg dan nog moet worden voorbereid. Voordat de uitdrijving begint - of ook wel tussen de komst van de diverse jongen in - kan er wat gelig vruchtwater uitvloeien, soms met wat stukjes feces van de jongen. De gemiddelde tijd tussen de uitdrijving van twee pups is ongeveer 45 tot 60 minuten.

Wanneer een teef veel jongen heeft gekregen, heeft ze vaak de eerste dagen na de partus last van diarree, door het opeten van veel nageboorten. De ontlasting is dan donker gekleurd en de teef heeft vaak maar weinig eetlust. De uitvloeiing is de eerste dagen na de partus groen, maar wordt al vrij snel rood gekleurd en wordt daarna langzamerhand kleurloos. Deze uitvloeiingen houden ongeveer drie weken na het werpen op.

Poezen hebben enkele dagen na de partus een uitvloeiing die rood gekleurd is. Na circa zeven dagen wordt deze uitvloeiing lichter van kleur en daarna kleurloos, om na ongeveer tien dagen helemaal op te houden. Als de uitvloeiing te lang aanhoudt,

niet snel kleurloos of zelfs pusachtig wordt en een vieze geur verspreidt, is er reden tot snel ingrijpen. Het terugkeren van de uterus in de ruststaat van vóór de dracht (*involutio uteri*) verloopt dan niet normaal.

2.6 Afsluiting

Als onderdeel van de behandeling van het geslachtsapparaat is als eerste de reductiedeling besproken. Dit dient als achtergrond; je hoeft deze stof niet tot in detail te kennen. Van het mannelijk geslachtsapparaat moet je weten uit welke delen het is opgebouwd en wat de taken ervan zijn. Hetzelfde geldt voor het vrouwelijk geslachtsapparaat. Ook het verloop van de loopsheid en krolsheid en de bijkomende verschijnselen moet je goed kennen.

- Vragen 2.1**
- a Beschrijf de bekkenholte.
 - b Waarom is de geslachtsdeling nodig?
 - c Hoe kun je aan de kern van een lichaamscel zien of deze afkomstig is van een mannelijk of vrouwelijk dier?
- Vragen 2.2**
- a Waarom mag je het scrotum van een reu niet behandelen met desinfecterende middelen?
 - b Waar liggen de testikels bij een ongeboren vrucht?
 - c Wat doet de musculus cremaster?
 - d Waar liggen de bijballen?
 - e Wat is de urethra?
 - f Wat is de taak van de prostaat?
 - g Op welke twee plaatsen loopt blaasgruis vaak vast bij de reu?
 - h Hoe kan de penis zwellen?
- Vragen 2.3**
- a Wat is de bursa ovarica?
 - b Wat is een verschil tussen een testikel en een ovarium voor wat betreft de vorming van de geslachtscellen?
 - c Wat is de rol van FSH bij het vrouwelijk dier?
 - d Wat doet LH?
 - e Door welke twee structuren wordt de placenta gevormd?
 - f Wat is meconium?
 - g Wat wordt verstaan onder ontsluiting?
 - h Waar komen de urineweg en de geslachtsweg samen bij een vrouwelijk dier?
 - i Hoe breng je zelf aan in de vagina van een teef?
- Vragen 2.4**
- a Waarom kan schijnzwangerschap nuttig zijn in de natuur?
 - b Beschrijf de cyclus van de teef.
 - c Wanneer is een reu geslachtsrijp?
 - d Hoe lang is de poes meestal krols?
 - e Wanneer is de poes geslachtsrijp?

3 Het urinevormend apparaat

Oriëntatie

Als je een pup of jong katje in huis krijgt, leer je hem als eerste zindelijk worden. Want het is natuurlijk niet de bedoeling dat hond of poes overal in huis plast. Een hond mag pas plassen als hij wordt uitgelaten, een kat hoort zijn behoefte op de kattenbak te doen. In dit hoofdstuk leer je hoe dit plasgedrag van dieren wordt geregeld. Maar eerst kom je te weten hoe urine eigenlijk wordt gevormd en welke organen daarbij in functie zijn.

3.1 Samenstelling en functie van het urinevormend apparaat

Het urinevormend apparaat bestaat uit de volgende onderdelen.

- twee nieren (ren, nefros)
- twee urineleiders (ureters)
- een blaas (cystis, vesica urinaria)
- een urethra

De functie van het urinevormend apparaat is vooral het zo constant mogelijk houden van de lichaamsvloeistoffen, het verwijderen van giftige afvalstoffen die afkomstig zijn van de stofwisseling en het verwijderen van giftige vreemde stoffen. Dat deze taak heel belangrijk is, blijkt uit het volgende. Als de nieren stoppen met hun ontgiftende taak, hopen de giftige afvalstoffen zich op in het bloed. Na ongeveer 24 uur sterft het dier dan aan een vergiftiging door zijn eigen afvalstoffen. Eén van de bekendste afvalstoffen is *ureum*. Dat is een product van de eiwitstofwisseling. Een vergiftiging door eigen afvalstoffen heet dan ook *uremie*.

Er gebeuren drie dingen bij het vormen van urine.

- 1 In de vaatkluwen wordt een deel van het bloed (samen met allerlei stoffen) uit de haarvaten geperst.
- 2 Vervolgens worden aan de voorurine allerlei stoffen onttrokken of toegevoegd in de lus en de afvoerbuis.
- 3 Lichaamsvreemde en giftige stoffen worden alleen maar in de voorurine gebracht en niet meer opgenomen, en verlaten via de urine het lichaam.

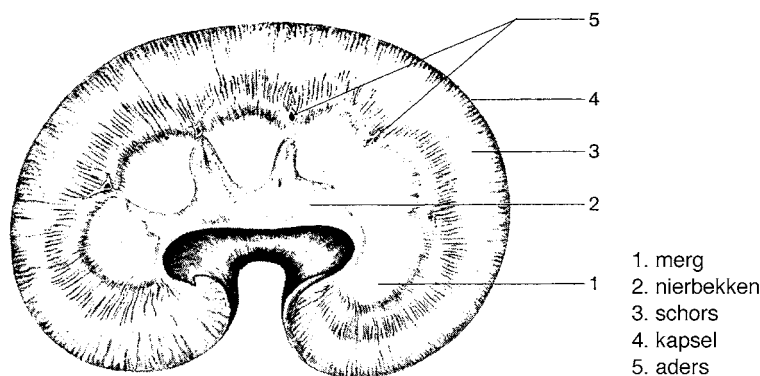
3.2 Nieren

De nieren vormen een essentieel onderdeel van het urinevormend apparaat. In deze paragraaf leer je hoe de nieren zijn samengesteld, waar ze liggen en wat de verschillende functies zijn.

Samenstelling en ligging van de nieren

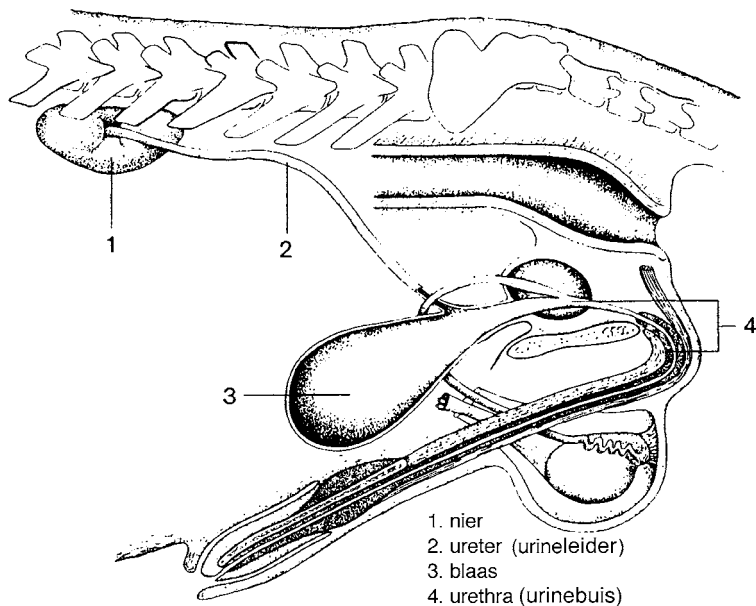
Nieren zijn boonvormige, donkerbruine organen, die ongeveer twee tot drie keer zo lang zijn als een wervel en bestaan uit een kapsel, schors, merg en bekken.

Fig. 3.1
Doorsnede van een nier



De nieren liggen in de buikholte. Bij de hond liggen ze dicht tegen de wervelkolom aan, vrij afgezonderd in de buik, zoals afgebeeld in figuur 3.2. De nieren van de kat liggen in een wat duidelijker plooï van het buikvlies. Ze zijn gedeeltelijk ingebed in een massa vet. Het buikvlies begrenst de onderkant van dit vet. Als je bij grote honden de buik palpeert is de alleruiterste achterkant van de linkernier net te voelen. Bij kleine honden is de linkernier beter af te tasten. De rechternier van de hond ligt binnen de bescherming van de ribboog. Bij de kat zijn beide nieren voelbaar.

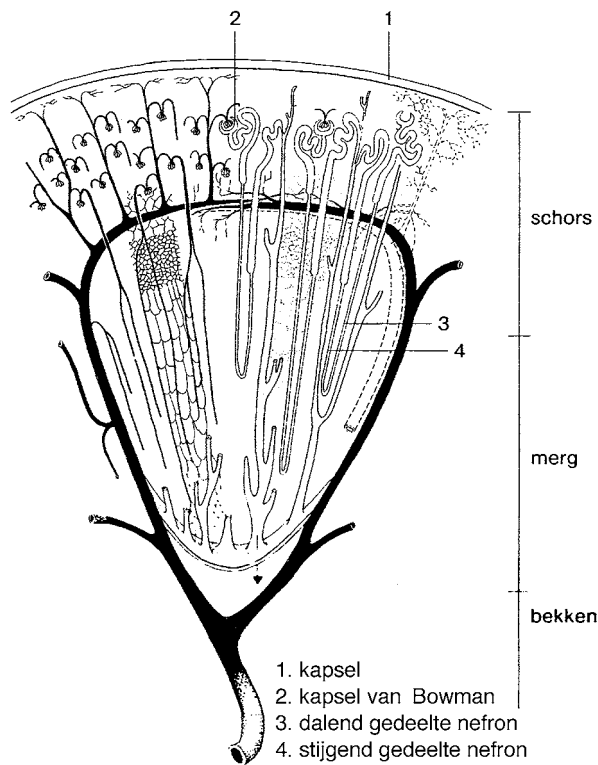
Fig. 3.2
*De ligging van het
urinevormend apparaat
in het achterlichaam van
de hond*



Naar iedere nier toe loopt een directe aftakking van de buikaorta. Het bloed wordt door de nieraders direct aan de achterste, holle ader afgegeven. Elke nier is opgebouwd uit:

- nefronen;
- bloedvaten;
- bindweefsel;
- klierweefsel.

Fig. 3.3
Ligging van de nefronen
in de nier



De ligging van de nefronen in de nier is afgebeeld in figuur 3.3. Er zitten maar liefst 200.000 tot 400.000 nefronen in elke nier. In figuur 3.5 zie je ook hoe een *nefron* eruit ziet. Deze bestaat uit een kleine kluwen haarvaten (glomerulus), het kapsel van Bowman, de proximale tubulus (dalend gedeelte), de lus van Henle, de distale tubulus (stijgend gedeelte) en een afvoerbuisje. Het kapsel van Bowman ligt in de schors. De twee tubuli en de lus lopen van de schors naar het merg en terug naar de schors. Het afvoerbuisje komt samen met de afvoerbuisjes van andere nefronen. De afvoerbuisjes worden steeds groter en eindigen in het nierbekken. Een nefron is met het blote oog niet te zien.

Fig. 3.4
Doorsnede van een nier

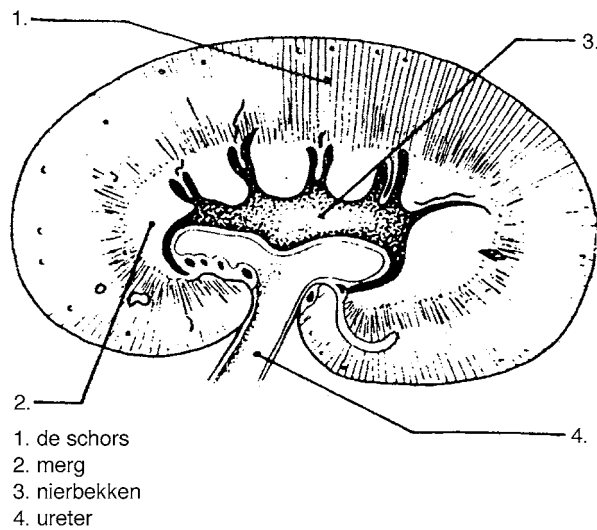
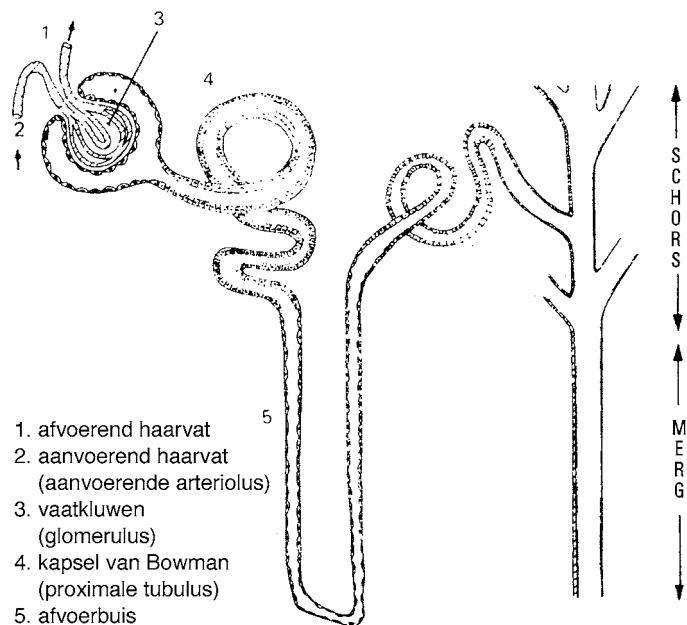


Fig. 3.5
Een nefron, de
functionele eenheid van
de nier



Nierfuncties

Nieren zijn uiterst belangrijke organen. Ze vervullen de volgende zes taken in het lichaam.

- 1 verwijderen van gifstoffen uit het bloed
- 2 terugwinnen van nuttige stoffen uit de voorurine
- 3 handhaven van de juiste zuur-base-balans
- 4 handhaven van de juiste zout-water-balans
- 5 productie van vitamine D uit stoffen die het bloed uit de lever aanvoert
- 6 aanmaken van hormonen

Hierna worden de verschillende nierfuncties verder toegelicht.

Verwijderen van gifstoffen

Het slagadertje dat bloed aanvoert naar de glomerulus in het kapsel van Bowman, is erg breed en ligt relatief dicht bij de buikaorta. Het gevolg is dat de bloeddruk in de glomerulus erg hoog is. Door die hoge bloeddruk wordt er uit de vaatkluiten meer water uit de haarvaten geperst dan in andere weefsels het geval is.

productie van voorurine Samen met het water gaan alle opgeloste stoffen mee. Dat zijn niet alleen nuttige stoffen, zoals glucose, vitaminen, urinezuren en zouten, maar ook afvalstoffen zoals ureum, afgewerkte hormonen en lichaamsvreemde stoffen die het dier heeft opgenomen, zoals een medicijn (penicilline) of gifstoffen als arsenicum. Dit proces noemt men de *glomerulaire filtratie* of - in het Engels - *glomerular filtration rate*. Simpel gezegd is het de *productie van voorurine*. De cellen, bloedplaatjes en grootste eiwitten kunnen niet uit de haarvaten komen. Deze blijven dus in de bloedbaan.

bloeddruk De druk in de haarvaten is zo groot dat deze het water met de opgeloste stoffen niet alleen door de wand van de bloedvatjes drukt, maar ook door de wand van het kapsel van Bowman. De *bloeddruk* is er zelfs zo groot dat het bloedvat dat het bloed uit de glomerulus afvoert geen adertje is, maar een slagadertje. Dit slagadertje bevat nog zoveel bloed dat het bindweefsel dat tussen de nefronen ligt, kan voorzien van zuurstof en andere stoffen. Maar juist omdat het bloed uit een haarvatennet komt, is de bloeddruk er wel veel lager dan normaal in een slagader het geval is.

druk De bloeddruk is dus de drijvende kracht achter de ontgiftiging. De hoeveelheid vloeistof die in het kapsel van Bowman komt, hangt daarom af van de bloeddruk. Maar niet alleen daarvan. De *druk* die in het kapsel van Bowman aanwezig is, werkt het uittreden van water uit de haarvatenkluiten tegen. Als de druk in het kapsel van Bowman stijgt, wordt er minder urine gemaakt. Wanneer hij gelijk is aan de bloeddruk, wordt er zelfs helemaal geen urine meer geproduceerd. Dit stijgen van de druk in het kapsel van Bowman gebeurt bijvoorbeeld als de urethra is verstopt door blaasgruis en de blaas geen urine meer kan lozen. De kapsels van Bowman staan indirect in verbinding met de blaas. Als de druk in de blaas stijgt, stijgt deze ook in het kapsel van Bowman, waardoor het geen urine meer produceert.

afstand Behalve het verschil in druk tussen het bloed in de glomerulus en het kapsel van Bowman, wordt de glomerulaire filtratie ook bepaald door de *afstand* tussen het bloed en het kapsel van Bowman. Deze afstand is bij de gezonde nier klein. Tussen bloed en voorurine liggen het endotheel en de basaalmembraan van de bloedvatwand, een uiterst dun laagje bindweefsel plus de basaalmembraan en het endotheel van het kapsel van Bowman. Door ziekten kan de stof *amyloid* afgezet worden in het bindweefsel, dat daardoor veel dikker wordt. Hoe dikker deze laag wordt, hoe moeilijker de nier voorurine kan maken. Bij praktisch alle oudere honden en veel oudere katten komt deze zogenaamde *glomerulonefritis* voor. Ook het *aantal glomeruli* is bepalend voor de mate van glomerulaire filtratie. Als er minder glomeruli zijn, is het begrijpelijk dat er minder voorurine wordt gemaakt.

Terugwinnen van nuttige stoffen

De totale hoeveelheid voorurine die alle nefronen samen produceren, is geweldig groot en moet verminderd worden om het dier niet te laten uitdrogen en om de nuttige stoffen terug te winnen. De hoeveelheid bloed die door de nier stroomt, is bij een grote hond 700 liter per dag. Daarvan wordt 28 % door de vaatwanden geperst,

om als voorurine in het kapsel van Bowman terecht te komen. Dat is 196 liter per dag! Een grote hond produceert gemiddeld echter maar 1,2 liter urine per dag. In de nier wordt de voorurine dus bijna 200 keer geconcentreerd. Het concentreren van de voorurine gebeurt in eerste instantie passief in de proximale tubulus en de lus van Henle.

osmotische waarde Tijdens de concentratie van voorurine worden allerlei nuttige stoffen uit de voorurine gehaald. Tussen de nefronen ligt bindweefsel. Dat heeft net als bij alle organen een steunende en voedende functie. Dit interstitiële bindweefsel in de nier bevat echter een concentratie natriumionen die veel hoger is dan die in de andere organen. Door de hoge *osmotische waarde* zuigt dit interstitiële bindweefsel water uit de voorurine.

bloeddruk Het interstitiële bindweefsel wordt gevoed door bloed uit de slagadertjes die uit de glomerulus komen. De *bloeddruk* in die slagadertjes is heel laag, lager dan in het interstitiële bindweefsel. Daardoor wordt het water dat dit bindweefsel opnam uit de voorurine in de bloedvaatjes geperst en via de venen afgevoerd naar de achterste holle ader. Ook halen de cellen van de wand van dit deel van het nefron actief allerlei nuttige stoffen, zoals kleinere eiwitten, glucose, zouten, aminozuren, vitaminen en calcium uit de voorurine. Actief wil zeggen dat dit opnemen of *terugresorberen* de nier energie kost. Er zijn immers allerlei ionenpompen en transporteiwitten bij betrokken. Het opnemen van calcium gebeurt onder invloed van het paraathormoon.

In het opstijgende deel van de lus van Henle worden er onder andere kalium-, natrium- en chloorionen uit de urine gehaald. Als bijvoorbeeld door een stof als furosemide (een middel dat de urineproductie verhoogt, ook wel plasmiddel genoemd) deze terugresorptie geremd wordt, zal er ook meer water in de urine blijven door osmotische aantrekking.

De cellen van de wand van de *distale tubulus* kunnen actief natriumionen en bicarbonaat opnemen. Dat doen ze als ze daartoe bevel krijgen via aldosteron. Met de natriumionen gaat dan water mee vanwege de osmotische aantrekking van de ionen. Maar de distale tubulus kan ook actief water opnemen. Dit doen de cellen van de wand als ze daartoe bevel krijgen van ADH (Anti Diuretisch Hormoon). Ook de cellen van de wand van de afvoerbuisjes staan onder invloed van ADH en aldosteron en kunnen water en natriumionen terugresorberen uit de urine.

Handhaven van de juiste zuur-base-balans

De zuurgraad van de tussencelstof van alle weefsels en het daarmee in verbinding staande bloed, moet binnen zeer nauwe grenzen blijven. Bij de hond ligt de pH tussen de 7,36 en 7,46 en bij de kat tussen de 7,34 en 7,43. Een pH lager dan 7 heet zuur. Heel erg zuur is een pH van 1. Het bloed wordt dan zuur en je spreekt dan van *acidose*. Een pH die boven de 7 ligt heet basisch, heel erg basisch is pH 14. Als er bijvoorbeeld door braken of diarree zuur of base verloren gaat, zal de pH veranderen en buiten deze grenzen dreigen te komen. Dit kan al snel dodelijk zijn. Het lichaam moet dan direct ingrijpen om de pH te normaliseren. De nieren spelen hierbij een belangrijke rol.

De pH in het lichaam van een dier normaliseert allereerst door een aangepaste ademhaling. Als een dier langzaam en oppervlakkig ademt, is er een minder efficiënte gaswisseling. Daardoor blijft er veel kooldioxide in het bloed. Kooldioxide zit niet alleen gebonden aan hemoglobine in het bloed, het kan ook in het bloedplasma

gebonden worden. Kooldioxide en water gaan daarbij een chemische reactie aan tot koolzuur: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$. H_2CO_3 wordt door het enzym koolzuuranhydrase omgezet in het ion HCO_3^- dat samen met het natriumion (Na^+) de stof natriumbicarbonaat vormt: NaHCO_3 . Natriumbicarbonaat is een base. Als er dus een *te lage pH* dreigt te ontstaan, zal het dier minder efficiënt gaan ademen en koolzuur vasthouden, waardoor er natriumbicarbonaat ontstaat, dat de pH laat stijgen.

Uiteraard kan het dier dat niet lang volhouden. Het heeft immers ook zuurstof nodig. Daarom komen de nieren in actie. In de distale tubulus zal er bij acidose meer bicarbonaat uit de urine teruggeresorbeerd worden en zal de pH stijgen. De nieren kunnen dit niet snel (daarom zal eerst de ademhaling de pH corrigeren), maar wel langdurig.

te hoge pH Als er een *te hoge pH* dreigt, zal het dier snel en diep ademen. Er wordt dan veel kooldioxide uit het bloed verwijderd. Het natriumbicarbonaat zal spontaan uiteenvallen tot koolzuur en dat koolzuur weer tot kooldioxide en water. Naarmate het dier langer efficiënt ademt, zal er steeds meer natriumbicarbonaat uit het bloed verdwijnen en zal de pH snel dalen. Vervolgens zal de nier minder natriumbicarbonaat uit de urine terughalen. Hierdoor zal ook de pH van het bloed dalen. Het basische natriumbicarbonaat wordt in de glomerulus in het kapsel van Bowman geperst, maar niet teruggehaald in de distale tubulus.

Als je vermoedt dat de zuur-base-balans niet goed is, doe je bloedonderzoek. Aan de hand daarvan kan een infuus met basische of zure stoffen gegeven worden. Hoeveel je moet toedienen, kun je berekenen aan de hand van de zogenaamde base-excess. Zoals de naam al aangeeft, is dit een maat voor de hoeveelheid base die er te veel is in het bloed. Het voert echter te ver om hier precies aan te geven met welke logaritmische formule je de base-excess berekent.

Handhaven van de zout-water-balans

De nieren hebben ook invloed op de zout- en waterbalans in het bloed. In de wanden van de kleine slagadertjes die door de nier lopen, liggen cellen die de bloeddruk opmeten. Als de bloeddruk in de nier te laag wordt, geven zij *renine* af. Deze stof zorgt ervoor dat de slagaders en aders nauwer worden, waardoor de bloeddruk stijgt.

Bovendien geeft het renine de bijnieren aanleiding tot afgifte van *aldosteron*. Dit zorgt ervoor dat er meer zouten worden opgenomen in het opstijgende deel van de lus van het nefron. Zout trekt water aan, dus worden de bloedvaten voller. Bovendien zorgt aldosteron ervoor dat het dier meer gaat drinken, zodat er na enige tijd ook meer vocht in de bloedvaten komt. Op deze twee manieren stijgt de bloeddruk en wordt de vochtbalans en dus de osmotische waarde van het bloed (en indirect die van de tussencelstof van alle organen) in het lichaam op peil gehouden.

Productie van vitamine D

Het maken van vitamine D uit grondstoffen die de lever aanvoert, is ook een taak van de cellen in de wand van het eerste deel van de lus. Vitamine D werkt op de darmcellen in en zorgt ervoor dat deze meer calcium en fosfor opnemen. Ook gaat vitamine D naar het bot, waar het ervoor zorgt dat de tussencelstof van het bot goed verkalkt. En omdat bot constant aangemaakt wordt en vervolgens afgebroken, is vitamine D belangrijk voor zowel opgroeiende als volwassen dieren.

Aanmaken van hormonen

De nieren maken ook *erythropoïetine* (erythros = rood, poïese = vormen). Dit hormoon zet het beenmerg aan tot extra productie van rode bloedcellen. Erythropoïetine (EPO) wordt gemaakt als het bloed dat door de nier gaat, te weinig zuurstof bevat. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer iemand uit Nederland op vakantie gaat in de Alpen. De lucht bevat in de bergen minder zuurstof en dus neemt het bloed ook minder zuurstof op. Na veertien dagen heeft het erythropoïetine ervoor gezorgd dat het beenmerg meer rode bloedcellen heeft gemaakt en is de totale hoeveelheid zuurstof per liter bloed weer normaal.

3.3 Urineleiders en blaas

Nadat de nefronen hun taak hebben verricht, stroomt de urine uit het afvoerbuisje van het nefron in steeds grotere buisjes naar het nierbekken. Het nierbekken is onder meer in figuur 3.1 afgebeeld. De urine die zich in de nierbekkens heeft verzameld, wordt vervolgens via de twee urineleiders oftewel *ureters* naar de blaas gevoerd. Dit zijn kleine, witte strengtjes die opgehangen zijn in een plooï van het buikvlies. Ze lopen schuin door de wand van de blaas en eindigen in de blaas.

De taak van de blaas is de urine opslaan tot er een goede gelegenheid is om deze te lozen. Zoals je in figuur 3.2 kunt zien, ligt de blaas in de buikholte. Net als de andere buikorganen is ook de blaas opgehangen in het buikvlies. De wand van de blaas is opgebouwd uit dezelfde lagen als de andere buikorganen, namelijk het slijmvlies, de spierlaag en serosa (dat is de lamina visceralis van het buikvlies).

Het slijmvlies van de blaas is dik. Als de blaas leeg is, kan het wel acht cellagen dik zijn. Als de blaas vol is, en dus veel groter is geworden, wordt het slijmvlies uitgerekt en dunner. Het is dan nog maar twee of drie cellagen dik. Onder het slijmvlies ligt een dikke bindweefsellaag, zodat de blaaswand nog makkelijker kan uitrekken. De spierlaag bestaat uit glad spierweefsel en is opgebouwd uit twee in de lengterichting verlopende lagen met daartussen één circulaire laag (dwarsrichting). De buitenlaag wordt gevormd door het buikvlies.

De urine komt via de ureters met golfjes tegelijk uit de nier in de blaas. Langzamerhand vult de blaas zich en wordt steeds groter. Daardoor worden het slijmvlies en de bindweefsellaag uitgerekt en dunner. Ook de gladde spieren in de wand worden uitgerekt. De blaas van een middelgrote poes kan ongeveer 60 ml urine bevatten, die van een grote hond ruim één liter.

Als de druk in de blaas (bijvoorbeeld door het samentrekken van de buikspieren of door afsluiting van de urethra) stijgt, wordt de uitgang van de ureter afgeknepen. De urine kan de blaas niet verlaten. De uitgang naar de urethra is immers afgesloten door de kringspier. Wanneer er om welke reden dan ook geen urine uit de blaas kan stromen, is het niet zo dat de blaas steeds voller wordt met urine en ten slotte knapt. Op een gegeven moment is de blaas helemaal vol en laat deze geen urine meer toe. De ureters kunnen dan geen urine meer in de blaas laten stromen. De druk in de ureters stijgt dan. Zoals je al eerder zag is het gevolg dat dan ook de druk in het nierbekken, de afvoerbuisjes en het kapsel van Bowman hoger wordt dan de bloeddruk.

3.4 Urethra

De blaas gaat over in de urethra (urinebuis). Op de overgang van blaas naar urethra ligt de afsluitspier van de blaas. Deze loopt uiteraard in de rondte (kringspier) en bestaat uit dwarsgestreept spierweefsel. De urethra is een gespierde afvoergang die de urine van de blaas wegvoert. De urethra begint bij de blaas en loopt tot het einde van de penis of schedewand. Kort na de overgang van de blaas in de urethra komen de urineweg en het geslachtsapparaat samen.

vrouwelijke dieren Bij *vrouwelijke dieren* is de urethra kort en breed, wat als voordeel heeft dat urinestenen er niet makkelijk in vastlopen. Obstructie door een urinesteen bij een teef of poes is dan ook zeer zeldzaam. De urethra loopt vanaf de blaasuitgang tot in de ventrale wand van de schede en mondt vrij dicht caudaal van de cervix uit in de vagina. Deze kennis is belangrijk bij het operatief verwijderen van de baarmoeder, bijvoorbeeld bij baarmoederontsteking bij een teef. Je moet dan op de cervix afbinden en niet caudaal van de cervix, want dan bestaat de kans dat je de urethra ook afbindt, waardoor er geen urine meer afgevoerd kan worden. De urine verlaat bij vrouwelijke dieren het lichaam via de vulva, de gemeenschappelijke uitgang van het urinevormend en het geslachtsapparaat.

mannelijke dieren Bij *mannelijke dieren* monden de zaadleiters in de urethra uit en wordt de urethra onder meer omgeven door de prostaat en andere geslachtsklieren. De urethra is bij mannelijke dieren erg lang en nauw. Dit heeft als voordeel dat er minder kans is dat er bacteriën vanuit de buitenwereld de blaas in kunnen komen. Mannelijke dieren zijn dus beter beschermd tegen blaasinfecties dan vrouwelijke dieren.

Urineren

Als de blaas vol is, worden de zintuigcellen in de blaaswand geprikkeld. Deze cellen geven dan een sein af. Via een zenuw wordt dit signaal naar een centrum in het ruggenmerg overgebracht, dat een prikkel stuurt naar de hersenen. Deze beslissen dan of het ogenblik geschikt is om te urineren. Als een kat bijvoorbeeld op dat ogenblik zijn prooi besluipt, beslissen de hersenen dat urineren niet mogelijk is.

Wanneer op een gegeven moment de hersenen vinden dat urineren wel kan, sturen ze een sein terug naar het centrum in het ruggenmerg. Het centrum stuurt daarna een bevel naar de gladde spieren van de blaas. Deze trekken dan samen. Dit gebeurt op dezelfde manier als bij het hart. Ook in de wand van de blaas ligt een soort sinusknoop. Deze geeft een groep spiercellen bevel tot samentrekken. De contractie van deze spiercellen leidt ertoe dat ook andere spiercellen gaan samentrekken en zo gaat dit proces verder. Zo ontstaat er een contractiegolf over de gehele blaas. De golf in de blaas is veel trager dan die in het hart. Dit komt doordat het hart uit speciaal en snelwerkend dwars spierweefsel bestaat en de blaas uit traagwerkend, glad spierweefsel.

Het centrum in het ruggenmerg doet ook nog iets anders. Het prikkelt namelijk een ander centrum dat ook in het ruggenmerg ligt. Dit tweede centrum regelt de spanning van de afsluitspier van de blaas. Op bevel van het eerste centrum geeft het tweede centrum deze spier bevel te verslappen. Door de druk van de gladde spieren in de

wand van de rest van de blaas zal de afsluitspier opengedrukt worden en stroomt de urine de urethra in en vervolgens naar buiten.

De buikspieren helpen ook mee bij het urineren. Op indirect bevel van de hersenen trekken ze samen en verhogen ze zo de druk in de buikholte en dus ook in de blaas. Bovendien neemt het dier de plashouding aan. Volwassen reuen tillen de poot op en teven en poezen gaan op hun hurken, evenals gecasteerde katers en onvolwassen reuen. De niet-gecasteerde kater buigt zijn rug wat en sproeit de urine naar buiten met grote kracht en met trillende staart.

Als de blaas leeg is, nemen de zintuigcellen dit waar. Ze sturen dan een sein naar het ruggenmerg. Dit stopt alle actie van de spieren en het dier gaat weer gewoon staan. Bovendien stuurt het een bericht naar de afsluitspier van de blaas, die weer samentrekt, zodat de uitgang wordt afgesloten.

3.5 Afsluiting

In dit hoofdstuk is het urinevormend apparaat besproken. Het is belangrijk dat je de opbouw ervan goed kent, maar ook de taken van de verschillende onderdelen. Vooral de uiteenlopende taken van de nieren, waaronder de vorming van de urine, zul je goed moeten kennen.

- Vragen 3.1**
- a Waaruit bestaat het urinevormend apparaat?
 - b Wat is de taak van het urinevormend apparaat als geheel?

- Vragen 3.2**
- a Welke taken heeft de nier?
 - b Waar liggen de nieren van de hond?
 - c Wat is de basiseenheid van de nier?
 - d Wat is de drijvende kracht van de urinevorming?
 - e Wat is voorurine?
 - f Noem enkele zaken die de glomerular filtration rate beïnvloeden.
 - g Hoe wordt water in de proximale tubulus en de lus van Henle teruggewonnen uit de voorurine?
 - h Welke delen van het nefron staan onder invloed van ADH en aldosteron?
 - i Welke twee organen regelen het zuur-base-evenwicht?
 - j Wat is de taak van renine?
 - k Wat is de taak van erythropoietine?

- Vragen 3.3**
- a Wat doen de ureters?
 - b Wat is de taak van de blaas?
 - c Welk orgaan beslist of een dier gaat plassen of niet?

Trefwoordenlijst

A

abdomen 21
acidose 55
aldosteron 56
amnion 42
ampulla 38
amyloid 54
an-oestrus 46
antagonisten 31
antiperistaltische beweging 23
anus 27
arteria hepatica 28

B

baarmoeder 42
baarmoederhoornen 43
baarmoederlichaam 43
baarmoedermond 43
bijballen 38
bindweefsel 37
blijvend gebit 12
blinde darm 26
brons 46
bulbo-urethraalklieren 39
bursa ovarica 40

C

cardia 22
cement 16
cervix 43
chemoreceptoren 20
chorion 42
circulaire spieren 20
clitoris 44
cloaca 33
colon 26
colon ascendens 26
colon descendens 26
colon transversum 26
conjugeren 29
cornuae uteri 43
corpus cavernosum 39
corpus luteum 42
corpus uteri 43

Cowperse klieren 39
crypten 26
cyclus 45

D

darmflora 24
darmscheil 24
darmvlokken 26
defecatie 27
dentes canini 12
dentes incisivi 12
dentes molares 12
dentes premolares 12
dentine 16
digestieapparaat 9
dikke darm 24
distale tubulus 55
drachtigheidshormoon 45
ductus choledochus 29
ductus deferens 38
dunne darm 24

E

eicellen 40
eierstokken 40
eileider 42
eisprong 41
enterohepatische kringloop 29
enterokinase 25
erythropoïene 57
eubacteriose 24

F

follikel 41
FSH 41

G

gebitsformule 12
gele lichaampje 42
geslachtschromosomen 34
gingiva 16
glandula mandibularis 17
glandula parotis 17
glandula sublingualis 17

glandula zygomatica 17
glandulae salivales 17
glazuur 16
glomerulaire filtratie 54
glomerular filtration rate 54
glomerulonefritis 54
glycogeen 30
graviditeit 42
grote net 21

H

hormoonproducerend weefsel 37

I

ingeklemde hernia mesenterialis 21
intestinum crassum 24
intestinum tenue 24
involutio uteri 49
inwendige balzak 36

K

karbohydrasen 25
kiemcellen 37
kiemweefsel 37
kittelaar 44
kleine net 21
kling 44
kringspieren 20
kroon 16

L

labia oris 11
lamina parietalis 21
lamina visceralis 21
lengtespieren 20
leverdegeneratie 30
leververvetting 30
LH 41
lieskanaal 36
lingua 11
lipasen 25
longitudinale spieren 20
luteïnisatie 42

M

maagtorsie 22
meconium 43
meiose 33

melkgebit 12
mesenterium 21
mes-ovarium 40
met-oestrus 46
moederkoek 42
musculus cremaster 37

N

nefron 52
nucleasen 25

O

oesophagus 20
oestrogeen 41, 44
oestrus 46
omentum majus 21
omentum minus 22
ontsluiting 43
os penis 39
ovaria 40
oviduct 42
ovulatie 41

P

palatum durum 11
palatum molle 11
pancreas 31
papillen 11
partus 48
penisbot 39
pepsine 22
peptidasen 25
perineum 33
peristaltische beweging 20
peristaltische golf 20
peritoneum 21
peyerse platen 24
placenta 42
pocket 17
polymeer 30
portier 22
pressoreceptoren 20
progesteron 42, 45
pro-oestrus 46
prostaathypertrofie 39
pulpaholte 16
pylorus 22

R

rectum 27
reductiedeling 33
renine 56
resorberen 24

S

schede 43
scheil 21
schijndracht 45
scrotum 36
secundaire geslachtsklieren 37
serosa 20
slikcentrum 19
speekselklieren 17
spijsverteringsapparaat 9
symbiose 27

T

tandbeen 16
tand-email 16
tandvlees 16
tonsillen 18
tractus digestivus 9

trypsine 25
tuba uterina 42
tunica vaginalis 36

U

uremie 50
ureters 57
ureum 50
urogenitaalapparaat 33
uterus 42

V

vagina 43
Vaterse papil 25
vena hepatica 28
verteren 9
villi 26
vulva 44

W

wortel 16

Z

zaadballen 36
