

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE GEBURT DER SÄUGETIERE

von

C. NAAKTGEBOREN

Zoologisches Laboratorium der Universität Amsterdam

A ERSTER TEIL

I EINLEITUNG

Die Geburt eines Säugetieres ist einer der wesentlichsten Vorgänge in seinem individuellen Leben. Die Geburt ist ebenfalls für die Mutter und für die ganze Art von grösster Bedeutung. Auf den letztgenannten Punkt hat vor allem DE SNOO (1947) hingewiesen und er hat sogar die ganze Evolution ins Licht der vergleichenden Geburtshilfe gezogen. Es ist aber kaum vorstellbar, dass über einen so wesentlichen Vorgang, wie die Geburt, nur sehr spärliche Angaben in der Literatur vorliegen. Die geburtskundlichen Arbeiten entstammen hauptsächlich medizinischen und tierärztlichen Fachgelehrten und nur ausnahmsweise haben Biologen die Geburt, die doch ein ganz normales biologisches Phänomen ist, untersucht. Die bisherige Kenntnis der Geburt ist daher hauptsächlich beschränkt auf den Menschen und die wirtschaftlich wichtigen Haustiere wie das Pferd und das Rind. Neben sehr spärlichen geburtskundlichen Arbeiten gibt es hier und da vereinzelte Geburtsbeschreibungen in der Literatur. Diese Angaben sind möglichst eingehend von SLIJPER (1960) gesammelt und zusammengefasst worden. Die Arbeiten von KEHRER (1864-1867), DE SNOO (1947) und SLIJPER (1960) sind wohl als die Basis der modernen vergleichenden Geburtskunde anzusehen. Ich gebe keine vollständige Literaturübersicht, sondern zitiere wo möglich nur die Arbeit SLIJPERS (1960) und die später erschienenen Arbeiten anderer Autoren.

Die Untersuchungen, die dieser Arbeit zu Grunde liegen, sind von ganz verschiedener Art. In erster Linie gehören die Beobachtung und die Beschreibung der normalen Geburt zu den Aufgaben der vergleichenden Geburtskunde. Die Beschreibungen konnten nicht alle in dieser Arbeit aufgenommen werden und wurden daher zum grössten Teil einzeln veröffentlicht. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen werden in dieser Arbeit erwähnt. Im Rahmen dieser Unter-

suchungen habe ich die Geburt der nachfolgenden Säugerarten untersucht und beschrieben: Ratte, *Rattus norvegicus*, (NAAKTGEBOREN, 1960 c, d); Hausrind (NAAKTGEBOREN, 1960 b); Kamel, *Camelus bactrianus* (*Camelus ferus* f. *bactrianus*); Dromedar, *Camelus dromedarius* (*Camelus ferus* f. *dromedarius*); Wisent, *Bos bonasus*; Watussirind, *Bos taurus* (*Bos primigenius* f. *taurus*); Wasserbüffel, *Bubalus bubalis* (*Bubalus arnee* f. *bubalis*); Hausrind, *Bos taurus* (*Bos primigenius* f. *taurus*); Hartebees, *Alcelaphus caama*; Orang Utan, *Pongo pygmaeus*; Igel, *Erinaceus europaeus*; Katze, *Felis catus* (*Felis silvestris* f. *catus*); domestizierte Meerschweinchen, *Cavia porcellus* (*Cavia aperea* f. *porcellus*); Springhase, *Pedetes cafer*; Laboratoriumsmaus, *Mus musculus* (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962); Erdmaus, *Microtus agrestis*; Feldmaus, *M. arvalis*; Wasserratte oder Wühlratte, *Arvicola terrestris*; Kurzohrmaus, *Pitymys subterraneus*; Rötelmaus, *Clethrionomys glareolus*; Hamster, *Cricetus cricetus*; Goldhamster, *Mesocricetus auratus*; Zwerghamster, *Cricetulus migratorius*; Zwergmaus, *Micromys minutus*; Hausratte, *Rattus rattus*; Hausmaus, *Mus musculus*; *Meriones shawi*; *M. vinogradovi*; wilde Meerschweinchen, *Cavia apera* f. *hypoleuca*; und Gnu, *Connochaetes gnu* (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1963). Die Geburt des Meerschweinchens wurde gefilmt (NAAKTGEBOREN, 1961 b), gleich wie die Geburt des Frettchens (NAAKTGEBOREN, 1961 c). In den Kapiteln II und III werden wir die Geburt der multiparen und uniparen Säuger an den Beispielen vom Kaninchen und vom Hausrind beschreiben.

Auch die Untersuchung von anatomischen und physiologischen Geburtsproblemen gehört zu den Aufgaben der vergleichenden Geburtskunde. Diesen Problemen begegnet man ganz selbstverständlich beim Vergleichen der Beobachtungen von Geburten verschiedener Arten. Die Frage nach dem „Warum“ kann manchmal durch die anatomische Untersuchung, manchmal aber auch durch physiologische Experi-

mente oder durch die statistische Bearbeitung eines umfangreichen Materials gelöst werden. Von den hervortretenden Problemen werden wir einige ausführlicher betrachten in den Kapiteln V, VI und VII.

DE SNOO (1947) hat die Wichtigkeit der Kopflage bei den uniparen Säugern ganz deutlich hervorgehoben. Das Junge, das in Kopflage zur Welt kommt, wird nicht so leicht ersticken wie ein Junges, das in Steissendlage geboren wird. Er hat für das Zustandekommen der Kopflage eine Theorie aufgebaut, mit der wir uns in Kapitel V noch eingehender zu beschäftigen haben. Er hat auch auf die relativ geringe Länge der Nabelschnur der uniparen Säugetiere die Aufmerksamkeit gelenkt und gezeigt, dass eine lange Nabelschnur viel gefährlicher für den Feten ist, weil das Junge zum Beispiel durch eine Nabelschnurumsträngung leicht abgewürgt werden kann. Vor allem hat DE SNOO versucht seine Beobachtungen in teleologischer Weise zu interpretieren, was ihm zum grössten Teil gelungen ist. Dies ist möglich, weil man doch selbstverständlich annehmen darf, dass die Geburt in erster Linie den Zweck hat, ein lebendiges Junges zur Welt zu bringen ohne das Leben der Mutter zu gefährden. Die multiparen Säugetiere gebären ihre Jungen sehr häufig in Steissendlage, was nicht gefährlich ist, weil die Austreibung viel rascher als bei den Uniparen vor sich geht. DE SNOO erklärt auch in diesem Licht den relativ grossen Kopf und die wechselnde Länge der Nabelschnur der Jungen der Multiparen.

Meine Absicht war, in dieser Arbeit an einem grösseren Material als DE SNOO zur Verfügung stand, seine Ergebnisse nachzuprüfen und wo nötig zu berichtigen und auf einige Einzelheiten tiefer einzugehen, in der Hoffnung, einen Beitrag zur weiteren Ausbildung der vergleichenden Geburtskunde zu liefern. Es spricht für sich, dass ich dazu an erster Stelle die Geburtslage als Objekt meiner Untersuchungen gewählt habe (Kapitel V), und zweitens wegen der vielen Widersprüche in der Literatur, das Einsetzen des ersten Atemzuges (Kapitel VI). Die Nabelschnur mancher uniparen Säuger reisst spontan bei der Geburt. DE SNOO (1947) hat darüber noch nicht viel mitgeteilt. Das Problem ist aber von grösster Bedeutung für die Geburt und ich habe es daher eingehender untersucht und meine Ergebnisse in Kapitel VII dargelegt. DE SNOO hat vor allem den Mensch berücksichtigt. Dazu war er in der Lage, weil er Direktor der Frauenklinik zu Utrecht war. Ich habe die Geburt des Menschen und die Geburt der anderen Primaten nicht untersuchen können wegen Mangel an Material. Da die höher entwickelten Primaten einen Uterus simplex besitzen mit aperistaltischen Wehen, nehmen sie eine

Sonderstellung ein. Deswegen werde ich auch die betreffende Literatur so gut wie unberücksichtigt lassen.

II DIE GEBURT DER MULTIPAREN SAUGETIERE MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES KANINCHENS

a Allgemeines

Die multiparen Säugetiere gebären mehrere Junge in einem Wurf. Zu dieser Gruppe rechnen wir die Insektenfresser, die Nager, die Landraubtiere und die Schweine. Die Jungen der multiparen Säuger sind meistens nicht sehr gut entwickelt zur Zeit der Geburt. Häufig sind sie blind und nackt und werden während einiger Zeit in einem Nest gepflegt. Das Schwein und das Meerschweinchen bilden Ausnahmen dieser Regel. Die Jungen haben meistens einen grossen Kopf, kurze Extremitäten, einen kurzen Nacken und eine kurze bis mittellange Nabelschnur (STARCK, 1957; SLIJPER, 1960; DE SNOO, 1947). Der Uterus ist zweihornig und die Wehen sind peristaltisch. DE SNOO (1947) hat darauf hingewiesen, dass darum für eine glatte Geburt eine kurze Nabelschnur, kurzer Hals und kurze Extremitäten notwendig sind. Auch für ein Gürteltier, *Dasybus*, ist beschrieben worden dass es häufig mehrere Junge gebärt, aber hier handelt es sich um eineiige Mehrlinge (DE SNOO, 1947). *Dasybus* hat einen Uterus simplex mit wahrscheinlich aperistaltischen Wehen und die Nabelschnur ist lang. Dieses Tier nimmt daher eine Sonderstellung ein. Die Nabelschnur der multiparen Säuger wird fast immer von der Mutter durchbissen. Nur beim Schwein reisst sie spontan (Siehe Kapitel VII).

In diesem Kapitel werde ich die Geburt des domestizierten Kaninchens beschreiben. Die Literaturangaben werden an den entsprechenden Stellen zitiert.

b Die Geburt des Kaninchens

1 *Vorzeichen der Geburt und Nestbau.* Das Kaninchen wirft die Jungen immer in einem Nest. Das Nest kann ganz verschiedenartig sein. Die Kaninchen, die in einem Käfig gezüchtet werden, machen eine vertiefte Stelle im Stroh, fast immer in einer Ecke. Das Nest wird mit Wolle ausgekleidet. Dazu pflückt sich die Mutter. Das Pflücken ist ein Vorgang, der im Tierreich seines Gleichen nicht hat (SAWIN c.s., 1960). Vor der Geburt wird die Haarimplantation lockerer. Dies ist von 5 bis 0 Tage vor der Geburt festzustellen. SAWIN c.s. (1960) haben den Haarausfall des Kaninchens untersucht und gefunden, dass der Haarausfall 5 bis 0 Tage vor der Geburt signifikant

viel grösser ist, als der normale Verlust lockerer Haare.

Das Frettchen zeigt kurze Zeit vor der Geburt ebenfalls starken Haarausfall (MURR, 1932; NAAKT-GEBOREN, 1961 a). Dies ist jedoch nicht mit dem Kaninchen zu vergleichen. Ich habe gefunden, dass scheinträchtige Frettchenfähen genau so stark verhaarten als trächtige Fähen. Dies ist beim Kaninchen nicht der Fall (SAWIN c.s., 1960). Nach einer Scheinträchtigkeit des Frettchens folgt eine neue Brunst. Dreimal habe ich festgestellt, dass scheinträchtig gewesen und in der zweiten Brunst mit Erfolg gepaarte Frettchenfähen nicht oder kaum verhaarten vor der Geburt. Beim Frettchen fällt also die Geburt meistens in die Zeit des normalen physiologischen Haarausfalles. Das Kaninchen zeigt den starken Haarausfall jedes Mal, wenn es hochträchtig ist.

Kurz d.h. etwa $1\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{2}$ Tag, vor der Geburt fangen im Käfig gehaltene Kaninchen an, intensiv zu kratzen. Schliesslich unterlassen sie dieses Kratzen und machen ein Nest von Stroh und kleiden es mit Wolle aus. Die Tiere pflücken sich mit den Zähnen. Zuerst nehmen sie aber einige Strohhalme quer in den Mund. Nachdem sie den Mund ganz gefüllt haben, bringen sie Stroh und Wolle in das Nest, kehren zurück und fangen wieder an. Das zukünftige Muttertier sitzt nur kurz auf dem Nest. Das Tier liegt am letzten Tag häufig und die Atmung ist rasch und oberflächlich. MYKYTOWYCZ und ROWLEY (1958) haben ebenfalls gefunden, dass die hochträchtigen Tiere weniger aktiv sind. Der Körper ist aber nicht oder kaum ausgedehnt und die Tiere sind noch sehr gut zum Fliehen imstande. Das klarste Vorzeichen der bevorstehenden Geburt ist also der Haarausfall und der Nestbau.

Vom wildlebenden Kaninchen ist bekannt, dass das zukünftige Muttertier häufig, sehr kurz vor der Geburt einen neuen Bau in einiger Entfernung vom alten Bau gräbt (IJSELING und SCHEYGROND, 1950). MEYERS und POOLE (1959) teilen mit, dass die Jungen in dem sogenannten „home range“, d.h. die Gegend in der die Tiere zusammen leben, aktiv sind, Nahrung suchen und ruhen, geboren werden. MYKYTOWYCZ (1960) sagt aber, dass dies nur der Fall ist bei Tieren, die dominant sind in der sozialen Rangordnung. Die Tiere, die weniger oder gar nicht dominieren, graben ein isoliertes Nest. Diese Angabe bestätigt also die Mitteilung von IJSELING und SCHEYGROND (1950).

MYKYTOWYCZ (1959) teilt mit, dass ein dominierendes Weibchen beim Eingang des Baues mehrfach urinierte und er nimmt an, dass dies ein Warnungszeichen sein sollte. Es kommt nämlich vor, dass Kaninchen kein eigenes Nest graben, sondern einen bestehenden Bau benützen. MEYERS (1958) teilt mit,

dass das Nest in einer Nacht gegraben wird. Es besteht aus einem etwa 1,5 bis 2 m langem Gang, der am Ende erweitert ist. Wenn das Tier erschreckt wird, werden die Jungen häufig, in sehr kurzen offenen Gängen, die rasch gegraben werden oder in einem schon bestehenden Bau geboren. MEYERS teilt weiter noch mit, dass die Neigung zum Graben ausserordentlich stark und offenbar nicht zu widerstehen ist. Dies erklärt, dass im Käfig gehaltene Kaninchen vor der Geburt stundenlang am Boden kratzen, wie oben erwähnt wurde.

Ich habe Kaninchen, die seit Generationen im Käfig gezüchtet werden, einen Raum von mehreren Quadratmetern zur Verfügung gestellt und genau wie DEUTSCH (1957) wiederholt beobachtet, dass die Tiere kurz vor der Geburt ein Nest graben, dass der oben zitierten Beschreibung von MEYERS (1958) sehr nahe kommt. Das Nest wurde am Tag oder in der Nacht vor der Geburt gegraben. Das Tier sammelte Stroh und Heu, und nahm die Halme quer ins Maul, pflückte sich und trug dann wieder alles ins Nest. Dies wiederholte sich mehrere Male. Das Tier blieb immer nur sehr kurz im Bau, wie auch MYKYTOWYCZ und ROWLEY (1958) mitteilen. Sehr kurz vor der Geburt werden die Jungen des vorhergehenden Wurfes, die dann meistens einen Monat alt sind, entwöhnt. Die Mutter bedroht sie und sie fliehen (MYKYTOWYCZ, 1959; MYKYTOWYCZ und ROWLEY, 1958). Die Mutter fängt dann an, sich intensiv zu pflücken. Dies ist meistens erst einige Stunden vor der Geburt der Fall.

Die Vorzeichen der Geburt des Kaninchens sind also: Graben, Nestbau, regelmässiges Liegen, oberflächliche Atmung, Haarausfall, Pflücken und schliesslich Entwöhnen der Jungen des vorhergegangenen Wurfes. DEUTSCH (1957) und ich haben die Literaturangaben über wildlebende Kaninchen vollständig bestätigen können beim domestizierten Kaninchen.

2 *Austreibungs- und Nachgeburtphase.* Die eigentliche Geburt wurde beschrieben von DE SNOO (1947). Ich habe seine Angaben vollständig bestätigen können. Doch beschreibe ich wieder die Geburt des Kaninchens, weil DE SNOO nicht auf alle Einzelheiten eingegangen ist.

Insgesamt habe ich 9 mal den Nestbau und die Geburt zum Teil beobachtet und 4 Geburten konnte ich vollständig beobachten. Weiter erhielt ich Angaben von Fräul. W. VANDENDRIESSCHE über die Lage der Jungen bei 21 Geburten und über den Zeitpunkt der Geburt in 76 Fällen. Sie hat meine Beobachtungen über die Geburt des Kaninchens bestätigen können.

Die Geburt, die hier zu beschreiben ist, erfolgte in einem ziemlich grossen Raum mit sehr viel Stroh.

Das Tier schleppte Stroh (11 Uhr). Als ich eine halbe Stunde später zurückkehrte, hatte das Tier sich schon teilweise gepflückt. Das Tier nimmt einige Strohhalme quer ins Maul, pflückt die Flanke und den Bauch und bringt das Stroh und die Haare in das Nest. Das Nest ist ein etwa 1 m langer Gang im Stroh, der am Ende etwas erweitert ist. Der Durchmesser ist so gross, dass das Kaninchen genau in den Gang passt. Das Sammeln von Stroh und Haaren wiederholt sich mehrere Male zwischen 12.35 und 12.50 Uhr. Dann ruht das Weibchen einige Minuten im Nest. Um 12.55 kommt sie wieder heraus, sammelt Stroh, pflückt sich und geht wieder ins Nest. Dies wiederholt sich um 12.57 Uhr, 13.01 Uhr, 13.05 Uhr und 13.09 Uhr. Um 13.16 Uhr frisst das Tier ein wenig und geht dann wieder ins Nest. Das Weibchen kriecht jetzt so weit hinein wie nur irgend möglich ist. Das Nest sieht sehr sauber aus. Um 13.18 Uhr durchzieht eine zuckende Bewegung den Körper des Tieres. Ich gehe jetzt näher zum Nest und sehe, dass das erste Junge schon geboren ist. Die Mutter frisst die Plazenta. Die Nabelschnur ist noch intakt. Inzwischen wird mit einer zuckenden Bewegung das zweite Junge in Kopflage innerhalb von einigen Sekunden vollständig ausgetrieben. Das dritte Junge folgt unmittelbar und ebenso geschwind in Steissendlage. Inzwischen frisst die Mutter ruhig die Plazenten auf, leckt die Jungen und nabelt sie ab. Es ist nichts zu hören. Die Mutter liegt in gekrümmter Haltung auf der linken Flanke und hält das rechte Hinterbein etwas empor. Vor der Austreibung eines Jungen wird der Schwanz ein wenig aufgerichtet, wodurch der Beckenraum vergrössert wird. Das vierte Junge wird in Kopflage und das fünfte in Steissendlage geboren und die Mutter geht inzwischen ruhig weiter und frisst die Plazenten und die Fruchthüllen auf. Die Jungen kriechen herum und wühlen mit der Schnauze zwischen den Haaren der Mutter. Das Tier liess sich vom Beobachter durchaus nicht beunruhigen als ein Hinterbein emporgehoben wurde um besser sehen zu können. Um 13.30 Uhr, also nur 12 Minuten nachdem die Mutter in das Nest ging, ist die Geburt beendet und sind die Nachgeburten aufgefressen. Die Mutter leckt die Jungen und die Vulva. Sie frisst die bebluteten Strohhalme auf. Das Nest zeigt jetzt keine Spur der Geburt mehr. Um 13.35 Uhr tritt die Mutter aus dem Nest und ist aggressiv. Um 13.40 Uhr verschliesst sie den Eingang mit Stroh, indem sie das vor dem Eingang liegende Material hinein kratzt. Nachdem also ein Haufen Stroh vor den Eingang gekommen war, drehte sie sich um und presste es mit der Schnauze fest. Um 13.50 Uhr war die Stelle des Nestes nicht zu erkennen. Das Tier war nicht in der

Nähe. DEUTSCH (1957) beschreibt ebenfalls, dass der Eingang verschlossen wird und dass das Nest unfindbar war.

Nach zwei bis drei Wochen wurde der Eingang nicht mehr verschlossen. MYKYTOWYCZ und ROWLEY (1958) haben ebenfalls beobachtet, dass das Tier kurz vor der Geburt den Bau wiederholt besucht und dass dies immer nur sehr kurz ist. Die neun Junge wurden innerhalb von etwa 5 Minuten geboren. Die Geburtsdauer ist sehr kurz. Ich beobachtete neben dem oben erwähnten Fall noch eine Geburt von 4 Jungen in 7 Minuten und eine Geburt von 8 Jungen in 10 Minuten. Ich habe auch einen Fall von vielen Stunden festgestellt. Das erste Junge wurde gerade geboren als ich herankam. Nachdem die Mutter die Nachgeburt gefressen hatte, geschah nichts mehr. Ich beobachtete während des ganzen Tages. Am nächsten Morgen war ein zweites Junge neben dem ersten im Nest! Es ist möglich, dass das Tier erschreckt war und daher gewartet hat. Dass dies tatsächlich möglich ist, geht aus manchen Literaturangaben für viele Arten hervor (SLIJPER, 1960). DEUTSCH (1957) beschreibt einen Fall von einer Geburt, wobei die Mutter in zwei Nesten einige Junge geworfen hatte. Wahrscheinlich war auch hier einige Zeit verstrichen zwischen den beiden Hälften des Wurfes.

Etwa 60 % der Kaninchen kommen in Kopflage und 40 % in Steissendlage zur Welt (DE SNOO, 1947). Dies stimmt ziemlich gut überein mit den in Kap. V mitgeteilten Angaben. Ich beobachtete in der oben beschriebenen und in einer anderen Geburt 2 Kopf- und 2 Steissendlagen. Häufig war ich nicht in der Lage, die Geburtslage genau festzustellen. VANDENDRIESSCHE (1961) fand 90 Kopflagen und 68 Steissendlagen, also fast 57 % Kopflagen.

Nach SLIJPER (1960) soll die Geburt meistens stattfinden zu der Zeit, da die Tiere gewöhnlich ruhen. Die geringste Aktivität an der Oberfläche ist zwischen 7 und 14 Uhr mit einem Minimum zwischen 10 und 14 Uhr (MYKYTOWYCZ und ROWLEY, 1958). Ich stellte tatsächlich 5 Geburten zwischen 9 und 15 Uhr fest, eine um etwa 6.30 Uhr und eine zwischen 18 und 21 Uhr und MYKYTOWYCZ und ROWLEY stellten eine Geburt um etwa 7.40 Uhr fest. Diese Angaben sind noch vollständig ungenügend, aber sprechen doch für die Richtigkeit von SLIJPER'S Mitteilung. Eine überzeugende Bestätigung geht hervor aus den auf meine Bitte von Fräulein VANDENDRIESSCHE freundlichst durchgeführten Beobachtungen. Von den 76 Kaninchengeburten fanden 57 d.h. 75 % zwischen 6 und 15 Uhr statt. Abb. 1A zeigt die Aktivität des Kaninchens an der Oberfläche und Abb. 1B zeigt die Verteilung der Geburten. Die Zeit der grössten Aktivität fällt zu-

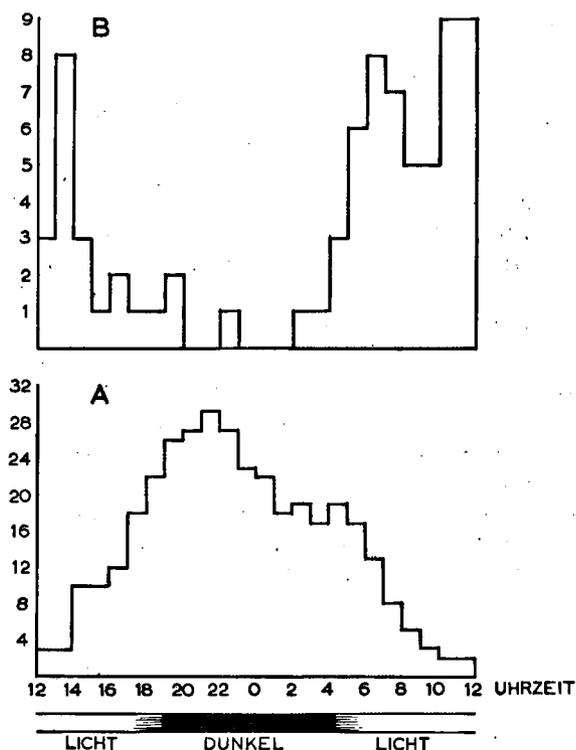


Abb. 1. A: Aktivität des Wildkaninchens an der Oberfläche (nach MYKYTOWYCZ und ROWLEY, 1958) B: Verteilung der Geburten des domestizierten Kaninchens. Horizontal: Uhrzeit (A und B); vertikal: Anzahl der beobachteten Tiere (A) oder Geburten (B).

sammen mit der Zeit der geringsten Zahl der Geburten.

3 Die Pflege der Jungen. Wie schon oben erwähnt wurde, verlässt die Mutter unmittelbar nach der Geburt das Nest und stopft es zu. Nach DEUTSCH (1957) und MYKYTOWYCZ (1958) besucht die Mutter das Nest nur einmal in der Nacht. Das Säugen nimmt äusserst wenig Zeit in Anspruch (DEUTSCH, 1957), nämlich nur 2 bis 3 Minuten, wobei die Mutter in gebogener Haltung über den Jungen steht. Ich habe dies vollständig bestätigen können. Nachdem die Jungen gesäugt haben, deckt die Mutter das Nest zu oder verstopft den Eingang des Baues wieder. Wenn die Jungen in einem Käfig geboren werden, sitzt die Mutter immer so weit wie möglich vom Nest entfernt. Auch dies ist verständlich, da die Wildkaninchen niemals am Tage beim Nest sind.

Der Erfolg der Aufzucht der Jungen ist um so grösser je nachdem das Nest besser ist und je nachdem die Mutter ein mehr dominierendes Tier in der Gruppe ist (MYKYTOWYCZ, 1960). Der ärgste Feind der Jungen ist das Wasser. Wenn es häufig regnet, ertrinken viele Jungkaninchen im Nest. Die Preda-

toren spielen nur eine untergeordnete Rolle (MEYERS, 1958).

Sehr häufig erzählt man in Kreisen von Kaninchenzüchtern, dass die Mutter ihre Kinder auffrisst wenn man in das Nest guckt. Ich habe dies jedoch niemals festgestellt. Auch der Vater kann in der Nähe bleiben. In den von mir beobachteten Fällen berührte er das Nest und die Jungen niemals. Ich habe während der Geburt regelmässig in das Nest geguckt, ohne dass die Mutter dadurch geängstigt wurde. Hier muss aber erwähnt werden, dass ich mit sehr zahmen Tieren arbeitete. Nach MEYERS (1958) soll die Mutter des Wildkaninchens nicht zu den Jungen zurückkehren, wenn das Nest am ersten Tage vom Menschen berührt worden ist.

c Vergleichende Bemerkungen über die Geburt anderer multiparen Säugetiere

Die Geburt des Kaninchens zeigt in mancherlei Hinsicht grosse Übereinstimmung mit der Geburt anderer multiparen Säuger. Nestbau vor der Geburt kommt fast immer vor, mit Ausnahme einiger Arten, die sehr gut ausgebildete Junge werfen, wie z.B. die Schweine und das Meerschweinchen (SLIJPER, 1960; NAAKTGEBOREN 1960 cd; NAAKTGEBOREN, 1961 ab; NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Andere Vorzeichen der Geburt sind Trägheit, regelmässiges Liegen, Unruhe, Vulva lecken, Schleimausscheidung aus der Vulva und ein Sinken der Körpertemperatur. Diese Vorzeichen der herannahenden Geburt wurden bei sehr vielen Multiparen von mir und manchen anderen Untersuchern wiederholt beobachtet. Die Mutter leckt immer die Jungen, beisst die Nabelschnur durch und frisst die Nachgeburten auf. Die Fruchtblase wird von der Mutter zerrissen. Dies kann schon geschehen wenn die Fruchtblase in der Vulva zu Vorschein tritt (z.B. Ratte) oder nachdem das Junge in den vollständigen Hüllen ausgetrieben ist (Maus).

Die Geburtsdauer kann sehr kurz bis lang sein. Das Kaninchen ist bestimmt ausserordentlich geschwind. Bei den Multiparen beträgt die Geburtsdauer eines Wurfes gewöhnlich etwa eine halbe Stunde bis zwei Stunden. Innerhalb einer Art kann dies stark verschieden sein je nachdem man mit einem primi- oder pluriparen Tier zu tun hat. Zudem wird die Geburt eines Wurfes von elf Jungen viel mehr Zeit in Anspruch nehmen als die Geburt von drei oder vier Jungen (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Die Zeit zwischen den Geburten zweier Jungen ist mehr oder weniger konstant, unabhängig ob es sich um das erste und zweite oder um das siebente und achte Junge handelt. An einem grossen Material

mehrerer Arten konnte dies eindeutig nachgewiesen werden (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Im zweiten Teil werden wir uns eingehend beschäftigen mit der vergleichenden Untersuchung der Geburtslage (Kap. V), des ersten Atemzuges (Kap. VI) und mit der Durchtrennung der Nabelschnur (Kap. VII). Hier ist nur noch zu erwähnen, dass viele Arten von multiparen Säugern nach der Geburt im Nest bleiben, z.B. der Goldhamster, wo die Mutter das Nest nur sehr kurz verlässt zum Fouragieren. Dies ist also gerade das umgekehrte Beispiel des Kaninchens.

d Die anatomischen Verhältnisse während der Austreibung und ihre funktionelle Bedeutung

In der Literatur sind fast keine Angaben zu finden über die Vorgänge die sich während der Geburt im mütterlichen Körper abspielen. Werden alle Früchte bei jeder Presswehe weiter zur Gervix geschoben, oder wird nur ein Fetus zur Cervix getrieben? Dies ist eine Frage, die nicht klar beantwortet wird in der Literatur.

DE SNOO (1947) beschreibt die peristaltischen Wehen des Kaninchens, und aus dieser Beschreibung geht hervor, dass nur ein Fetus weiter geschoben wird. Andere Literaturangaben sind in diesem Punkt jedoch so unklar, dass man zweifelt ob die von DE SNOO beschriebenen Beobachtungen richtig sind. Ich habe drei Ratten während der Geburt getötet und anatomisch untersucht. Die Jungen lagen in gestreckter Haltung im Uterus, während die Feten aus hochträchtigen Gebärmüttern immer in gebogener Haltung liegen. Dies stimmt überein mit den Beobachtungen der Geburt, denn das Junge wird immer gestreckt ausgetrieben (NAAKTGEBOREN, 1960 cd). In zwei Fällen waren schon vier Junge geboren und beim dritten Tier schon drei. Die entleerten Uterusteile waren sehr stark kontrahiert (Abb. 3), aber die noch nicht geborenen Feten befanden sich noch genau wie zuvor in ihren eigenen Fruchtkammern (Abb. 2). Die Plazenta bleibt häufig längere Zeit intakt und durch die Nabelschnur mit der Frucht verbunden. Ein Junges (das zweite aus dem betreffenden Horn) fand sich schon teilweise in der Vagina, während Plazenta und Nabelschnur noch intakt waren. Dies ist nur möglich, weil die entleerten Uterusteile sich stark verkürzen. Der Weg zur Vulva ist also für jedes Junge etwa gleich lang und dies erklärt, warum die Zeitspanne zwischen den Geburten zweier Jungen etwa konstant ist (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Die späteren Jungen werden daher nicht mehr vom Erstickungstot bedroht, als die am Anfang des Wurfes geborenen, wie SROSS (1944) fälschlich angibt (Siehe auch Kap. VI).

Nach SLIJPER (1960) wird abwechselnd aus beiden Uterushörnern ein Junges ausgetrieben. Ich habe bestätigt, dass nicht ein ganzes Horn entleert wird ehe das andere Horn an der Reihe war. Ein Tier hatte schon vier Junge zur Welt gebracht. Im rechten Horn wurden noch zwei Junge, eine Plazenta und zwei leere Stellen gefunden und im linken Horn fanden sich noch ein Junges und eine entleerte Stelle. Aus beiden Hörnern waren also schon Junge ausgetrieben. Nach SLIJPER (1960) soll aus dem Horn mit der grössten Jungenzahl das erste Junge kommen. Die leeren Stellen sind gekennzeichnet durch die Plazentarnarben. Eine solche Narbe ist ein gelber kugelförmiger Wulst, etwa 3 mm im Durchmesser. Die Narbe wird nach der Geburt allmählich rückgebildet, aber ist noch bis zu 3 Monaten makroskopisch erkennbar. Bei einer neuen Trächtigkeit werden die Embryonen zwischen den alten Narben implantiert, wie ich zweimal eindeutig festgestellt habe.

Das Gewicht des Jungen war ausreichend, um die Plazenta von der Uteruswand zu trennen, aber nicht um die Nabelschnur zu zerreißen. Dies erklärt, weshalb die Plazenta meistens geboren wird, ehe die Nabelschnur zerrissen oder durchbissen ist (NAAKTGEBOREN, 1960 c).

Die Austreibung des Jungen geht bei den multiparen Säugetieren meistens sehr geschwind. Die Austreibung pro Frucht nimmt nur ausnahmsweise mehr als 1 bis 2 Minuten in Anspruch (SLIJPER, 1960; NAAKTGEBOREN, 1960 c, 1961 ab; NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Dies versteht sich, weil die Jungen meistens relativ klein sind. Der Beckenraum ist also in der grössten Zahl der Fälle genügend weit, um das Junge rasch passieren zu lassen. Der Beckenraum wird häufig während der Austreibung der Frucht noch beträchtlich vergrössert durch die Schwanzhebung, die z.B. beim Frettchen sehr auffällig ist (NAAKTGEBOREN, 1961 a). Auch bei der Hündin und beim Kaninchen wurde das Heben des Schwanzes beobachtet, wie oben bereits erwähnt worden ist. Das Meerschweinchen gebärt relativ sehr grosse Junge, die das Becken nicht ohne weiteres passieren können. Dies ist nur möglich, wenn der Beckenraum sehr stark vergrössert ist (NAAKTGEBOREN, 1961 b). Die Erweiterung des Caviabeckens kommt vor allem zustande durch die Symphyseerschaffung, infolgedessen die Schambeine weit auseinander gezogen werden können. GRANZOW (1930) hat diese Beckenerweiterung eingehend histologisch und röntgenologisch untersucht und beschrieben. HALL (1960) berichtet, dass die Symphyseerschaffung durch die Wirkung von Relaxin zustande kommt. Der Beckenraum wird aber nicht nur vergrössert durch die Er-

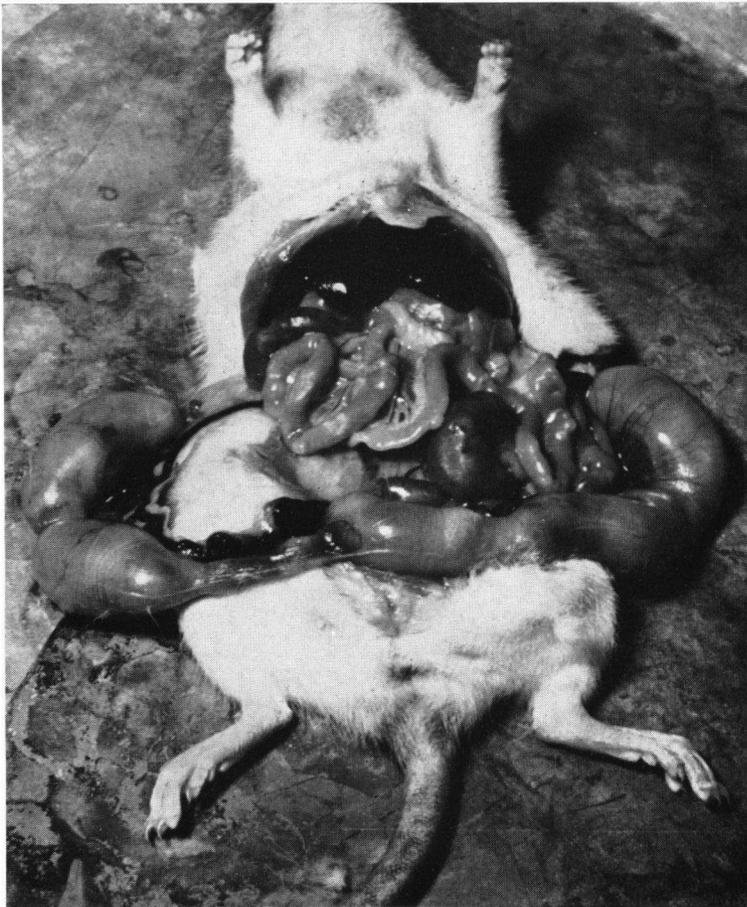
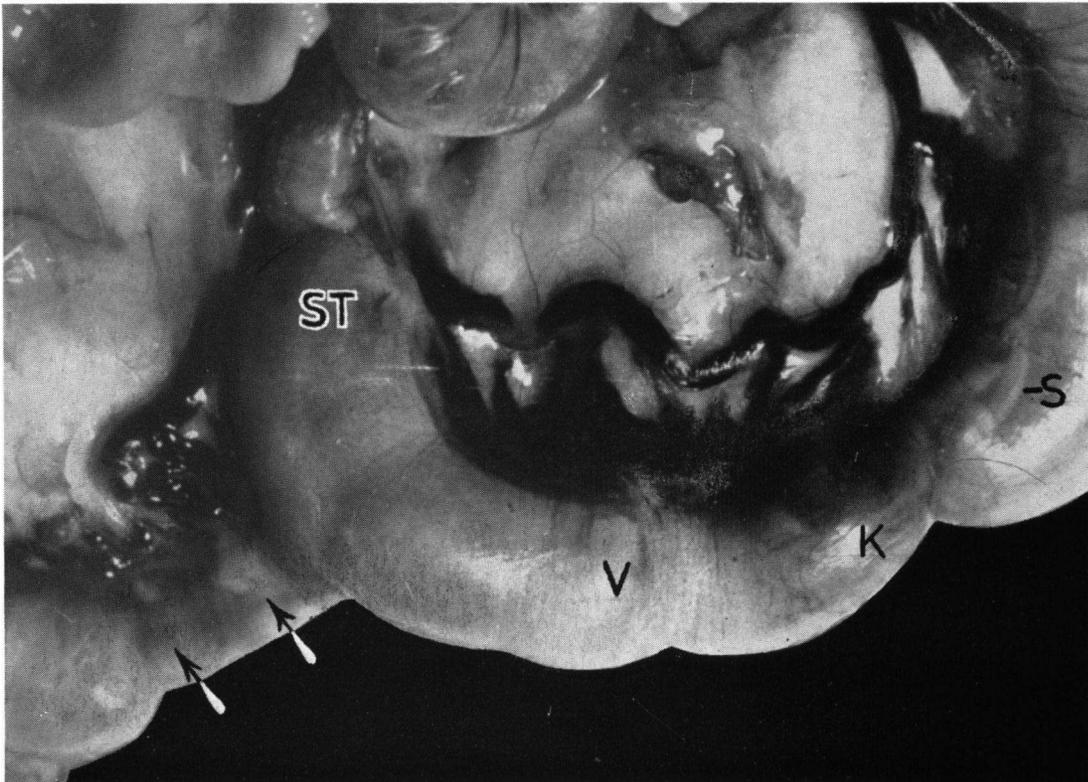


Abb. 2. *Rattus norvegicus*. Während der Geburt getötetes Weibchen. Die Gebärmutter ist nach aussen gelegt. Die entleerten Uterusteile sind stark verkürzt.

Abb. 3. *Rattus norvegicus*. Nahaufnahme desselben Präparates wie Abb. 2. Bei den Pfeilen zwei entleerte Stellen. Mitten im Bild ein Fetus in Steissendlage im Uterus: K = Kopf, V = Vorderfuss, St = Steissende, S = Schwanz des nächsten Fetus.



weiterung des Symphysis pelvis, sondern auch die Gelenke werden lockerer, was vor allem für das Iliosakralgelenk von Bedeutung ist. Im Röntgenbild ist es sehr einfach festzustellen, dass die beiden Beckenhälften eines vor der Geburt stehenden Tieres eine dorso-ventrale und eine mediolaterale Drehung ausführen können. Diese Beweglichkeit des Iliosakralgelenkes ist dem Relaxineinflusse zu verdanken. Während der Trächtigkeit wird diese Beweglichkeit grösser. Ich habe an 4 Becken die Pecten verticalis (Stross, 1944) gemessen und zwar zweimal, nämlich normal (P1) und bei maximaler Reckung des Ilium nach ventral (P2). Aus Tabelle 1 gehen die Befunde hervor. Für tiefgehende Schlussfolgerungen sind diese spärlichen Angaben nicht ausreichend, aber doch bekommt man den Eindruck, dass die Iliosakralbeweglichkeit während der Trächtigkeit immer zunimmt.

TABELLE 1
Erklärung im Text

Scheitelsteisslänge der Feten	P1	P2	Pectenvergrößerung in %
22 mm	21 mm	29,0 mm	38,1 %
54 mm	19,1 mm	28,0 mm	47,4 %
80 mm	17,3 mm } 17,7 mm }	26,0 mm } 26,0 mm }	52,9 %
87 mm			

An einem umfangreicheren Material hat VAN ROOYEN (1956) dasselbe beim Menschen gefunden. Während der Schwangerschaft erschlafft das Bindegewebe der Ligamente und Muskelinsertionen infolge einer Relaxinanhäufung. Nur wenn die Symphysis pelvis erschlafft ist, kann die Beweglichkeit des Iliosakralgelenkes von Bedeutung werden, weil dann die Beckenhälften cranial und caudal frei sind (VAN ROOYEN, 1956). Die Raumvergrößerung des Caviabeckens vor der Geburt kommt also zustande durch die Einwirkung von Relaxin, infolge dessen die Symphysis erschlafft und das Iliosakralgelenk beweglicher wird. Erstens ruft dies eine Vergrößerung des Beckenquerdurchmessers hervor, zweitens eine Vergrößerung des Vertikaldurchmessers. Die Raumvergrößerung im mütterlichen Caviabecken ist derart, dass die grossen Jungen häufig innerhalb einer Minute ausgetrieben werden können. Eine Erweiterung des Symphysis pelvis ist nicht nur bekannt vom Meerschweinchen, sondern wurde auch festgestellt bei den Nagern: *Tamiasciurus hudsonicus*, *Spalax leucodon*, *Geomys bursarius* und *Thomomys bottae* sowie bei Laboratoriummäusen und -ratten, bei manchen Pinnipedia, bei einigen Fledermäusen sowie bei den Insektivoren *Eri-*

naceus und *Gymnura* (SLIJPER, 1960). Hier ist aber zu erwähnen, dass die Symphyseerweiterung nicht bei allen Arten auf dieselben histologischen Vorgänge zurückzuführen ist, aber die bisherigen Angaben sind noch nicht genügend und noch sehr unvollständig.

III DIE GEBURT DER UNIPAREN SÄUGETIERE, MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES HAUSRINDES

a Allgemeines

Die uniparen Säugetiere gebären in der Regel nur ein einziges Junges, während Zwillinge und Mehrlinge ausnahmsweise vorkommen. Zu dieser Gruppe rechnen wir die Primaten, die Cetacea, die Carnivora pinnipedia, die Chiroptera und alle Huftiere ausser den Schweinen. Zudem gibt es Arten die in der Regel oder häufig Zwillinge oder Drillinge werfen, wie z.B. die Ziege, der Rothirsch, mehrere Antilopenarten und viele Halbaffen. Auch diese Arten rechnen wir ihrer systematischen und geburtskundlichen Verwandtschaft wegen doch zu den Uniparen.

DE SNOO (1947) hat die uniparen Säuger nicht als eine einheitliche Gruppe sehen wollen und er stellt die Primaten den anderen Uniparen gegenüber, weil nur die Primaten mit Ausnahme der Prosimiae einen Uterus simplex besitzen mit aperistaltischen Wehen. Dies ist tatsächlich ein wesentlicher Unterschied. Das Junge darf daher eine lange Nabelschnur, einen grossen Kopf, einen kurzen Hals und langen Extremitäten haben, während bei den anderen Uniparen die Nabelschnur fast immer kurz ist, was nach DE SNOO (1947) notwendig ist, weil die Wehen peristaltisch sind. Eine lange Nabelschnur wird von den Kontraktionswellen zur Uterusmündung getrieben und die Gefahr einer Nabelschnurstrangulation würde gross sein. DE SNOO hat einen solchen Fall tatsächlich festgestellt bei einem Kamelfohlen mit einer aussergewöhnlich langen Nabelschnur. STARCK (1957) hat DE SNOO's Angaben über die Nabelschnur bestätigt. Die uniparen Huftiere haben zur Zeit der Geburt einen kleinen Kopf, einen langen Hals und lange Extremitäten. Die peristaltischen Wehen strecken den Hals und treiben den Kopf und die Vorderbeine zum Muttermund. Die Jungen der uniparen Huftiere werden daher mit auf den Vorderbeinen liegendem Kopf geboren.

Die Geburt der uniparen Säuger ist weitgehend besser untersucht als die der multiparen Säuger. Die Uniparen sind häufig von wirtschaftlicher Bedeutung (Rind, Schaf, Ziege, Pferd) oder vom medizinischen Standpunkt aus interessant (Affen und Menschenaffen) und erst recht liegen zahlreiche Beschreibungen

der menschlichen Geburt vor. (SELLHEIM, 1915; SCHMALTZ, 1921; STOSS, 1944; DE SNOO, 1947; SLIJPER, 1960; NAAKTGEBOREN, 1960 b; NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Die Geburt der Wale und anderer Wassersäuger wurde eingehend beschrieben von SLIJPER (1949, 1956) und über die Geburt der Fledermäuse liegt die Arbeit von WIMMSATT (1960) vor. Der Vollständigkeit halber beschreibe ich die Geburt des Hausrindes im nächsten Abschnitt.

b Die Geburt des Hausrindes

Das Kalb wird fast immer (96 %) in Kopfendlage geboren. Steissendlagen sind gefährlich, weil das Junge durch Inspiration von viel Blut, Mekonium oder sehr viel Fruchtwasser leicht ersticken kann. Zudem können Infektionskrankheiten auftreten infolge der Inspiration von nicht-sterilem Blut, Mekonium und Fruchtwasser.

Doch kann eine Steissendgeburt auch gut ablaufen. NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962) haben die Geburt des Hausrindes vergleichend beschrieben und festgestellt, dass das Verhalten der Mutter bei der Geburt nicht oder kaum geändert ist infolge der Domestikation und sie betonen, dass es von grösster Bedeutung ist, die gebärende Kuh nicht festzubinden, sondern ihr einen grösseren Raum zur Verfügung zu stellen, damit die Geburt glatter verlaufen kann. Dass dies tatsächlich richtig ist, geht aus der folgenden Beobachtung einer erfolgreichen Steissendgeburt, im Freien ohne menschliche Mithilfe, hervor. Die Geburt in Steissendlage ist viel seltener als in Kopfendlage und wurde daher nicht oft beschrieben. Wir begnügen uns damit, nur ein Protokoll zu geben, weil eingehende Beschreibungen schon häufig veröffentlicht worden sind (SCHMALTZ, 1921; STOSS, 1944; DE SNOO, 1947; NAAKTGEBOREN, 1960 b; NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Der Geburtsverlauf geht aus dem Protokoll hervor. Die Mutter war eine pluripare Kuh.

ZEIT Hausrind – Geburt auf der Wiese. 22/3/1961

- 9.40 Eine lange Schleimschnur hängt aus der Vulva.
- 11.35 Das Tier steht mit gebogenem Rücken.
- 11.43 Die Mutter liegt auf der rechten Seite.
- 11.46 Sie presst und steht wieder auf.
- 11.50 Pressen mit gekrümmtem Rücken.
- 11.54 Das Tier geht hin und her.
- 11.58 Das Tier liegt auf der rechten Seite, mit dem Kopf am Boden.
- 12.00 Sie steht auf.
- 12.02 Das Tier legt sich wieder, presst und rollt sich.
- 12.07 Aufstehen, hin und her laufen. Das Tier guckt nach hinten und leckt die Flanke.
- 12.13 Die Kuh liegt auf der rechten Seite und presst.
- 12.19 Das Allantochorion ist geplatzt und das Fruchtwasser fliesst ab.

- 12.24 Die Mutter liegt mit ausgestreckten Beinen auf dem Rücken. Sie rollt sich hin und her und bleibt dann auf der rechten Seite liegen.
- 12.26 Die Hufe des Kalbes werden sichtbar in der Vulva. Das Amnion ist inzwischen geplatzt.
- 12.32 Die Kuh liegt auf der rechten Flanke, mit dem Kopf am Boden und die linken Beine ragen in die Luft. Die Flanken bewegen sich intensiv und zittern. Die Beine des Kalbes sind deutlich zu erkennen.
- 12.39 Die Mutter steht auf und geht ein wenig. Das Kalb sinkt zurück.
- 12.45 Die Kuh legt sich wieder auf die rechte Seite und presst. Die Hinterhand des Kalbes wird sichtbar.
- 12.51 Das Tier steht wieder auf und presst mit gekrümmtem Rücken. Fruchtwasser mit Blut gemischt, fliesst ab.
- 12.57 Das Tier legt sich wieder auf die rechte Seite.
- 13.03 Die Mutter presst. Die Hinterhand des Kalbes wird vollständig ausgetrieben. Die Mutter schnaubt, rollt sich, presst und richtet sich teilweise auf. Das Kalb gleitet nach aussen. Die Mutter sinkt wieder zu Boden.
- 13.07 Das Kalb schnaubt.
- 13.12 Die Mutter steht auf und leckt das Kalb.
- 13.15 Die Kuh presst noch ein wenig und leckt das Kalb wieder.
- 13.18 Die Mutter liegt neben dem Jungen.
- 13.25 Das Kalb liegt mit untergeschlagenen Beinen.
- 14.05 Das Kalb steht wackelnd auf den Beinen.
- 14.47 Die Mutter liegt auf der linken Seite und presst. Die Nachgeburt wird ausgetrieben. Die Kuh erhebt sich, riecht an der Nachgeburt und frisst diese teilweise auf. Dann lässt sie das Kalb saugen.

Im allgemeinen werden die Huftiere in Kopfendlage, gestreckter Haltung und oberer Stellung geboren. Die Ursache der Lage des Jungen wird eingehend beschrieben in Kap. V. Die Nabelschnur reisst spontan, häufig schon im mütterlichen Körper, sodass man es nicht beobachten kann. Auf die Art und Weise, sowie auf die anatomischen Verhältnisse des spontanen Nabelschnurrisses werden wir in Kap. VII eingehen.

c Vergleichende Bemerkungen über die Geburt anderer uniparen Säugetiere

Die uniparen Säuger gebären relativ grosse und gut entwickelte Junge. Bei den Chiroptera sind die Jungen zu gross um das enge mütterliche Becken passieren zu können. Der Geburtsweg mündet bei diesen Tieren cranial der Symphysis pelvis nach aussen: extrasymphyseale Geburt. Auch bei den Walen kann man nicht von einer Passage durch das mütterliche Becken reden, weil der Beckengürtel stark rückgebildet ist.

Das Becken spielt also nur eine, für die Geburt wichtige, Rolle bei den Pinnipedia, Huftieren und Primaten. Den Primaten kommt, wie schon erwähnt

wurde, eine Sonderstellung zu, infolge ihres Uterus simplex mit aperistaltischen Wehen. Die Gruppe der uniparen Säuger ist also sehr heterogen, während die multiparen Säuger eine mehr oder weniger homogene Gruppe bilden. Auch der Geburtsverlauf bei den verschiedenen Uniparen ist ganz verschiedenartig. Die Wale gebären unter Wasser und die Fledermäuse hängen bei der Geburt, die Wasserraubtiere gebären auf dem Land und das Flusspferd entweder auf dem Land oder im Wasser. Die Primaten sitzen oder liegen auf dem Rücken, während die Huftiere meistens auf einer Seite liegen, aber häufig auch im Stehen gebären. Das Junge wird meistens in Steiss- oder Schwanzendlage geboren bei den Walen und Fledermäusen und in Kopfendlage bei den übrigen Uniparen, obwohl bei den Carnivora pinnipedia auch Steissendlagen relativ häufig (etwa 50 %) sind (SLIJPER, 1960). Im V. Kapitel werden wir die Lage vergleichend beschreiben.

Der erste Atemzug setzt häufig schon bald ein, aber bei den Cetacea fängt die Atmung des Neugeborenen erst an, nachdem es zur Oberfläche geschwommen ist (Kap. VI). Die Nabelschnur der Primaten und Chiropteren, ist sehr stark und kann fast immer mehr als das Gewicht des Jungen tragen. Die Mutter durchbeißt die Nabelschnur, nachdem das Junge sich am mütterlichen Körper festgeklammert hat. Die starke Nabelschnur ist zweifellos eine wichtige Protektion gegen Fallen des Neugeborenen, denn die Geburt der Fledermäuse und Affen findet meistens hoch über dem Boden statt.

Die Nabelschnur der Huftiere, Wasserraubtiere und Wale kann das Gewicht des Neugeborenen nicht tragen und reißt infolgedessen spontan bei der Geburt. Ausser beim Flusspferd findet der Riss häufig an einer bestimmten Stelle statt. Die Rissstelle ist anatomisch erkennbar. In Kap. VII werden wir uns mit diesem Problem eingehend beschäftigen. Die Nabelschnur darf hier reissen, weil die Geburt im Wasser oder am Boden stattfindet und das Junge nicht fallen kann.

Über die anatomischen Verhältnisse während der Geburt der Cetacea, Carnivora pinnipedia und Chiroptera wissen wir nur ausserordentlich wenig (SLIJPER, 1956 und 1960). Viel mehr wissen wir in dieser Hinsicht von den Primaten und Huftieren (DÖDERLEIN, 1915; DE SNOO, 1947; STOSS, 1944). Selber war ich niemals in der Lage, während der Geburt gestorbene unipare Säugtiere zu untersuchen.

Das Kind dreht sich während der Geburt. DE SNOO (1947) hat diesen sogenannten „Spildraai“ eingehend beschrieben und auch erklärt. Er hat Gummistäbe in gebogene Glasrohre hineingepresst und festgestellt,

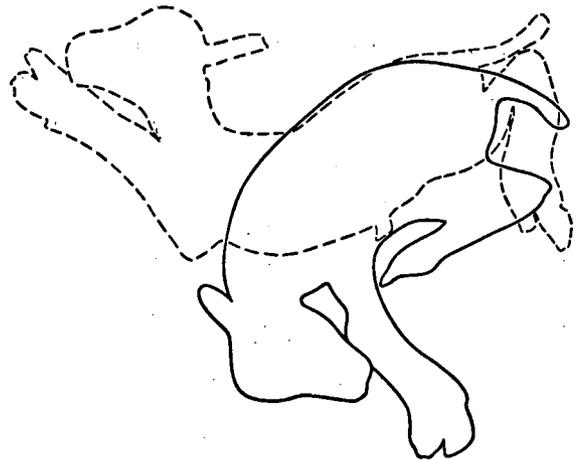


Abb. 4. Schaf. Versuche über die Biegsamkeit des ausgetragenen Fetus. Die gezogene Linie zeigt die maximale Biegsamkeit nach ventral, die unterbrochene Linie nach dorsal. Erklärung im Text.

dass die Gummistäbe sich drehen, wenn: 1. in dem Gummistab eine elastische Spannung vorhanden, 2. die Biegsamkeit in den verschiedenen Richtungen nicht gleich, oder 3. der vordere Pol des Gummistabes excentrisch ist. Diese drei Umstände sind im ausgetragenen Kinde vorhanden, wenn die Geburt stattfindet in Hinterhauptslage. Zudem wirken diese drei Komponenten in derselben Richtung. Auch das Fohlen dreht sich (STOSS, 1944). DE SNOO sagt, dass hier dieselben Erklärungsprinzipien gelten. Das Junge wird infolge der peristaltischen Wehen gestreckt, aber das Fohlen liegt noch mit dem Rücken nach unten. Im gebogenen Beckenkanal kommt die Drehung spontan zustande, weil im Fohlen eine elastische Spannung vorhanden ist, der vorangehende Teil excentrisch und die Biegsamkeit nach dorsal und ventral nicht gleich ist (DE SNOO, 1947). Da die obenerwähnten drei Faktoren also auch bei den Huftieren vorkommen, wird das Junge der Huftiere in oberer Stellung geboren. Die Drehung ist beim Kalb kleiner als beim Fohlen, weil das Kalb meistens in Seitenstellung liegt. Auch beim Schaf konnte ich die ungleiche Biegsamkeit an einem ausgetragenen Feten eindeutig feststellen (Abb. 4).

IV VERGLEICHENDE SCHLUSSBEMERKUNGEN ZUM ERSTEN TEIL

a Vorzeichen

Über die Vorzeichen der bevorstehenden Geburt gibt es nur ausserordentlich wenige Angaben in der Literatur. Beim Meerschweinchen und bei *Rattus rattus* und *R. norvegicus*, sowie bei der Maus konnten

NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962, 1963) kurz vor der Geburt ein Sinken der Körpertemperatur nachweisen. Dies ist ebenfalls bekannt vom Frettchen (MURR, 1932), vom Hund und vom Rind (SLIJPER, 1960). Bei sehr vielen Tieren wurde beobachtet, dass das Muttertier am letzten Tag sehr träg ist und dann unruhig wird, wenn die Eröffnungswehen anfangen. Bei den Huftieren tritt meistens Schleim aus der Vulva. Das Bindegewebe erschlafft infolge der Wirkung des Relaxins, was besonders bei Huftieren und manchen Raubtieren auffällig ist, durch das Einfallen am Kreuzbein und beim Meerschweinchen und bei einigen anderen Säugern durch die Erweiterung des Symphysis pelvis.

b Die Austreibungsphase

Die Austreibung der Jungen findet entweder in einem Nest oder ganz einfach dort, wo die Mutter sich zufällig befindet, statt. Das letzte ist nur möglich bei Tieren mit gut entwickelten Jungen, also meistens bei uniparen Säugern, beim Schwein und beim Meerschweinchen.

Die Austreibungsphase ist für die multiparen Arten wenig verschieden. Vor der Geburt eines Jungen leckt die Mutter fast immer die Vulva. Wenn die Fruchthüllen nicht spontan reissen, werden sie von der Mutter mit dem Gebiss zerrissen. Die Landraubtiere lecken nicht nur die Vulva, sondern auch den Bauch, die Leistengegend und die Zitzen. Dies kann bei Nagern gelegentlich auch der Fall sein.

Die Jungen werden fast immer ohne weitere Mithilfe der Mutter herausgepresst, obwohl das Frettchen die Jungen mitunter mit den Zähnen fasst und herauszieht. (MURR, 1932; NAAKTGEBOREN, 1961 a). Dasselbe wurde auch beobachtet beim Hamster, Nutria und Fuchs (SLIJPER, 1960). Sobald das Junge ausgetrieben ist, leckt die Mutter ihr Kind und säubert es. Die uniparen Säuger gebären ihre Jungen meistens ohne Mithilfe, mit Ausnahme der Primaten, die das Junge meistens mit den Händen festgreifen und nach aussen ziehen. Das berichtet SLIJPER (1960) auch für das Zweizehenfaultier (*Choloepus didactylus*), während ein See-Elefant (*Mirounga leonina*) das Junge mit den Hinterfüssen nach aussen schieben kann. VAN BREE (1961) beobachtete bei einer Fledermaus, dass das Junge im Uropatagium aufgefangen wurde und dass die Mutter sogar imstande war zu fliegen, ohne das Junge aus dem Uropatagium fallen zu lassen! Die Wale helfen dem Jungen manchmal zur Oberfläche des Meeres, aber während der Geburt sind sie nicht imstande mehr zu tun als Pressen, was ebenfalls für die Huftiere gilt.

Die Austreibedauer ist sehr verschieden. Bei den multiparen Säugern zeigt das Kaninchen wohl eine auffällig rasche Geburt, während die Geburt der Katze häufig etwa 2 Stunden in Anspruch nimmt. Bei den uniparen Säugern gibt es ebenfalls beträchtliche Unterschiede. So beobachtete ich beim Watussirind, eine Geburt, wobei das Kalb in 8 Minuten ausgetrieben wurde und beim Gnu (*Connochaetes gnu*) eine Geburt die etwa 2 Stunden in Anspruch nahm. Die Austreibedauer kann individuell verschieden sein und man bekommt nur einen mehr oder weniger zuverlässigen Eindruck, wenn man über sehr viele Angaben verfügen kann. SLIJPER (1960) und NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962, 1963) teilen eine grosse Zahl der festgestellten Geburtsdauer vieler Arten mit. Letztere Autoren konnten feststellen, dass bei pluriparen multiparen Säugern die Geburt häufig rascher geht als bei primiparen Tieren. Für die uniparen Säuger war dies schon bekannt.

DAWES (1960) teilt mit, dass man die Nabelschnur eines Schafsfetus nach der halben Tragzeit einklemmen kann. Dieser Fetus kann 40 Minuten oder länger am Leben gehalten werden trotz des Umstandes, dass die Nabelschnur eingeschnürt ist. Während dieser Zeit erhält der Fetus Energie durch anaerobe Glycolyse, besonders von den grossen Glycogenmassen des Herzens. Wenn die Nabelschnurunterbindung gelöst wird, fängt die normale Zirkulation wieder an. DAWES sagt weiter: „This ability to withstand acute anoxia is to some extent reduced as gestation proceeds, as is the quantity of glycogen stored in the heart“. Die sehr gut entwickelten jungen Meerschweinchen dürfen wir vielleicht vergleichen mit Endstadien einer Entwicklung, während zum Beispiel junge Ratten oder Katzen in dieser Entwicklung jüngere Stadien darstellen. Dann wird auch begreiflich, dass die jungen Meerschweinchen eine langdauernde Geburt, wie man sie z.B. bei der Ratte, der Katze, dem Hund und dem Frettchen häufig feststellen kann, nicht überstehen können. Zudem wissen wir, nach DAWES, dass: „very young animals are well able to tolerate a period of total oxygen lack which would kill an adult of the same species“. Dies erklärt also, dass häufig nach einer sehr schweren und langdauernden Geburt noch ein lebendes Junges zur Welt kommen kann, wie ich es z.B. beobachtete bei *Connochaetes gnu* (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1963).

c Zeitpunkt der Geburt

Nach SLIJPER (1960) werden die Jungen meistens geboren in der Zeit, da die Tiere gewöhnlich ruhen. Dies konnten NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962, 1963) an Hand eines ziemlich grossen Mate-

riales bestätigen bei der Maus und beim Goldhamster. SVORAD und SACHOVA (1958) stellten bei der Maus fest, dass die Hauptmenge der Geburten durch einen invertierten Lichtrhythmus 12 Stunden zu verschieben ist. Dass die grösste Zahl der Geburten mit der Ruhezeit der Tiere zusammenfällt, findet wahrscheinlich seine Ursache in dem Umstand, dass während dieser Zeit die Parasympathicusaktivität, während der aktiven Phase dagegen die Sympathicuswirkung, überherrschend ist. Erstere wirkt wahrscheinlich anregend auf die Uteruskontraktionen, genau wie dies auch für die Darmperistaltik der Fall ist. Letztere hat eine hemmende Wirkung auf die Darm- und Uteruskontraktionen (JONGBLOED, 1954). Die grösste Geburtenzahl zur Ruhezeit wird also vom Sympathicus-Parasympathicus-Rhythmus bedingt.

d Nachgeburtphase

Die Nachgeburt erscheint entweder unmittelbar nach der Geburt des Jungen (bei den meisten multiparen Säugern) oder nach einiger Zeit (bei den Uniparen), gelegentlich sogar nach mehreren Stunden. Häufig wird die Nachgeburt von der Mutter aufgefressen.

Auch die Pflanzenfresser verzehren die Nachgeburt. Die Nachgeburt wird aber nicht gefressen von den Wassersäugetieren (Cetacea, Carnivora pinnipedia und *Hippopotamus*) und von den Camelidae (SLIJPER, 1960). Nach LEYHAUSEN (1961) soll das Fressen der Plazenta eine Mangelercheinung sein. Er sagt, dass die Beobachtungen aus Tiergärten stammen, und er meint, dass die Herdetiere im Freien die Nachgeburt nicht immer fressen. Hierüber liegen aber keine Beobachtungen vor. Für die multiparen Säuger, die ein Nest bauen, ist die biologische Bedeutung des Plazentafressens ganz klar, denn eine faulende Nachgeburt ist gefährlich für die Jungen, weil dann leicht Infektionskrankheiten auftreten können. Eine zweite Funktion des Nachgeburtfressens dürfte die Anregung der Milchsekretion sein, wie NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1963) für die Ratten (*Rattus rattus* und *R. norvegicus*) und die Maus (*Mus musculus*) festgestellt haben. Mütter, die die Nachgeburten nicht fressen durften, waren nicht imstande ihre Jungen genügend zu ernähren. Für die uniparen Säuger liegen auf diesem Gebiet bisher noch keine Angaben vor.

B ZWEITER TEIL

V DIE LAGE DES JUNGEN VOR UND WÄHREND DER GEBURT

a Einleitung

Die Geburtslage ist von entscheidender Bedeutung für den Ablauf der Geburt, denn bei manchen Tieren ist eine Geburt in Steissendlage viel gefährlicher für das Jungtier als eine Geburt in Kopfendlage, weil das in Steissendlage zur Welt kommende Junge leicht erstickt durch Inspiration von Blut, viel Schleim oder grossen Mengen Amnionflüssigkeit (DE SNOO, 1947). In diesem Kapitel werden wir für einige Arten feststellen, welche die günstige und welche die häufigste Lage ist und uns mit dem Zustandekommen der Lage des geburtsreifen Fetus beschäftigen.

Im allgemeinen liegen eindeutige Angaben über die günstigste und häufigste Geburtslage in der Literatur vor. Die uniparen Säuger gebären ihr Junges fast immer in einer bestimmten Lage, nämlich bei den Huftieren und Primaten meistens in Kopfendlage, während bei den Chiroptera und Cetacea die Geburt meistens in Steiss- oder Schwanzendlage stattfindet. Die multiparen Säugetiere und die Pinnipedia gebären ihre Jungen zu etwa 50 % in Kopfendlage und zu etwa 50 % in Steissendlage (SLIJPER, 1960).

Die Literaturangaben über die Ursachen des Zu-

standekommens der Kopfendlage bei den Huftieren sind aber ganz und gar nicht eindeutig. Eine Übersicht der strittigen Ansichten der Autoren wurde schon mitgeteilt in einer früheren Arbeit (NAAKTGEBOREN, 1960 a). Hier ist also nur kurz zu erwähnen, dass man die Gewichtsverhältnisse des Fetus, die Peristaltik des Uterus, die Formanbequemung und die Raumverhältnisse als Erklärungsmöglichkeiten für das Zustandekommen der Kopfendlage zu Hilfe gerufen hat.

b Herkunft des Materiales

Das Material für meine Untersuchungen entstammt den Slachthöfen zu Amsterdam, Rotterdam und Den Haag, den Sammlungen des Zoologischen Laboratoriums und des Zoologischen Museums zu Amsterdam, sowie den Tiergärten zu Amsterdam und Rotterdam. Es wurde ebenfalls gesammelt auf dem holländischen Walfangmutterschiff „Willem Barendsz“. Der Umfang des Materials wird an den betreffenden Stellen mitgeteilt werden.

c Altersbestimmung von Feten

Die Altersbestimmung von Feten ist eine ausserordentlich schwierige Sache, die doch sehr wichtig ist. Erhält man einen Fetus von irgendeiner Tierart, so ist es fast immer unmöglich, das Alter genau zu be-

stimmen. Häufig ist man sogar nicht imstande das Alter zu schätzen, weil für die bestimmte Art keine Daten von fetaler Länge und Gewicht bekannt sind. In diesen Fällen habe ich die Scheitel-Steiss-Länge, entlang der Rückenkrümmung gemessen, angegeben. Bei sehr kleinen Embryonen ist dies sehr schwierig, und daher werden diese häufiger in einer geraden Linie gemessen. Wo diese Methode angewandt wurde, habe ich hinter der Länge das Wort „gerade“ angegeben.

Für einige Tierarten ist eine ziemlich gute Altersbestimmung möglich, obwohl niemals so viele Daten vorliegen, wie für die Altersbestimmung menschlicher Feten. Gute Angaben sind aber bekannt für das Hausrind (POSTMA, 1947), das Schaf (MALAN und CURSON, 1936; CURSON und QUINLAN, 1934) und den Finnwal (NAAKTGEBOREN, SLIJPER und VAN UTRECHT, 1960). Für diese Arten wurde die Altersbestimmung der Feten nach den Angaben der erwähnten Autoren durchgeführt.

d Methodik

Die Methodik dieser Untersuchungen ist ganz einfach. Die häufigste Geburtslage stellt man fest, indem man möglichst viele Geburten beobachtet. Man kann nachher die Lage der Feten untersuchen bei der Sektion trächtiger Tiere. Hier ist aber eine gute Altersbestimmung von entscheidender Bedeutung, denn wie unten anzuführen ist, gibt es oft beträchtliche Unterschiede in der Häufigkeit der Kopfendlage während der ganzen Entwicklungsdauer. Man darf also nur die Befunde der Sektion sehr hochträchtiger Tiere vergleichen mit den Ergebnissen der Geburtenbeobachtungen. Die Befunde an weniger fortgeschrittenen Stadien sind ebenfalls von grösster Bedeutung, weil diese uns einen Einblick verschaffen in die Lageänderungen während des embryonalen Lebens. Dies ist nur möglich, wenn man genügend Material aus jedem Entwicklungsmonat zur Verfügung hat. Dies war nur der Fall beim Hausrind, beim Schaf, beim Meerschweinchen und beim Finnwal.

Für das Zustandekommen der Lage sind Gewichts- und Raumverhältnisse von grösster Bedeutung (NAAKTGEBOREN, 1960 a). Um einen Eindruck von den Gewichtsverhältnissen eines Fetus zu bekommen, kann man ihn in Wasser sinken lassen. Es empfiehlt sich nicht, Schwimmversuche in Salzwasser zu machen, denn ein schwebender Fetus kann jede Stellung einnehmen. Die Abbildung 13 meiner 1960 a erschienenen Arbeit zeigt daher einen vollständig zufälligen Zustand und ich habe diese „schönen“ Ergebnisse nur ausnahmsweise reproduzieren können. Lässt man einen Fetus sinken, dann

taucht bei jungen Rinderfeten zuerst der Kopf unter und bei älteren Feten zuerst die Steisspartie. Dazu habe ich gefunden, dass das spezifische Gewicht der Amnionflüssigkeit kaum von demjenigen des Leitungswassers abweicht. Man soll also Sinkversuche statt Schwimmversuche anstellen. Hier möchte ich zugleich einen Fehler in meiner erwähnten Arbeit (NAAKTGEBOREN, 1960a) berichtigen, indem ich darauf hinweise, dass nur die Lage des Schwerpunktes als Ursache des Sinkens mit dem Kopf oder der Steisspartie am tiefsten, in Anbetracht kommt. Der aufwärtsgerichtete Wasserdruck und die Schwerkraft greifen immer in ein und demselben Punkt an (Schwerpunkt). Die verschiedene Sinkstellung von Feten von verschiedenem Alter ist also auf die sich ändernde Lage des Schwerpunktes zurückzuführen, worauf schon SCHMALTZ (1921) hingewiesen hat. Die Ursache der Lageänderung des Schwerpunktes ist das nicht-proportionale Wachstum des Fetus (NAAKTGEBOREN, 1960 a). Das aproportionale Wachstum ist am einfachsten festzustellen durch Messung von Feten. Diese Messungen sind genau so durchgeführt wie diejenigen, die meiner 1960 a erschienenen Arbeit zu Grunde liegen. Die Zahl ist jetzt aber viel grösser und die Schlussfolgerungen können daher zuverlässiger sein.

e Eigene Untersuchungen

1 *Das Hausrind.* Das Rind wird am häufigsten (96 % aller Geburten) in Kopfendlage geboren. Die Kopfendlage ist die günstigste Lage, weil das Kalb nicht leicht ersticken kann während der Geburt. In meiner 1960 a erschienenen Arbeit habe ich die Literatur ausführlich zitiert und habe dann an der Hand eigener Untersuchungen und Messungen festgestellt, dass die Kopfendlage des Rindes zustande kommt durch mehrere Ursachen. Durch Formanbequemung stellt der Fetus sich unter Einfluss des Uteruswanddruckes in einer Geradlage, d.h. Kopf- oder Steissendlage, ein. Infolge des aproportionellen Wachstums verschiebt sich der Schwerpunkt des Fetus nach caudal, weil das Steissende die grössere Körperpartie wird. Die grosse und schwere Steisspartie sinkt am tiefsten und sucht den grössten Raum. Die geräumigste und zugleich die sich am tiefsten befindende Uteruspartie ist der craniale Teil des ammonshornartig gewundenen Uterushornes. Der Fetus wird also durch die Gewichts- und die Raumverhältnisse zur Einstellung in Kopfendlage gezwungen. Die von DE SNOO (1947) zur Erklärung zu Hilfe gerufenen Uteruskontraktionen können die Kopfendlage nicht hervorrufen. Diese schon veröffentlichten Ansichten (NAAKTGEBOREN, 1960 a) bedürfen noch einer Bestätigung, denn das damals untersuchte Material stammte haupt-

TABELLE 2

Anzahl der Kopf- und Steissendlagen während der Tragzeit beim Rind an Hand von 514 untersuchten Feten (I) und 28 Frühgeburten (II)

Monat	Kopfendlagen		Steissendlagen		Total		% Kopfendlagen der Feten
	I	II	I	II	I	II	
1	—	—	—	—	—	—	—
2	4	—	2	—	6	—	—
3	—	—	1	2	1	2	—
4	27	—	18	1	45	1	60,0%
5	37	2	30	1	67	3	55,2%
6	85	5	76	1	161	6	52,8%
7	41	1	54	3	95	4	43,2%
8	53	6	29	1	82	7	64,6%
9	34	3	3	—	37	3	91,9%
10	19	2	1	—	20	2	95,0%
					514	28	

sächlich aus dem zweiten bis fünften Schwangerschaftsmonat. Ich bin nachher in der glücklichen Lage gewesen, eine viel grössere Anzahl von Feten messen zu können und zwar Feten aus dem zweiten bis

zehnten Monat. Daher ist es jetzt möglich, das proportionelle Wachstum eindeutig festzustellen und genauer zu umschreiben. Zudem habe ich die Lage des Fetus in utero in 514 Fällen untersucht und erhielt

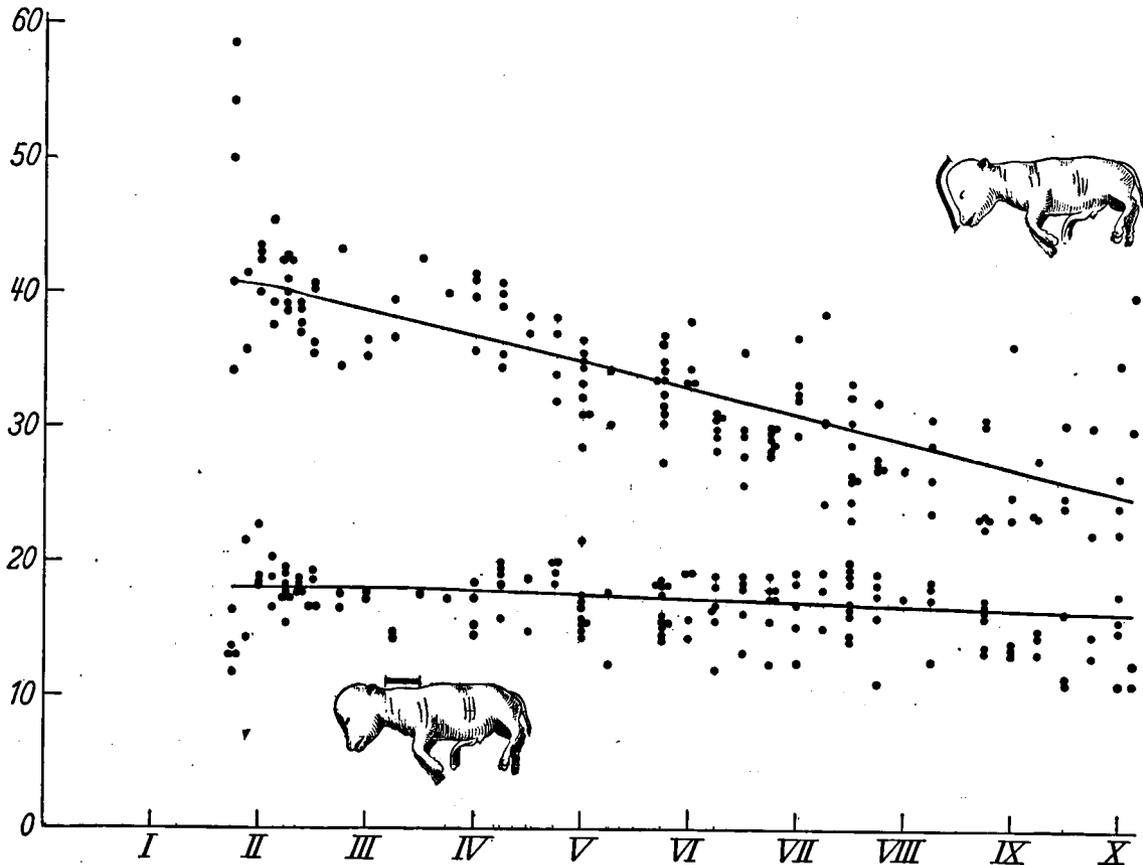


Abb. 5. Die Schnauzenspitze-Scheitel-Länge (oben) und die Halslänge (unten) in Prozent der Scheitel-Steiss-Länge, während des embryonalen Lebens des Rindes, (ergänzt, nach NAAKTGEBOREN, 1960a).

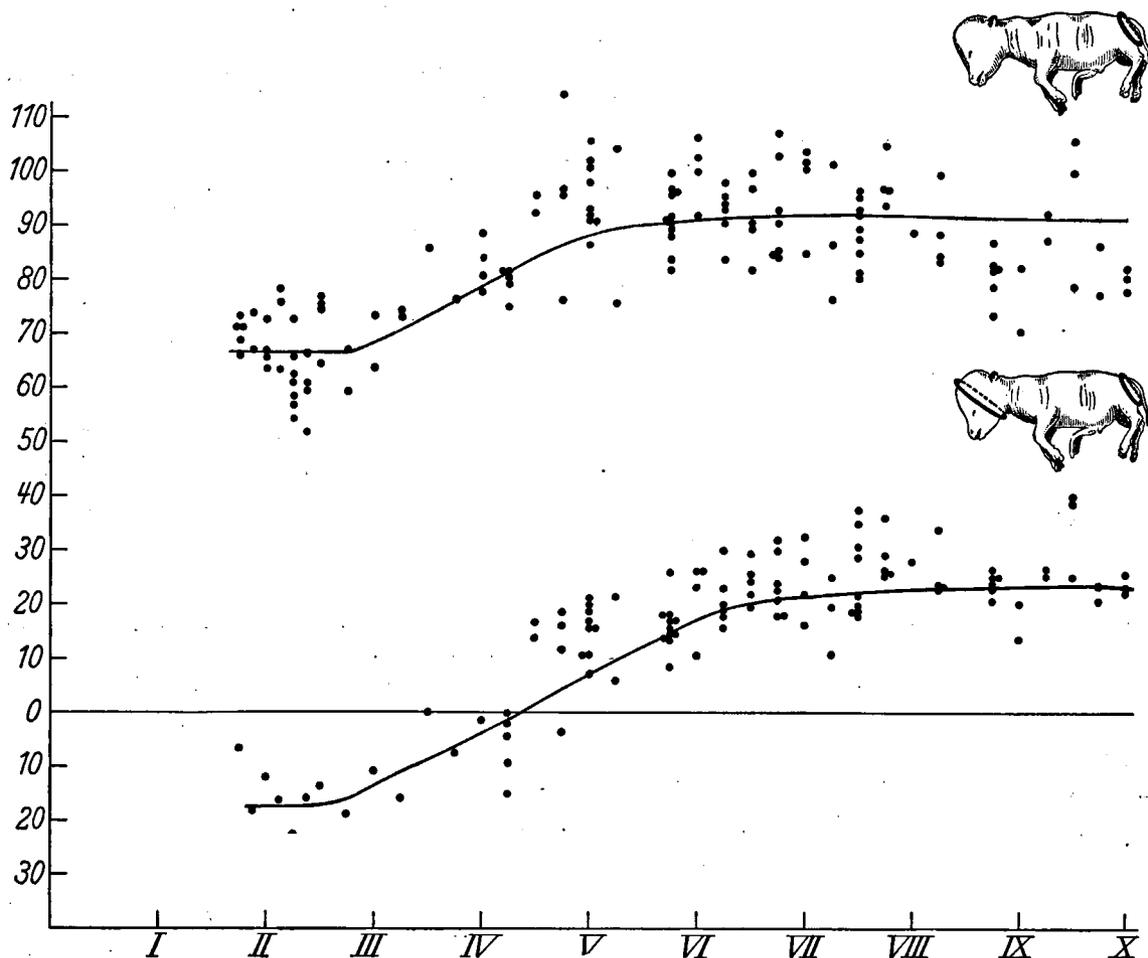


Abb. 6. Der Steissumfang (oben) und der Unterschied zwischen dem Steiss- und Kopfumfang (unten) in Prozent der Scheitel-Steiss-Länge während der embryonalen Entwicklung des Rindes. Kopfumfang minus Steissumfang: negativ; sonst positiv (ergänzt, nach NAAKTGEBOREN, 1960a).

ich Angaben über die Lage von 28 Frühgeburten. Diese Ergebnisse sind zusammengefasst in Tabelle 2 und Abb. 8, während die Resultate der Messungen in den Abb. 5, 6 und 7 veranschaulicht sind. Die Angaben in diesen Abbildungen sind in Prozent der Scheitel-Steiss-Länge des Fetus ausgedrückt, weil man sonst keine vergleichbaren Zahlen erhält.

Aus Abb. 5 geht hervor, dass der Kopf während der Entwicklungszeit verhältnismässig kleiner und der Hals relativ nur sehr wenig kürzer wird.

DE SNOO (1947) hat darauf hingewiesen, dass ein relativ langer Hals und ein kleiner Kopf von grösster Bedeutung sind für die Austreibung des Jungen, weil der lange Hals und der kleine Kopf durch die peristaltischen Wehen ohne Schwierigkeiten in Bewegung gebracht werden können. Der Hals und die Vorderbeine werden infolge der Wehen gestreckt. Der Kopf

erscheint also auf den Vorderbeinen liegend in der Vulva. In jüngeren Stadien, d.h. bis zum Anfang des 6. Monats, ist der Kopf noch relativ gross und wird nur schwierig von den etwaigen Uteruskontraktionen bewegt. Dies trifft um so mehr zu, weil die Fruchtwassermenge dann verhältnismässig noch sehr gross ist und die Kontraktionswellen also nicht auf den Fetus einwirken können. Die Uteruskontraktionen haben also nur eine Funktion bei der Austreibung, die Lagerung des Fetus aber können sie nicht ändern.

Abb. 6 (oben) zeigt, dass die Steisspartie bis zum 6. Monat rasch in relativem Umfang zunimmt. Bei jüngeren Früchten ist der Kopfumfang grösser als derjenige des Steissendes. Am Anfang des fünften Monats sind Kopf- und Steissumfang etwa gleich gross und vom 5. bis 7. Monat wird der Steissumfang bedeutend grösser als der Kopfumfang. In den letzten Monaten nimmt der Unterschied nur noch ganz wenig

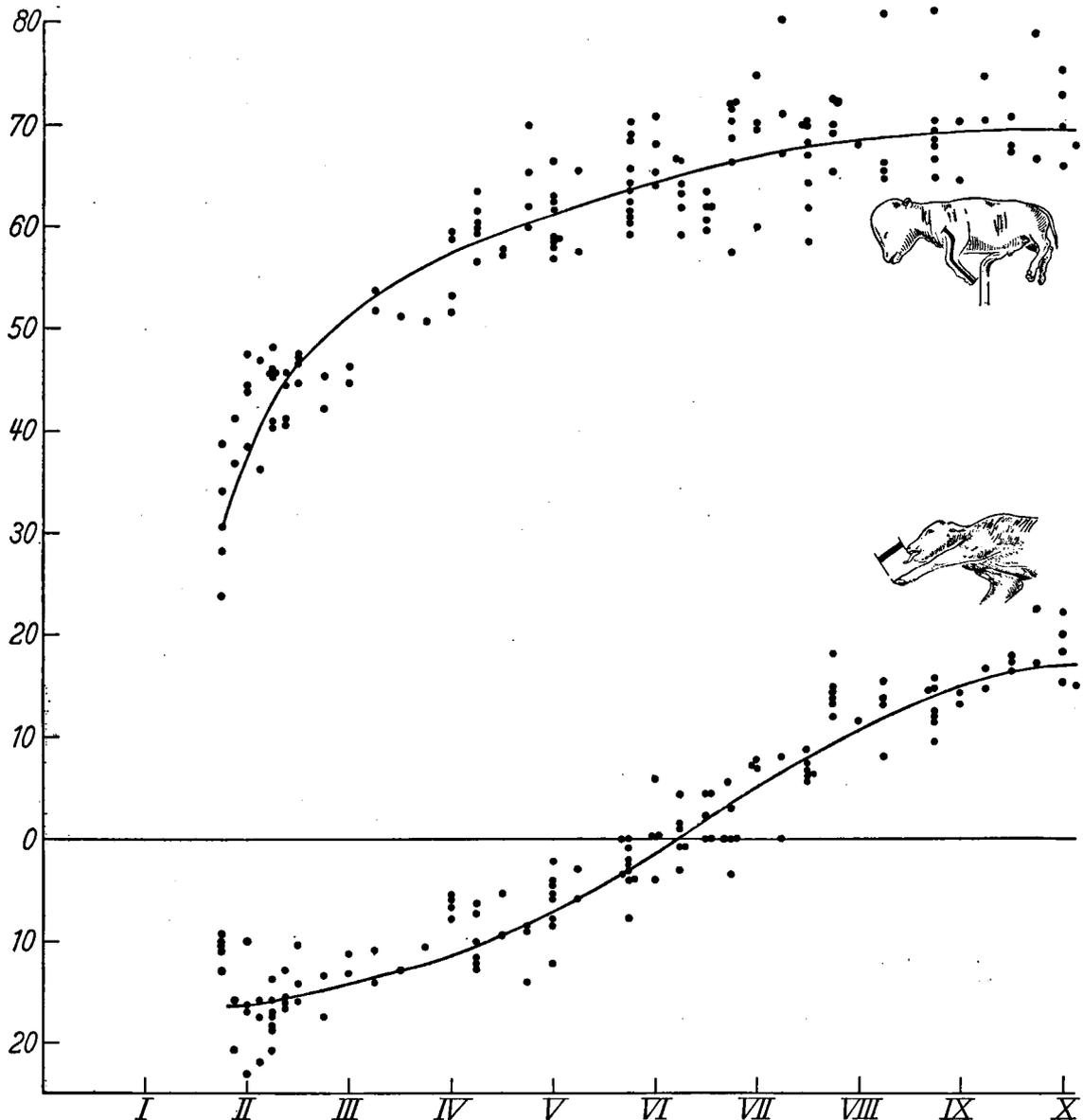


Abb. 7. Die Länge des Vorderbeines (oben) und der Abstand von der Hufspitze bis zur Schnauzenspitze (unten) bei gestrecktem Vorderbein, in Prozent der Scheitel-Steiss-Länge während der embryonalen Entwicklung des Rindes. Negativ: Huf hinter Schnauzenspitze, sonst positiv (ergänzt, nach NAAKTGEBOREN, 1960a).

zu (Abb. 6, unten). Hiermit hängt die obenerwähnte Schwerpunktverschiebung nach caudal unmittelbar zusammen.

Abb. 7 (oben) zeigt das relative Wachstum des Vorderbeines und Abb. 7 (unten) zeigt den Abstand der Hufspitze von der Schnauze. DE SNOO (1947) hat schon auf die Wichtigkeit der langen Extremitäten der Jungen der uniparen Huftiere hingewiesen. Es ist interessant, dass die Extremitäten bis zur Geburt relativ länger werden.

Wenn die 1960 von mir veröffentlichte und oben-

erwähnte Annahme, dass die Kopfendlage des Rindes vor allem dem aproportionellen Wachstum zu verdanken sei (NAAKTGEBOREN, 1960 a), richtig ist, so darf man erwarten, dass der Prozentsatz der in Kopfendlage befindlichen Feten während der Entwicklung beträchtliche Veränderungen zeigen wird. Dies ist tatsächlich der Fall (Abb. 8, Tabelle 2). In den letzten drei Monaten hat das Steissende im Verhältnis zu den übrigen Körperteilen seine endgültige Grösse erreicht und daher ist es möglich, dass die Kopfendlage stabil wird. Im letzten Monat ist die

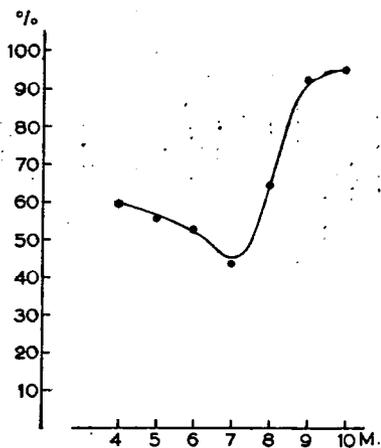


Abb. 8. Die Feten des Hausrindes, die sich in Kopflage befinden in Prozent der untersuchten Feten, während des 4. bis 10. Entwicklungsmonates, nach den Angaben von Tabelle 2.

Zunahme der Kopflagen nur gering. Es ist also klar, dass die Kopflage innerhalb von zwei Monaten (8. und 9. Schwangerschaftsmonat) zustande kommt und stabil bleibt, nachdem im 7. Monat das Steissende verhältnismässig vollständig ausgebildet wurde. Die Abnahme des Fruchtwassers in den letzten Monaten kommt der Stabilisierung der Kopflage ebenfalls zu Gute, weil der Fetus sich jetzt immer schwieriger umdrehen kann. Die Stabilität der Kopflage findet seine Ursache in zwei Umständen; das Steissende ist nämlich sehr schwer und sinkt am tiefsten und da das Steissende ebenfalls sehr gross ist, findet es in der cranialen Tiefe den grössten Raum und die am besten angepasste Form. Genau die selben Umstände hat DE SNOO (1947) für den Mensch als Ursachen der Stabilisierung der Kopflage beschrieben, weil der schwere Kopf des Kindes am tiefsten sinkt und der grosse Kopf die beste Formanbequemung findet im mütterlichen Becken. Es ist wohl sehr frappierend, dass in zwei so verschiedenen Organismen, wie der Mensch und das Rind, mit so verschiedener Haltung und Körperproportionen, dieselben Ursachen doch zu demselben Resultat, die Kopflage, führen können.

Abb. 8 zeigt vom 4. bis 7. Monat eine Abnahme der Kopflagen. Dies dürfte wohl zusammenhängen mit dem Umstand, dass der Uterus noch nicht vollständig in der Bauchhöhle eingesunken ist, und zweitens mit der Tatsache, dass der Fetus noch sehr beweglich ist, weil er noch einen relativ sehr grossen Raum zur Verfügung hat infolge der beträchtlichen Fruchtwassermenge. Dass der Fetus sich tatsächlich umdreht, geht hervor aus manchen Beobachtungen von gewundenen Nabelschnuren. Die Nabelschnur ist

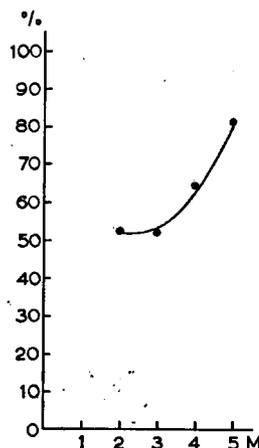


Abb. 9. Die in Kopflage befindlichen Schafsfeten in Prozent der untersuchten Feten, ab dem zweiten Entwicklungsmonat, nach den Angaben von Tabelle 3.

immer ungewunden etwa bis zur 20. Woche. Um diese Zeit fangen nach STROSS (1944) die lebhaften Eigenbewegungen des Fetus an. Auch COHRS (1934) erklärt die gewundene Nabelschnur des Rindes durch die fetalen Bewegungen. Die Arterien und Venen bleiben in ihrem Verlauf parallel. Bei den Windungen in der Nabelschnur des Menschen und des Pferdes sind die Arterien um die Vene gewunden. Diese Windungen entstehen infolge ungleichmässigen Wachstums der Gefässe und sind schon in jüngeren Stadien, wenn von fetalen Bewegungen noch nicht die Rede sein kann, vorhanden. Es ist hier noch darauf hinzuweisen, dass die kurze Nabelschnur des Rindes (Tabelle 10) die fetalen Bewegungen nicht erschwert. Ich habe in mehr als 500 Fällen festgestellt, dass die Nabelschnur immer in der Curvatura minor des Uterushornes verankert ist. Der Fetus kann in jeder Lage und Haltung möglichst weit sinken, ohne dass die Nabelschnur straff gespannt wird und ihm ein Halt zuruft. Die geringe Länge der Nabelschnur spielt also keine Rolle bei der freien Einstellung des Fetus, ausgenommen vielleicht in Fällen anormaler Kürze, obwohl ich dies niemals festgestellt habe.

2 *Das Schaf.* Das Schaf wird am häufigsten in Kopflage geboren. Genau wie beim Rind ist das fetale Wachstum des Schafes aproportional. Junge Feten haben grosse Köpfe und ältere Feten haben relativ kleinere Köpfe und stärker entwickelte Steissenden. Genaue Messungen liegen hier nicht vor, aber es war möglich, von 766 Feten die Lage zu bestimmen (Tabelle 3, Abb. 9). CURSON und QUINLAN (1934) haben von 41 Feten des Schafes die Lage festgestellt.

Die Feten stammten aus dem 2. bis 4. Monat. Sie fanden 24 Kopfdlagen und 17 Steissendlagen. Diese Zahlen sind schwierig zu benützen, da sie nicht pro Monat eingeteilt worden sind und da diese Autoren nicht über Angaben aus dem fünften Monat verfügten.

Die Feten meiner Untersuchungen stammten aus dem 2. bis 5. Schwangerschaftsmonat.

TABELLE 3

Anzahl der Kopf- und Steissendlagen während der Tragzeit beim Schaf, an Hand von 766 untersuchten Feten.

Monat	Kopfdlagen	Steissendlagen	Total	Prozentsatz Kopfdlagen
1	—	—	—	—
2	82	74	156	52,6%
3	161	146	307	52,1%
4	153	85	238	64,7%
5	53	12	65	81,5%
			—+ 766	

In dem zweiten und dritten Monat wurden reichlich 50 % Kopfdlagen gefunden. Der Prozentsatz der Kopfdlagen nimmt aber im vierten und fünften Monat sehr rasch zu und erreicht schliesslich reichlich 80 %. Dies ist niedriger als beim Rind. Wir müssen hier aber in Betracht ziehen, dass das Schaf sehr häufig Zwillinge trägt, und es kommt häufig vor, dass eines der beiden Jungen sich in Steissendlage befindet. Vielleicht ist es für den Fetus in diesem Falle schwieriger, sich zu drehen als wenn es sich um ein einziges Junges handelt.

Im Vergleich mit dem Rind dürfen wir hier feststellen, dass die Kopfdlage in kurzer Zeit zustande kommt in den letzten Monaten nachdem die Proportionen des Jungen ausgebildet sind und das Fruchtwasser schon beträchtlich in Menge abnimmt. Die ständige Zunahme der Kopfdlagen macht es unwahrscheinlich, dass der Fetus sich in den letzten Monaten noch öfters umdreht. CURSON und QUINLAN (1936) haben während der letzten zwei Monaten Röntgenaufnahmen zweier trächtiger Schafe gemacht und festgestellt, dass der Fetus in dieser Zeit noch mindestens drei bez. zwei mal seine Lage ändert. Diese Angaben sind sehr unzuverlässig, weil von jedem Tier nur 5 Aufnahmen gemacht wurden und zweitens weil die Mütter während der 24 Stunden vor der Aufnahme nicht gefüttert wurden und nichts zu trinken bekamen, denn für die gute Aufnahme sollte der Pansen leer sein. Der Pansen ist jedoch von entscheidender Bedeutung für die Raumverhältnisse in der Bauchhöhle. Ein leerer Pansen bedeutet eine

erhebliche Vergrösserung der Bewegungsmöglichkeiten des Fetus. Meiner Ansicht nach sind die Aussagen CURSON's und QUINLAN's daher nicht richtig, weil ihre Angaben sich nicht auf normale Umstände beziehen.

3 *Die Chiroptera.* Über die Geburt der Fledermäuse liegt eine ausführliche Arbeit von WIMMSATT (1960) vor. Er sagt: „The most striking feature of delivery, noted consistently in the majority of species observed, is the breech-presentation of the fetus. Breech-presentation seems characteristic of most Vespertilionids, there being only three cases of head-presentation recorded thus in literature, all of which involve *Nyctalus noctula*“. Aber nicht für alle Chiropterenarten ist die Steissendlage charakteristisch. Die Häufigkeit der Steissendlagen bei den Fledermäusen wird auch von SLIJPER (1960) eingehend beschrieben. Die beiden Autoren betonen, dass sie die grosse Zahl der Steissendlagen in keinerlei Weise erklären können.

Zwei Feten von *Myotis myotis* (Scheitel-Steiss-Länge 4,5 und 5 cm oder wenn gerade gemessen 2,9 und 3,2 cm) befanden sich beide in Steissendlage in den Gebärmüttern. Zudem hat Fräulein VANDENDRIESSCHE (persönliche Mitteilung, 1961) mir mitgeteilt, dass sie drei Fledermäuse von unbekannter Art untersucht hat. Die Gebärmütter enthielten Feten von 14, 18 und 21 mm Scheitel-Steiss-Länge. In zwei toten *Myotis myotis*-weibchen wurden von ihr Feten von 14 und 24 mm und bei *Nyctalus noctula* wurde ein Fetus von 16 mm gefunden. Bei *Myotis mystacinus* fand sie zwei mal einen Fetus. Alle 8 Feten, also auch von *Nyctalus noctula*, fanden sich in Steissendlage. Ferner hat sie eine Geburt von *Myotis oxygnatus* beobachtet, wobei das Junge in Steissendlage geboren wurde. VAN BREE (pers. Mitt. 1960) fand eine in der Geburt gestorbene Fledermaus, wobei er eine Kopfdlage feststellte.

Ausserdem konnte ich verfügen über ein trächtiges Weibchen von *Myotis myotis*. Der Fetus hatte eine Scheitel-Steiss-Länge von 21 mm und befand sich in Kopfdlage, Beugehaltung und unterer Stellung im Uterus. Die grösste Breite des Fetus fand sich zur Höhe der Schultern und betrug 10 mm. Bei den Hüften war die Breite 9 mm, während die Kopfbreite 8½ mm betrug. Das craniale Ende des Fetus war also deutlich grösser als das Steissende. Der Raum in der Bauchhöhle war cranial am weitesten, wie in Abb. 10 schematisch dargestellt ist. Die Därme und die Harnblase werden von der wachsenden Gebärmutter zur Seite gedrängt. Wenn der Fetus sich dem Raum anpasst, liegt eine Steissendlage auf der

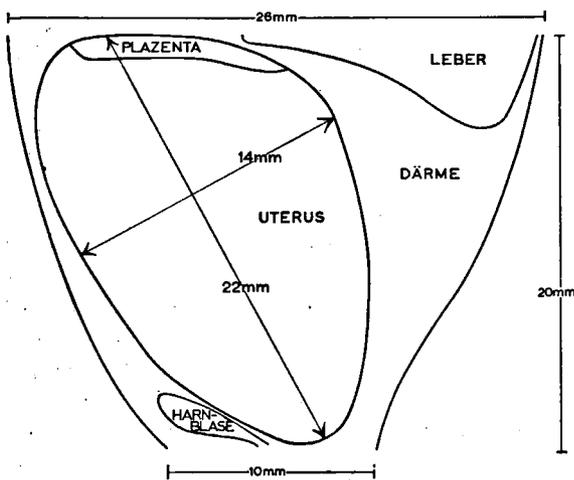


Abb. 10. *Myotis myotis*. Schematische Darstellung der Lage der hochträchtigen Gebärmutter, sowie der Raumverhältnisse in der Bauchhöhle.

Hand. Wir müssen jetzt noch die Lage des Schwerpunktes bestimmen. Dazu konnte ich verfügen über drei junge Tiere von *Mormoops megaphylla*, die noch nicht geatmet hatten. Die Nabelschnur war noch intakt, und in zwei Fällen war die Plazenta noch in der Gebärmutter. Die Nabelschnurdurchtrennung findet bei den Chiroptera ziemlich spät nach der Geburt des Jungen statt. Das Junge kann an der Nabelschnur hängen (SLIJPER, 1960). Das dritte Junge war mit der Plazenta verbunden. Einige Massangaben sind in Tabelle 4 dargestellt.

Aus Tabelle 4 geht hervor, dass das Vorderende viel grösser ist als das Steissende. Von *Mormoops* Nr. 3 wurde die Lage des Schwerpunktes bestimmt. Er fand sich etwa zur Höhe der Schultern, also auf etwa einem Drittel der Länge vom craniale Ende her gerechnet. Nachher wurde die Plazenta entfernt und ein Sink-

versuch angestellt in einem hohen Zylinder. Das Junge sank immer mit dem Kopfende am tiefsten zu Boden, unabhängig davon, ob es horizontal, mit dem Kopf oder mit dem Steiss nach oben an die Oberfläche gebracht worden war. Die Lage des Schwerpunktes ist also die Ursache, dass das Junge mit dem Kopf am tiefsten sinkt. Die Mutter hängt mit dem Kopf nach unten. Nur während der Geburt hängt sie fast immer mit dem Kopf nach oben. Wenn die Mutter mit dem Kopf nach unten hängt, findet sich der weiteste Raum des Uterus und der Bauchhöhle unten. Der grösste Umfang des Fetus liegt cranial. Es wird infolge seiner cranialen Schwerpunktslage mit dem Kopfende am tiefsten sinken. Da die Mutter mit dem Kopf nach unten hängt, stellt sich der Steiss des Fetus selbstverständlich in der Richtung des Zervikalkanales ein. Die Raumverhältnisse, sowie die Gewichtsverhältnisse verursachen also bei den Chiroptera nur darum eine Steissendlage, weil die Mutter mit dem Kopf nach unten hängt. Die Steissendlage der Chiroptera lässt sich also genauso erklären wie die Kopfendlage der Huftiere und des Menschen. Der Umstand, dass die Steissendlage der Chiropteren ganz leicht erklärbar ist, ist eine wichtige Andeutung für die Richtigkeit der oben erwähnten Theorie.

4 *Die Cetacea*. Die Geburt der Wale findet fast immer oder vielleicht immer statt in Steiss- oder besser Schwanzendlage. SLIJPER (1956) sagt: „So we know about 22 observations of the birth of Cetacea, 20 of which are Odontoceti and 2 Mystacoceti. In all cases the young is born with its tail foremost and there is not a single case known in which the animal shows cephalic presentation.“ SLIJPER (1960) berichtet von einer Kopfendlage auf 25 Geburten. Bei der Sektion trächtiger Gebärmütter findet man den Fetus fast immer in Steissendlage (SLIJPER, 1956). Selber habe

TABELLE 4

Massangaben von 3 Chiropterenneonaten und einem Fetus. Die Messungen wurden durchgeführt bei normaler Haltung also mit dem Kopf der Brust anliegend

	<i>Mormoops megaphylla</i> neonatus			<i>Myotis myotis</i> Fetus
	1	2	3	
Scheitel-Steiss-Länge „Gerade“	27 mm	27 mm	25,5 mm	21 mm
Kopfbreite	8,3 mm	7,8 mm	9,4 mm	8,5 mm
Schulterbreite	12 mm	14 mm	10,9 mm	10 mm
Hüftenbreite	8,0 mm	8,0 mm	8,5 mm	9 mm
Umfang Kopf und Brust	—	—	44 mm	—
„ beim Nabel	—	—	32 mm	—
Höhe Kopf + Brust	—	13,2 mm	14,0 mm	—
„ beim Nabel	—	8,7 mm	9,3 mm	—

TABELLE 5
Anzahl der Kopf- und Steissendlagen während der Tragzeit beim Finnwal,
an Hand von 139 untersuchten Feten, nach Angaben von VAN UTRECHT

Monat	Länge in engl. feet	Schwanzendlagen	Kopfendlagen	Total	% Schwanzendlage
2	1—2	3	1	4	75,0%
3	2—3	3	2	5	60,0%
4	3—5	13	2	15	86,6%
5	5—7	16	4	20	80,0%
6	7—9	15	5	20	75,0%
7	9—12	27	3	30	90,0%
8	12—15	21	1	22	95,4%
9	15—18	11	4	15	73,3%
10	18—21	7	—	7	100%
11	21—24	1	—	1	100%
				—+	
				139	

ich dies festgestellt beim Braunfisch, *Phocaena phocaena*, mit einer fetalen Länge von 35 cm und bei *Lagenorhynchus albirostris* mit einer Länge von 43 cm. Die Cetaceenfeten werden gemessen von der Schnauze bis zur Schwanzzeinschneidung.

SLIJPER (1956) erklärt die Schwanzendlage indem er sagt, dass der grösste Raum cranial in der Bauchhöhle zu finden ist. Die Formanbequemung des Fetus an den Uterus ruft eine Geradlage hervor, sehr häufig mit zurückgeschlagenem Schwanz („folded position“) und die grosse Kopf- und Brustpartie werden cranial den grössten Raum finden. Dazu liegt der craniale Teil des Uterus etwas niedriger als die Cervix und SLIJPER (1956) kommt daher zu dem Schluss: „On account of the shape and position of the pregnant uterus it can be easily understood that the foetus assumes a folded position and that its heavier parts, i.e. its head and thorax (there is no air in the lungs), are found in the lower and its tail in the upper part of the sac. Consequently gravitation causes automatically such a position of the foetus in utero that tail-presentation at birth is secured.“ Bei den oben-erwähnten Sektionen habe ich die Befunde SLIJPERS bestätigen können. Tatsächlich sinkt der Kopf des Fetus am tiefsten, wenn man einen Sinkversuch anstellt. Es ist also klar, dass das Zustandekommen der Schwanzendlage der Wale zu erklären ist mit derselben Theorie mit der wir die Kopfendlage des Menschen und der Huftiere und die Steissendlage der Fledermäuse erklärt haben, nämlich Anpassung an Raum und Gewichtsverhältnisse. SLIJPER (1960) nennt neben Gewicht, Form und Raum die Uteruskontraktionen als Ursache für das Zustandekommen der Schwanzendlage. Er sagt aber auch, dass bei den Walen relativ viel Fruchtwasser vorhanden ist. Die

Uteruskontraktionen dürfen daher nicht als wichtig angesehen werden für das Zustandekommen der Schwanzendlage. Wohl sind sie von grösster Bedeutung bei der Geburt.

Über die Geburt der Bartenwale wissen wir nur sehr wenig. Fast alle Angaben in der Literatur beziehen sich nur auf die Zahnwale. Herr Kollege VAN UTRECHT war so freundlich, auf dem holländischen Walfangmuttersschiff „Willem Barendsz“ die Lage von 139 Finnwalfeten festzustellen. Diese Angaben gehen hervor aus Tabelle 5.

Die Zahl der Schwanzendlagen ist während der ganzen Trächtigkeit sehr gross. Dies dürfte zusammenhängen mit dem Umstand, dass die Körperproportionen der Walembryonen schon sehr bald mit denjenigen des ausgetragenen Fetus übereinstimmen. Die Raum- und Gewichtseinflüsse werden also schon im zweiten Monat wirksam. Leider verfügen wir noch über wenige Angaben aus den letzten Monaten, aber doch liegt die Annahme nahe, dass auch die Bartenwale fast immer in Schwanzendlage zur Welt kommen. Von einem während der Geburt getöteten Buckelwal wurde tatsächlich eine Schwanzendlage des Jungen festgestellt (DUNSTAN, 1957).

5 *Das Meerschweinchen.* Die jungen Meerschweinchen werden sehr häufig in Kopfendlage geboren. NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962) haben 89,6% Kopfendlagen festgestellt. Das Meerschweinchen gebärt mehrere Junge pro Wurf und wird deswegen zu den multiparen Säugern gerechnet. Die multiparen Säugetiere gebären ihre Jungen, nach DE SNOO (1947) und SLIJPER (1960), zu etwa 50% in Kopfendlage und zu etwa 50% in Steissendlage. Das

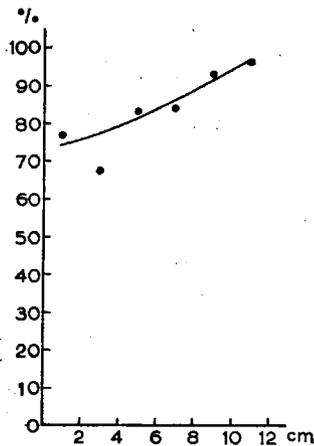


Abb. 11. Die während der pränatalen Entwicklung in Kopflage befindlichen Feten des Meerschweinchens in Prozent der untersuchten Feten, nach den Angaben von Tabelle 6.

Meerschweinchen bildet eine Ausnahme, die auch von DE SNOO und SLIJPER genannt wird, obwohl hier zu sagen ist, dass wir im Abschnitt 6 und Tabelle 7 eine grössere Zahl von Ausnahmen kennen lernen werden. Die Kopflage ist für das junge Meerschweinchen von grösster Bedeutung, denn weil es zur Zeit der Geburt schon sehr weit entwickelt ist, braucht es viel Sauerstoff. Die in Steissendlage geborenen Jungen waren in den von mir beobachteten Fällen immer tot. Der hohe Prozentsatz der Kopflagen und die hohe Entwicklungsstufe des Jungen zur Zeit der Geburt sind mehr kennzeichnend für die uniparen als für die multiparen Säugetiere. Tatsächlich ist das Meerschweinchen ursprünglich nicht multipar, sondern es stammt ab vom südamerikanischen Meerschweinchen, das nur ein einziges Junges oder zwei Junge in einem Wurf gebärt nach von NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962) zitierten Literaturangaben.

Die Kopflage des Meerschweinchens ist sehr

schwer zu erklären. Der Kopf ist während der ganzen Entwicklung gross und der Hals ist immer ziemlich kurz. In jüngeren Stadien gibt es relativ viel, später wenig Fruchtwasser. Dass die peristaltischen Uteruskontraktionen die Frucht in Kopflage bringen, ist sehr unwahrscheinlich. Die Raumverhältnisse sind hier kaum wichtig, weil sie für jedes Junge anders sind. Die hochträchtige Gebärmutter füllt nahezu die ganze Bauchhöhle aus. Die Gewichtsverhältnisse sind ganz einfach, denn der Schwerpunkt liegt etwa in der Mitte des fetalen Thorax, weil der Kopf der Brust anliegt. Es kann hier nicht die Rede davon sein, dass diese Umstände die Lage beeinflussen oder hervorrufen, weil der Uterus etwa horizontal liegt.

An Hand von 233 untersuchten Feten (Tabelle 6) konnte ich feststellen, dass während der ganzen Entwicklung die Kopflage häufiger ist als die Steissendlage. Doch findet man die grösseren Feten häufiger in Kopflage als die kleineren Früchte (Tabelle 6 und Abb. 11).

Die Ursachen der zahlreichen Kopflagen bleiben bisher noch unbekannt. GRANZOW (1930) hat die angeborene Fluchtreaktion als Ursache für die Kopflage angegeben. Seiner Ansicht nach fliehen die Jungen vor den Wehen zervixwärts. Dies trifft aber nicht zu, weil sich auch die jüngeren Früchte meistens in Kopflage befinden. Die Angabe von GRANZOW, dass er im Röntgenbild gesehen hat, dass sich das Junge unmittelbar vor der Geburt umdreht, ist vielleicht zu erklären, indem man darauf achtet, dass im Röntgenbild die Uteruswand unsichtbar ist. Die entleerten Uterussteile kontrahieren sehr stark und ziehen also das nächste Stück in die Richtung des Beckens. Die hochgravide Gebärmutter ist meistens zick-zackartig gefaltet, d.h. der Kopf des einen Jungen ist zu dem caudalen Ende der Mutter gerichtet, der Kopf des nächsten Jungen ist dann zu dem cranialen Ende der Mutter gerichtet (Abb. 12 A). Doch liegen beide

TABELLE 6

Anzahl der Kopf- und Steissendlagen während der Tragzeit beim Meerschweinchen, an Hand von 233 untersuchten Feten

Scheitel-Steiß-Länge	Kopflagen	Steissendlagen	Total	Kopflagen
kleiner als 2 cm	7	2	9	77,7%
2—4 cm	25	12	37	67,5%
4—6 cm	45	9	54	83,3%
6—8 cm	50	9	59	84,7%
8—10 cm	14	1	15	93,3%
10—12 cm	56	3	59	96,2%
			—+ 233	

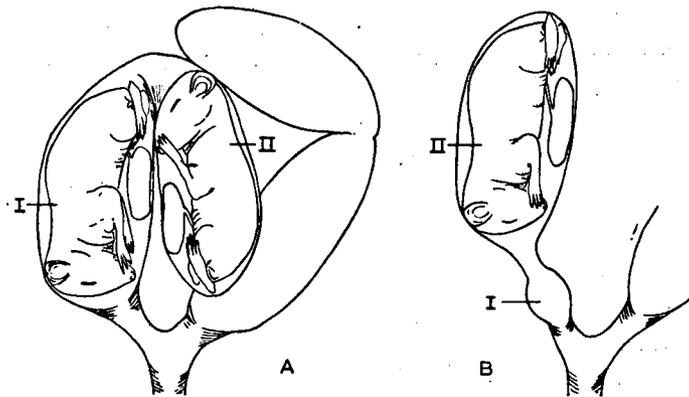


Abb. 12. Meerschweinchen. Schematische Darstellung der Gebärmutter vor (A) und nach (B) der Austreibung des ersten Jungen aus dem rechten Uterushorn. In B ist die entleerte Stelle stark verkürzt (BI), weshalb der zweite Fetus näher zur Zervix gezogen wird. Es handelt sich hier also um eine scheinbare Lageänderung, die im Röntgenbild leicht für eine wirkliche Lageberichtigung gehalten werden kann.

Jungen in Kopflage. Nachdem das erste Junge ausgetrieben ist, wird das nächste Uterusstück zur Zervix gezogen und der Kopf des nächsten Jungen wird jetzt zu dem caudalen Ende der Mutter gerichtet. Der Fetus hat aber seine Lage inzwischen nicht geändert (Siehe Abb. 12 B). Dass das Meerschweinchen sich so kurz vor der Geburt wie GRANZOW angibt, noch umdrehen würde, ist umso unwahrscheinlicher, weil am Ende der Tragzeit nur sehr wenig Fruchtwasser vorhanden ist.

6 *Andere Arten.* SLIJPER (1960) nennt sehr viele Arten von Säugetieren und die beobachteten Geburtslagen. Ich habe von verschiedenen Säugern den trächtigen Uterus untersucht, sowie manche Angaben über fetale Lagen erhalten von Kollegen. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in Tabelle 7. Ich werde die Angaben SLIJPERS und die in Tabelle 7 dargelegten Untersuchungsergebnisse hier kurz besprechen und vergleichen.

Die Insektivoren wurden bisher sehr ungenügend untersucht. Die Jungen des Igels sollen nach HERTER (zit. nach SLIJPER, 1960) häufiger in Kopflage als in Steissendlage geboren werden, obwohl Steissendlagen regelmässig vorkommen. Dies ist in Übereinstimmung mit den Befunden von NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962). Drei trächtige Spitzmäuse konnten untersucht werden. Es wurden 70 % Kopflagen festgestellt.

Über die Raubtiere liegen ebenfalls nur sehr spärliche Angaben in der Literatur vor. Beim Hund wurden 62,8 % und 83 % Kopflagen beschrieben, beim Fuchs und beim Frettchen etwa 50 % und bei Katze

und Tiger ebenfalls 50 %, obwohl man gelegentlich einen Wurf beobachtet, der nur Junge, die in Steissendlage zur Welt kommen, umfasst (SLIJPER, 1960). Ich habe letzteres festgestellt bei einem *Genetta tigrina* Uterus, der zwei Feten in Steissendlage enthielt. Beim Hund wurden 71 % Kopflagen gefunden und bei der Katze 75 %, was ziemlich gut mit der Angabe von 69 % übereinstimmt (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Beim Hyaenahund wurden etwa 50 % Kopflagen gefunden. Dasselbe wurde gefunden beim Iltis, während in einem Frettchenuterus 43 % Kopflagen gefunden wurden. Dass dies eine Ausnahme ist, geht hervor aus der Tatsache, dass von drei Geburten 19 jungen Frettchen in Kopflage geboren wurden und nur 4 in Steissendlage.

Für die Nagetiere würde man nach SLIJPER (1960) etwa 50 % Kopf- und 50 % Steissendlagen erwarten. Für das Kaninchen zitiert er Angaben von 48 % und 60 %, für *Rattus norvegicus* 50 % und 90 % und für den Goldhamster 60 %.

Die Feten von *Ondatra zibethica* habe ich nach der Grösse in vier Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe ist sehr klein. Für die anderen Gruppen wurden etwa 70 %, etwa 65 % und 63 % Kopflagen festgestellt. Für *Rattus norvegicus* wurden auch etwa 70 % bis 74 % Kopflagen gefunden, obwohl NAAKTGEBOREN (1960 c) 48 % und 60 % festgestellt hat. COOMANS (im Brief 1961) teilt mit, dass er mit demselben Stamm arbeitete, und dass er fast 90 % Kopflagen fand. Diese Angabe wurde von SLIJPER (1960) zitiert. Von einigen Nagerarten, von denen nur wenig Material zur Verfügung stand wurden zwischen 64 % und 100 % Kopflagen gefunden. Die

TABELLE 7. Verzeichnis der gefundenen Fetallagen nach dem Alter, der Länge und den Arten angeordnet
(N = Neonatus, A = ausgetragen, fA = fast ausgetragen, N = NAAKTGEBOREN, NuV = NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE)

Art	Sch. St. L.	Alter	Kopflage	Steisslage	Kopflage
INSECTIVORA					
Waldspitzmaus, <i>Sorex araneus</i>	8 mm		4	1}	
	11 mm		4	4}	70%
	15 mm		6	1}	
Igel, <i>Erinaceus europaeus</i>		N	3	2	60% nach NuV (1962)
CARNIVORA					
Iltis, <i>Mustela putorius</i>		fA	3	3	50%
Wiesel, <i>M. nivalis</i>	16 mm		4	2	67%
Fretchen, <i>M. furo (Mustela putorius f. furo)</i>		37 Tage	3	4	43%
"		N	19	4	83%
Ginsterkatze, <i>Genetta tigrina</i>	7,5 cm		0	2	—
Hauskatze, <i>Felis catus (Felis silvestris f. catus)</i>		49 Tage	3	1}	75%
"	8,5 cm	55 Tage	3	1}	
"		N	9	4	69% nach NuV (1962)
Haushund, <i>Canis familiaris (Canis lupus f. familiaris)</i>		50 Tage	7	3}	
"		60 Tage	9	5}	71%
"		A	15	5}	
Hyaenahund, <i>Lycaon pictus</i>		A	3	3 (+1?)	±50%
RODENTIA					
Bisamratte, <i>Ondathra zibetica</i>	6 mm		3	2 (+1?)	—
"	15 mm		7	2 (+2?)	±70%
"	2,5 cm		4	1	
"	2,8 cm		4	2	±65%
"	3,3 cm		3	2 (+1?)	
"	4 cm		7	1}	
"	4,5 cm		2	5}	
"	5 cm		4	2}	60%
"	5,5 cm		7	1}	
"	6 cm		9	8}	
Wasserratte, <i>Arvicola terrestris</i>		fA	7	5	58%
Waldmaus, <i>Apodemus sylvaticus</i>	3 mm		6	—	100%
"	9,5 mm		3	1	75%
"	20 mm		6	—}	
"	21 mm		5	1}	92%
Feldmaus, <i>Microtus arvalis</i>	12 mm		4	1	80%
Baumwollratte, <i>Sigmodon spec</i>	29 mm		4	1	80%
Laboratoriumratte, <i>Rattus norvegicus</i>	14 mm		5	2	71%
"	27 mm		18	7	72%
"	30 mm		28	17	73%
"	34 mm		7	3	70%
"		fA	43	15	74%
"		A	20	21	48%
"		N	15	10	60% } nach N (1960c)
Hausratte, <i>Rattus rattus</i>	25 mm		12	8}	
"		19 Tage	18	9}	66%
"	30 mm		8	3}	
"	34 mm	A	14	7}	
Laboratoriumsmaus, <i>Mus musculus</i>	17 bis 19 mm	rund 19 T.	53	20	73%
"		N	146	59	71% nach NuV (1962)
Hamster, <i>Cricetus cricetus</i>	3 cm		4	3	57%
"	5 cm		5	4	56%
Goldhamster, <i>Mesocricetus auratus</i>	9 mm		13	7}	65%
"	12 mm		9	5}	
"	16 mm		5	1}	86%
"	18 mm		7	1}	
"	22 mm		28	8	72%
"	27 mm		4	2	67%
Zwerghamster, <i>Cricetulus migratorius</i>	16 mm		6	2	75%
Springhase, <i>Pedetes cafer</i>		N	2	1?	67% oder mehr nach NuV (1962)
—, <i>Meriones shawi</i>	30 mm		5	4	56%
"		fA	12	4	75%
LAGOMORPHA					
Kaninchen, <i>Oryctolagus cuniculus</i>	9,2 mm		3	1	75%
"	4 cm		4	2}	75%
"	4,5 cm		11	3}	
"		fA	13	7 (2?)	±65%
SUIDAE					
Hausschwein, <i>Sus scrofa f. domestica</i>	13 bis 15 cm		36	23	61%
"	16 bis 17 cm		36	32	53%
"	21 bis 26 cm		15	27	36%
"		N	84	46	65%

Albinomaus zeigte 73 % Kopfundlagen, was gut übereinstimmt mit den Ergebnissen von NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962), die 71 % fanden. Die Befunde beim Goldhamster (65, 86, 72 und 67 %) liegen etwas höher als die von SLIJPER zitierte Angabe. Aber es muss allerdings gesagt werden, dass es sich in diesem Zitat nur um einen einzigen Wurf handelte.

Beim Kaninchen fand ich 75 % bei jüngeren Feten und etwa 65 % Kopfundlagen bei ausgetragenen Feten, was also gut mit den 60 % von DE SNOO (1947) übereinstimmt. Beim Schwein wurden von manchen Autoren etwa 50 % Kopfundlagen beschrieben. Ich fand in den verschiedenen Längengruppen 61 %, 53 % und 36 %. Der letztere sehr niedrige Wert dürfte wohl mehr oder weniger zufällig sein, weil bei Neonaten 65 % Kopfundlagen festgestellt wurden.

Wenn wir Tabelle 7 überblicken, so ist es vor allem auffällig, dass fast in allen Fällen mehr als 50 % Kopfundlagen gefunden wurden. Auch in der Literatur begegnet man regelmässig Angaben von 60 % bis 70 % Kopfundlagen. Dies kann nicht zufällig oder die Folge eines zu kleinen Materials sein, denn man findet fast immer mehr als 50 % Kopfundlagen und nur ausnahmsweise mehr als 50 % Steissendlagen. Es ist von grösster Bedeutung, dass dies auch bei ziemlich jungen Entwicklungsstadien festzustellen ist. Vielleicht dürfte dies in Zusammenhang stehen mit einer bestimmten Implantation des Keimes oder mit anderen frühembryonalen Einflüssen. Auf diesem Gebiet bedürfen wir also noch weiterer Untersuchungen.

Schliesslich sind hier noch einige Lagen von Feten zu nennen. Bei *Galago spec.*, ein Halbaffe, wurden 2 Feten (Scheitel-Steisslänge 10,5 cm) in Kopfundlage gefunden. SPRANKEL (1961) berichtet für *Tupaia glis* von verschiedenen Steissendlagen. Ein Fetus von *Dasybus spec.* (Scheitel-Steiss-Länge 11,5 cm) wurde in Kopfundlage gefunden.

7 Vergleichende Bemerkungen und Schlussfolgerungen. Im vorhergehenden Kapitel wurde festgestellt, dass die Geburt der uniparen Säugetiere fast immer in einer bestimmten Lage stattfindet. Die Literaturangaben konnten in dieser Hinsicht völlig bestätigt werden.

Die günstige Geburtslage der Primaten und Huftiere ist die Kopfundlage. Die Steissendlage ist für die Primaten und Huftiere gefährlich, da das Junge leicht ersticken kann. Für die Wale ist die Schwanzendlage nicht gefährlicher als die Kopfundlage, weil die Geburt unter Wasser stattfindet und weil nach SLIJPER (1956) bei einer Geburt in Schwanzendlage keine wesentlichen Geburtshindernisse zu befürchten

sind. Die Steissendlage der Chiroptera ist vielleicht auch nicht ungünstig bei der Austreibung. Bei den Fledermäusen bleibt die Plazenta längere Zeit intakt und vielleicht auch wirksam, während bei den Cetacea, die unter der Wasseroberfläche zur Welt kommen, der erste Atemzug erst an der Oberfläche einsetzen kann, da sich das Nasenloch nicht unter Wasser öffnet. Die Steissendlage ist für die Chiroptera und Cetacea also nicht gefährlich, weil hier die Gefahr des Erstickens nicht droht (Siehe auch Kap. VI).

Die für die Gruppe charakteristische Lage kommt während des embryonalen Lebens zu Stande. Im Vorhergehenden wurde gezeigt, dass das Zustandekommen der erwähnten Lagen in den verschiedenen Gruppen von uniparen Säugern ganz einheitlich zu erklären ist. Die Formanbequemung sowie die Druckwirkung der Uteruswände rufen eine Geradlage hervor. Das Zustandekommen der spezifischen Lage ist zu erklären durch Gewichts- und Raumverhältnisse. Die am stärksten ausgebildete Partie des ausgetragenen Fetus wird am tiefsten sinken und den grössten Raum oder den besten Stütz bedürfen. Da bei den Primaten der Kopf die am stärksten ausgebildete Körperpartie ist, und da die Mutter entweder steht oder häufig aufrecht sitzt, ist die Kopfundlage gesichert. Der Kopf findet im mütterlichen Becken einen guten Stütz, nachdem er durch Gravitation im Becken angelangt ist. Bei den Huftieren ist das Steissende die am stärksten entwickelte Partie, die am tiefsten sinkt, und im cranio-ventralen Uterusabschnitt den grössten Raum findet. Selbstverständlich wird der Kopf dann zur Cervix gerichtet. Bei den Chiroptera und Cetacea ist die Vorderhand am stärksten entwickelt. Die weiteste und niedrigste Stelle des Uterus und der Bauchhöhle ist hier cranial. Das Vorderende findet also cranial den grössten Raum und die tiefste Stelle. Für die Fledermäuse gilt dies nur weil die Mutter mit dem Kopf nach unten hängt. Die Hinterhand wird also nach caudal gerichtet sein. Die in meiner 1960 erschienenen Arbeit dargelegte Theorie über das Zustandekommen der Kopfundlage beim Rind infolge der Gewichtsverhältnisse im Fetus und der Raumverhältnisse in der Bauchhöhle konnte vollständig bestätigt werden (NAAKTGEBOREN, 1960 a).

Die peristaltischen Uteruskontraktionen, die DE SNOO (1947) zur Erklärung des Zustandekommens der Kopfundlage der Huftiere zu Hilfe gerufen hat, sind in dieser Hinsicht höchstens von untergeordneter Bedeutung, oder vielleicht beeinflussen sie die Lage des Fetus überhaupt nicht.

Die Meerschweinchen werden ebenfalls fast immer in Kopfundlage geboren. Dies ist unbedingt notwendig, denn eine Steissendgeburt ist hier ausserordent-

lich gefährlich. Eine Erklärung des Zustandekommens der Kopfendlage des Meerschweinchens fehlt bisher noch gänzlich. Die Geburt der multiparen Säugetiere kann sehr gut stattfinden in Kopfendlage oder in Steissendlage. Nach den Proportionen des Fetus und den Raumverhältnissen im Uterus und in der Bauchhöhle zu urteilen, sollte man erwarten, dass etwa die Hälfte der Jungen in Kopf- und die andere Hälfte in Steissendlage zur Welt kommen würde. Diese Auffassung wird auch von DE SNOO (1947) und SLIJPER (1960) vertreten. In Wirklichkeit aber ist die 50 %-50 % Verteilung nur bekannt von sehr wenigen Arten. Bei den meisten Arten wurden mehr als 50 % Kopfendlagen festgestellt. Auch hier fehlt eine Erklärung.

VI DER ERSTE ATEMZUG

a Literatur

Das rechtzeitige Auftreten des ersten Atemzuges spielt im Geburtsvorgang eine entscheidende Rolle. Es ist daher nicht verwunderlich, dass es auf diesem Gebiet eine sehr grosse Reihe von Arbeiten gibt, die zum grössten Teil aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts stammen. Schon seit mehr als einem Jahrhundert stehen die Ansichten der Autoren mit einander in Widerspruch. Nur die wichtigsten Arbeiten werde ich hier kurz nennen. Eine Zusammenfassung der Literatur findet man bei RUNGE (1894) und JUNG (1915).

Als Ursache des ersten Atemzuges hat SCHWARZ (1858) die Reizung des Atemzentrums in der Medulla oblongata infolge des gestörten Gasaustausches zwischen Mutter und Kind angegeben. Andere Autoren (VON PREUSCHEN, 1877; PREYER, 1883, zit. nach JUNG, 1915) haben dem gestörten Gasstoffwechsel die Hauptbedeutung oder sogar jede Bedeutung absprechen wollen. Sie meinen, dass lediglich äussere Reize wie Abkühlung und mechanische Druckwirkungen für das Einsetzen des ersten Atemzuges von Bedeutung sind.

OLSHAUSEN (1894) meint, dass Zusammenpressung des Thorax während der Geburt und die darauf folgende Ausdehnung, wodurch eine mechanische Aspiration von Luft zustande kommen würde, als das Einsetzen der Atmung aufzufassen ist. Dies trifft nach JUNG (1915) nicht zu, da der luftleere Thorax des Fetus praktisch als inkompressibel anzusehen ist. Dass die Theorie der äusseren Reize unrichtig ist, ist nach JUNG (1915), klar erwiesen von AHLFELD, ZUNTZ und CONSTEIN und von RUNGE. Nur RUNGES Arbeiten werde ich kurz zusammenfassen.

Die grosse Arbeit von RUNGE (1894) wird weder von BARCLAY c.s. (1946) und von BARCROFFT (1946), noch von SLIJPER (1959, 1960) erwähnt, was bedauerlich ist, weil RUNGE (1881, 1894) die Theorie des Gas-

stoffwechsels am klarsten erwiesen hat. Seine Publikation von 1894 ist eine Ausbreitung seiner schon 1881 veröffentlichten Arbeit, deshalb ist hier hauptsächlich erstere zu erwähnen. RUNGE hat genau wie ZUNTZ und CONSTEIN seine Experimente an Schafen ausgeführt, wie es auch später BARCLAY c.s. (1946) und BARCROFFT (1946) getan haben. Im Jahre 1881 teilt RUNGE seine Kritik an der Arbeit von PREUSCHENS (1887) mit, dessen Experimente klar für die Theorie der äusseren Reize zu sprechen scheinen. Aber, sagt RUNGE, eine Operation am Uterus ruft starke Kontraktionen der Gebärmuttermuskulatur hervor. Die placentare Sauerstoffzufuhr wird dadurch vermindert und der Fetus wird asphyctisch. „Nun sind bekanntlich Hautreize bei asphyctischen Thieren ausserordentlich wirksam und lösen prompt Inspirationen aus, kein Wunder daher, wenn die Früchte bei dem geschilderten Experiment auf Klopfen, Schlagen, auf Zutritt der Luft mit tiefen Inspirationen antworteten“. VON PREUSCHEN (1887) sagt selber, dass das Loslösen der Plazenta durch die Uteruskontraktionen in seinem Experiment beträchtlich vereinfacht wurde. VON PREUSCHEN kann nicht wissen, ob er das Experiment bei völliger Apnoe und intakter placentarer Zirkulation angefangen hat, und daher hat er also nichts beweisen können.

RUNGE (1894) hat darum neue Experimente vorgenommen, um die noch immer herrschenden Zweifel wegzunehmen. Er sagt, dass Apnoe ein Zustand ohne Atmung ist, weil das Blut mit Sauerstoff gesättigt ist. Asphyxie ist ein atemloser Zustand, wegen Sauerstoffmagnels, der durch äussere Reize aufgehoben werden kann. Die Frage ist jetzt, ob äussere Reize auch während eines apnoischen Zustandes imstande sind, Atembewegungen auszulösen. Beim Schaf kann man den Uterus zwischen den Plazentomen öffnen. Die Plazenta bleibt dan völlig intakt und wirksam. Es ist von grösster Bedeutung, die Nabelschnur vor jeder Druckwirkung zu schützen. Es gelang RUNGE (1894) tatsächlich die Feten in völliger Apnoe anzutreffen: „Die Nabelschnur pulsiert. Der Fetus bewegt sich lebhaft. Atembewegungen lassen sich weder an den Nüstern erkennen, noch fühlen die in die Flanken gelegten Finger des Operateurs irgendwelche Bewegungen derselben. Nachdem das Thier drei Minuten ohne sichtbare Athmung in der geschilderten Position gelegen hat, wird die Nabelschnur durch zwei Finger comprimirt. Nach wenigen Sekunden erfolgt eine Inspiration, erkennbar an der starken Erweiterung der Nüstern, dieser folgen dann eine Anzahl zunächst noch arhythmischer Athembewegungen mit deutlicher Hebung der Flanken. Allmählich nimmt die Respiration einen regelmässigen Typus an. Dann

wird das Thier abgenabelt, es erweist sich als frühreif, Länge 45 cm, wird aber am Leben erhalten.“ Von einem anderen Experiment schreibt RUNGE: „Jetzt wird die Eiblast zerrissen und sofort bewegt die Frucht den Kopf, erhebt denselben und schüttelt sich, öffnet das Maul, beisst auf den eingeführten Finger, reagiert weiter auf Klopfen und Schlagen mit motorischen Aeusserungen. Vier Beobachter constatiren auch jetzt die Abwesenheit jeder Athmung am Kopf, Nüstern. Die Flanken stehen vollkommen ruhig. Diese Beobachtung währt drei Minuten, während dieser Zeit wird der Puls der Nabelschnur geprüft, derselbe ist kräftig und schlägt frequent. Die Nabelschnur wird komprimiert und sofort erfolgt ein Athmzug mit Hebung der Flanken.“ An einer anderen Stelle, sagt RUNGE bei der Beschreibung eines anderen Versuches: „Sobald nach Sprengung der Eihaut die kalte Aussenluft ihren Körper berührt, werden die Bewegungen energischer.“ So lebhaft sind die fetalen Bewegungen, „dass man alle Mühe hat, die Nabelschnur vor Druck und Zerung zu schützen aber jede Lungenathmung fehlt: die Nüstern sind geschlossen, der an ihnen haftende Schleim zeigt keine Bewegung wie etwa bei oberflächlicher Athmung, Thorax und Flanken, durch die aufgelegte Hand kontrollirt, stehen völlig ruhig.“ Es ist klar, dass Hautreize den apnoischen Foetus nicht zum Atmen veranlassen, aber Sauerstoffmangel ruft sofort tiefe Athmung hervor. RUNGE (1894) hat ebenfalls gefunden, dass bei asphyctischen Feten Hautreize wohl instande sind, die Atembewegungen auszulösen, während Nabelschnurkomprimierung erfolglos war. Der Fetus wird aber asphyctisch infolge vorzeitiger Athmung. Ich sehe davon ab alle diese Experimente RUNGES zu zitieren, sondern begnüge mich zu sagen, dass er einwandfrei bewiesen hat, dass bei Sauerstoffmangel die Feten vorzeitig atmen ohne äussere Reize. Die äusseren Reize sind wohl instande die Athmungsbewegungen zu verstärken, sie auslösen können sie nur im asphyctischen Zustand.

SCHMALTZ (1921) sieht die Störung des fetalen Gasstoffwechsels als Hauptursache des ersten Atemzuges, während STOSS (1944) daneben auch den äusseren Reizen grosse Bedeutung beimisst: „Der erste Atemzug wird veranlasst durch Erregung des Atemzentrums infolge Kohlendioxid-überreicherung des Blutes und durch die während und nach der Geburt das Junge treffenden Hautreize, die traumatische Druckwirkungen während der Geburt und Verdunstungskälte an dem nassen Neugeborenen.“

Aus den Arbeiten von BARCLAY c.s. (1946) und BARCROFFT (1946) geht hervor, dass diese Autoren die äusseren Reize als Hauptursache für das Einsetzen der

Atmung sehen, während die Reizung des Atemzentrums infolge des gestörten Gasstoffwechsels ihrer Meinung nach mehr als ein Reservemechanismus aufzufassen ist. BARCLAY (1946) arbeitete mit Schafen. Die Athmung des Jungen setzte während einer Operation nicht ein, wenn er auf die Nase ein „nose-bag filled with amniotic fluid“ stellte. Dazu sei erwähnt, dass er die Temperatur im Operationszimmer möglichst hoch hielt. Selbstverständlich hielt er den Plazentarkreislauf intakt. RUNGE (1894) hat aber den apnoischen Zustand des Schafsfetus ungestört erhalten ohne hohe Temperatur und nassbleibender Nase des Fetus, wie obenerwähnt wurde. SLIJPER (1960) zitiert aber die Befunde von BARCLAY und kommt zur Schlussfolgerung, dass die Fruchthüllen, das Neugeborene vor vorzeitigem Atmen schützen. BARCLAY hat gefunden, dass beim Schaf innerhalb von 8 Minuten nach den Reissen der Nabelschnur das Atmen eingesetzt hat. Demgegenüber steht die Angabe von SLIJPER (1960): „Manchmal scheint die Kontraktion der Nabelschnurgefässe gerade eine reflektorisch geregelte Folge des ersten Atemzuges zu sein.“ Es handelt sich in diesem Zitat um eine noch nicht zerrissene Nabelschnur. Schliesslich sei erwähnt, dass BARCLAY und BARCROFFT einwandfrei die grosse Bedeutung der Störung des Gasstoffwechsels nachgewiesen und beschrieben haben neben den ebenfalls sehr wichtigen äusseren Reizen. SLIJPER (1960) nennt zwar die Möglichkeit der Gasstoffwechselstörung als Reservemechanismus, glaubt aber an äussere Reize als Hauptursache: Kälte, Trocknen der Nase und Lecken des Jungen. Für die Wale würde nur die Lufttrockenheit in Betracht kommen.

b Eigene Beobachtungen

Das Einsetzen der Athmung findet meistens sehr bald statt, und sehr oft sieht man das Junge atmen, bevor man in der Lage gewesen ist, die Zeit des Einsetzens der Athmung festzustellen. Junge Ratten atmen meistens bald, aber es kann ausnahmsweise vorkommen, dass das Junge nach der Geburt noch kurze Zeit ohne Athmung liegen bleibt. Dies sah ich auch beim Rind und es kann ebenfalls beim Hund und bei anderen Tieren der Fall sein. Es kann aber auch vorkommen, dass das Junge schon atmet, wenn nur ein Teil des Kopfes aus der Vulva steckt, wie ich es beobachtet habe beim Kamel, Rind, Schaf, Frettchen, Kaninchen, Meerschweinchen, Goldhamster und bei der Ratte. Die ersteren Beobachtungen lassen sich gut erklären, indem man annimmt, dass der Fetus leicht asphyctisch war und dass der erste Atemzug durch die Luftkälte ausgelöst wird. Die Beobachtungen der zweiten Gruppe sind nicht ohne weiteres verständlich. Wenn

die Nase des Kalbes aus der Vulva steckt, kann es sehr gut vorkommen, dass die Nabelschnur schon im Zerreißen begriffen ist. Vor dem Reißen wird die Schnur gespannt, was eine Kontraktion der Gefäßmuskeln zufolge hat und daher eine stark verminderte Sauerstoffzufuhr. Dasselbe kann auch der Fall sein beim Kamel und beim Schaf. Das Frettchen wird geboren mit den vollständigen Fruchthüllen (NAAKTGEBOREN, 1961) und es versteht sich, dass die Plazenta also schon ausgesetzt hat, ehe das Junge aus der Vulva tritt. Dasselbe dürfte vielleicht beim Kaninchen der Fall sein. Bei der Ratte kommt die Plazenta oftmals etwas später. Die Plazenta und die Nabelschnur können noch intakt sein, wenn das Junge sich schon in der Vagina befindet. Dies ist auch möglich, wenn schon mehrere Junge geboren sind, denn die entleerten Teile der Uterushörner verkürzen sich sehr stark (Siehe auch Kapitel II d, Seite 6, Abb. 2 und 3). Es ist also nicht richtig, dass, wie Stross (1944) mitteilt, die späteren Jungen einen viel längeren Weg zur Vagina zurückzulegen haben, und daher mehr von der Gefahr des vorzeitigen Atmens bedroht werden, als die Jungen, die am Anfang des Wurfes geboren werden. Da die Wirkung der Plazenta durch die Wehentätigkeit vermindert wird (VON PREUSCHEN, 1877), kann das Junge schon atmen, wenn es sich noch zum Teil in der Vagina befindet. Eine Erklärung durch die Gasstoffwechseltheorie liegt hier also auf der Hand. Man kann aber auch annehmen, dass in diesen Fällen gerade die Luftkälte der auslösende Reiz für das Einsetzen der Atmung gewesen ist, wie SLIJPER (1960) annimmt. Dies kann in der Tat der Fall sein, wenn der Fetus sehr leicht asphyctisch ist. Dies ist aber nicht die Regel. Ich habe versucht, beim Meerschweinchen genauere Beobachtungen über die Atmung des Jungen durchzuführen. Zwar komme ich zu denselben Folgerungen wie RUNGE (1881, 1894), aber bisher hat man niemals Beobachtungen der normalen Geburt und Experimente, die an derselben Tierart vorgenommen wurden, miteinander verglichen. Zweitens glaubte ich, dass es in unserer Zeit, in der man die Arbeiten RUNGES fast vergessen hat und in der es daher ebensoviel Widerspruch auf diesem Gebiet gibt wie vor etwa 75 Jahren, von Bedeutung sein dürfte, noch einmal auf diese Punkte einzugehen. Die Geburt des Meerschweinchens wurde von GRANZOW (1934) beschrieben. Er hat die Erweiterung der Symphysis pelvis insbesondere berücksichtigt. An dieser Stelle werde ich die Geburt des Meerschweinchens beschreiben mit besonderer Berücksichtigung der Atmung der Jungen.

Vor der Austreibung leckt die Mutter die Vulva und bald erscheint die Fruchtblase in der Vulva. Fast

immer wird das Junge in Kopfendlage geboren (Vergleiche Kap. V und NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Die Mutter zerreißt mit den Zähnen die Fruchthüllen, sobald sie aus der Vulva treten. Die Nase des Jungen tritt dann unmittelbar in die Aussenwelt und man sieht, dass das Junge atmet.

Manchmal findet die Austreibung sehr geschwind statt und wird das Junge in der vollständigen Fruchtblase ausgetrieben. In diesem Fall zerreißt die Mutter die Fruchthüllen in der Nähe des Kopfes des Neugeborenen. Dieser normale Geburtsvorgang geht aus Protokoll I hervor.

I

Das Tier sitzt den ganzen Tag sehr ruhig. Die Schambeine des mütterlichen Beckens sind reichlich 1 cm aus einander gewichen.

ZEIT

- 18.00 Nichts besonderes.
 18.20 Genitalia lecken. Das erste Junge wird in *Kopfendlage* geboren. Die Mutter frisst die Hüllen und leckt die Vulva. Die Mutter beisst die Nabelschnur durch. Wieder Vulva lecken.
 18.22 Das zweite Junge wird in *Kopfendlage* geboren. Die Fruchthüllen sind zerrissen (gebissen?). Das Junge atmet, die Mutter beisst die Nabelschnur durch und leckt die Jungen. Sie frisst die Reste der Fruchthüllen.
 18.23 Das erste Junge geht und das zweite versucht sich aufzurichten.
 18.24 Das zweite Junge sitzt. Die Mutter leckt die Jungen.
 18.29 Wiederholt Lecken der Vulva und dann Pressen mit gekrümmtem Rücken.
 18.31 Das dritte Junge wird in *Kopfendlage* geboren. Die Fruchtblase bleibt intakt. Die Mutter erschrickt offenbar, weil ein zweiter Beobachter herannah. Sie zögert einen Augenblick und fängt dann an, die Hüllen zu zerbeissen. Das Junge atmet schon. Deshalb habe ich die Hüllen, die noch über den Kopf des Jungen hingen, zurückgeschoben.
 18.33 Die Mutter leckt das dritte Junge.
 18.34 Vulva lecken. Das vierte Junge wird in *Kopfendlage* geboren. Die Fruchtblase ist schon geplatzt, bevor der Scheitel aus der Vulva tritt. Die Mutter beisst die Nabelschnur durch und frisst den Nabelschnurrest am Bauche des Jungen auf.
 18.37 Die vier Jungen kriechen um die Mutter herum.
 18.40 Bisher noch keine Plazenta gesehen. Die Mutter leckt die Jungen.
 18.45 Eines der Jungen kratzt sich mit dem Hinterbein.
 18.48 Vulva lecken.
 18.49 Die Mutter zieht eine Plazenta aus der Vulva und frisst unmittelbar von der Plazenta.
 18.53 Die erste Plazenta ist verschlungen.
 18.54 Die Mutter zieht wieder eine Plazenta aus der Vulva und frisst auch diese.
 18.55 Ein Junges kratzt mit dem Hinterbein hinter dem Ohr.

- 18.58 Vulva lecken und Ziehen an Fruchthautresten, die aus der Vulva hängen.
 19.00 Plazenta fressen.
 19.07 Vulva lecken.
 19.14 Die Mutter leckt die Leistengegend.

Das Muttertier von Protokoll I war ein Tier aus dem Amsterdamer Zoo und war also gewöhnt, von Menschen beobachtet zu werden. Ich arbeitete aber auch mit Tieren, die nicht an menschliche Beobachtung gewöhnt waren. Die Meerschweinchen sind sehr nervöse Tiere, und ich glaube, dass die Anwesenheit eines Beobachters die Ursache gewesen ist, dass ich bei manchen Tieren nur Totgeburten feststellen konnte. Protokoll II zeigt diesen anormalen Geburtsvorgang ganz klar. Die Geburt nahm mehr als eine Stunde in Anspruch, während die Geburt bei Tier I innerhalb eine Viertelstunde erfolgte. Tier II zerriss die Hüllen nicht und wartete wahrscheinlich so lange wie irgend möglich mit der Austreibung der Jungen.

Am 19-5-1960 waren noch lebhaftere Bewegungen der Feten im mütterlichen Körper sichtbar.

II

- ZEIT 20/5/1960
- 9.30 Das erste Junge wird in *Steissendlage* geboren. Die Mutter presst mit gekrümmtem Rücken. Die ganze Fruchtblase ist noch intakt. Das Junge bewegt sich nicht. Austreibungsdauer: 8 Minuten.
- 9.37 Es wird eine Plazenta nach aussen getrieben und sogleich folgt der Kopf des zweiten Jungen (*Kopfendlage*). Die Hüllen sind intakt. Das Muttertier presst, bleibt aber ruhig sitzen und hilft nicht.
- 9.45 Pressen.
- 9.46 Die Mutter knabbert an der Nabelschnur des ersten Jungen, aber nur so wenig, dass diese intakt bleibt. Dann beisst sie die Hüllen des zweiten Jungen durch und knabbert ein bisschen an der Plazenta des ersten Jungen, dessen Fruchtblase noch immer nicht zerrissen ist.
- 9.51 Jetzt zerbeisst die Mutter die Hüllen des ersten Jungen und frisst davon. Sie fängt beim Bauche des Jungen an und von da nach hinten.
- 9.57 Die Mutter leckt das zweite Junge, dessen Amnion zerrissen ist. Die Plazenta ist noch ungeboren.
- 10.00 Das dritte Junge erscheint mit dem Kopf in der Wurfspalte (*Kopfendlage*).
- 10.01 Die Mutter frisst das Amnion von dem Körper des dritten Jungen ab.
- 10.02 Das dritte Junge ist gänzlich ausgetrieben.
- 10.15 Das erste tote Junge aus dem Käfig entfernt. Die Nabelschnur konnte genau das Neugeborene tragen.
- 10.16 Die Mutter frisst die Hüllen des dritten Jungen.
- 10.18 Pressen. Die Plazenta des dritten Jungen wird ausgetrieben. Die Mutter frisst davon.
- 10.23 Das vierte Junge wird innerhalb einer halben Minute in *Kopfendlage* ausgetrieben. Ich habe

- bei diesem Jungen sofort die Hüllen zerrissen, aber auch dieses war schon tot.
- 10.25 Vulva lecken (zum ersten Mal). Pressen.
- 10.28 Das fünfte Junge erscheint in *Kopfendlage* in der Vulva. Die Mutter presst das Junge weiter nach aussen. Austreibungsdauer: 1 Minute. Auch dieses Junge ist tot. Die Mutter leckt es regelmässig und frisst die Hüllen.
- 10.48 Nabelschnur des fünften Jungen noch intakt und Plazenta noch nicht geboren.
- 11.15 Alle Nachgeburten sind ausgetrieben.

Wahrscheinlich erstickten die Jungen weil durch Sauerstoffmangel und Kohlendioxydüberschuss die Atmung schon im mütterlichen Körper einsetzte. Ich habe experimentell nachweisen können, dass dies tatsächlich möglich ist, wie unten angeführt wird. Eine sehr interessante Beobachtung ist folgende:

- 18.12 Pressen und Vulva lecken.
- 18.14 Intensiv lecken der Vulva. Pressen. Das dritte Junge wird in *Kopfendlage* in den intakten Fruchthüllen ausgetrieben. Das Junge bewegt lebhaft.
- 18.16 Das Muttertier frisst die Hüllen und fängt bei der Nase, des in den Hüllen schon atmenden Jungen an. Die Frequenz der Atemzüge nimmt zu, lässt aber bald für immer nach. Das Junge ist tot, wahrscheinlich durch Inspiration von Amnionflüssigkeit.

Aus diesem Fall geht hervor, dass die Mutter keinen Augenblick zögern darf, weil es sonst dem Jungen das Leben kostet.

Ein anderer Fall endete mit mehr Glück für das Junge:

- 18.31 Pressen. Vulva lecken. Das vierte Junge wird in *Kopfendlage* ausgetrieben, wobei die Hüllen spontan reissen. Die Austreibung fand innerhalb weniger Sekunden statt. Die Mutter beisst die Nabelschnur durch.
- 18.34 Pressen und Vulva lecken. Das fünfte Junge wird in der intakten Fruchtblase in *Kopfendlage* ausgetrieben. Die Mutter leckt die Fruchtblase und versucht diese zu zerreißen, was nicht gelingt. Das Junge öffnet den Mund und streckt dann Hals und Kopf nach caudal und die Vorderbeine nach ventral, wodurch die Hüllen zerreißen. Das Junge liegt und atmet.
- 18.35 Das Junge sitzt und wird von der Mutter geleckt.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass 1. der erste Atemzug beim Meerschweinchen sehr bald einsetzt, 2. der auslösende Reiz unmöglich das Trocknen der Nase sein kann, und wahrscheinlich auch nicht die Luftkälte (Protokoll II). Dies geht ebenfalls hervor aus dem Film (NAAKTGEBOREN, 1961 b).

Auf experimentellem Wege trachtete ich, diese Schlussfolgerungen auf ihre Richtigkeit zu untersuchen. Eine hochträchtige *Cavia*, die sehr kurz vor

der Geburt stand, was sich daran bemerkbar machte, dass ihre Symphysis pelvis mehr als 1 cm geöffnet war, wurde mit Chloroform narkotisiert. Sobald keine Atmungsbewegungen mehr zu sehen waren, wurde das Tier unter Wasser von 37° C gebracht und bei constant gehaltener Temperatur unter Wasser möglichst geschwind aufgeschnitten. Durch die papierdünnen Uteruswände kann man die Feten ziemlich gut beobachten. Die Feten waren noch lebendig und bewegten sich lebhaft. Dies ist auch normal der Fall, was am hochgraviden Meerschweinchen sehr gut zu sehen ist. Nachdem ein Fetus aus der Fruchtblase entfernt und über Wasser gebracht wurde, fing er an zu atmen: das Maul wurde weit geöffnet, und sofort setzten die Atmungsbewegungen am Thorax ein (Vergleiche auch NAAKTGEBOREN, 1961 b). Dies sieht man aber genau so auftreten, wenn man den Fetus im Wasser von 37° C liegen lässt, nur mit dem einzigen Unterschied, dass die Atmung bald nachlässt, weil das Junge erstickt ist. Die Atmung setzt auch ein, wenn man ein Junges teilweise über den Wasserspiegel bringt und den anderen Teil im Wasser belässt. Hält man den Steiss hoch, so erstickt das Junge, hält man den Kopf hoch, so kann man es weiter aufzuchten, was mir sehr gut gelungen ist. Viele Junge, deren Atmung eingesetzt hat, sterben, weil sie schon Wasser oder Amnionflüssigkeit inspiriert haben. Es ist daher von grösster Bedeutung, die Experimente möglichst geschwind durchzuführen. Dies stimmt völlig überein mit den Beobachtungen der Caviageburt, wobei ich ebenfalls feststellte, dass die Atmung eines Jungen aussetzte, weil die Hüllen zu spät zerrissen wurden. Schliesslich ist aber noch zu beweisen, dass die Kälte nicht instande ist, den apnoischen Zustand zu stören und während Apnoe Atembewegungen auszulösen. Ein hochträchtiges Meerschweinchen wurde unter Wasser von 37° C geöffnet und der Uterus wurde neben den mütterlichen Körper gelegt, aber die Gefässe blieben intakt. Die Jungen waren ruhig, bewegten sich aber nach Druck und Klopfen. Es waren keine Atembewegungen zu sehen. Zwei Feten wurden nach etwa einer Minute mit einem Stück Eis bestrichen. Dies blieb erfolglos, auch nachdem die Hüllen geöffnet waren. Nach einer Minute atmete noch keines der vier Jungen. Jetzt wurde die Nabelschnur eines Jungen komprimiert und innerhalb von 20 Sekunden erfolgte der erste Atemzug. Das Junge wurde abgenabelt und über Wasser gebracht. Es atmete normal. Die drei anderen Jungen, von denen eines mit Eis und 2 nicht behandelt wurden, fingen unter Wasser völlig gleichzeitig an zu atmen. Sie wurden sofort über Wasser gebracht und abgenabelt. Jetzt vermag die Behandlung mit Eis die

Tiefe und Regelmässigkeit der Atemzüge zu vergrössern. Alle vier Jungen leben.

Aus diesen Untersuchungen geht einwandfrei hervor, dass weder Kälte noch Trockenheit der Luft notwendig sind für das Einsetzen des ersten Atemzuges. Ach die Zusammenpressung des kindlichen Thorax ist nicht die Ursache des ersten Atemzuges, ebensowenig wie das Lecken des Jungen durch die Mutter. Bei der normalen Geburt leckt die Caviamutter die Jungen, wenn sie schon atmen, aber dies kann beim Hund und Rind und bei der Ratte statt finden bevor der erste Atemzug eingesetzt hat, wenn die Jungen asphyctisch geboren werden. Das Reißen des Amnions beeinflusst die Atmung keineswegs, denn ich sah das Einsetzen der Atmung sogar bei Jungen, die sich noch in den völlig intakten Uterus befanden. Hier ist also nur darauf zu schliessen, dass beim Meerschweinchen die Störung des Gasstoffwechsels als Hauptreiz für das Einsetzen des ersten Atemzuges angesehen werden muss. Die sehr gut entwickelten jungen Meerschweinchen brauchen wahrscheinlich viel Sauerstoff und daher wird die Reizschwelle bald erreicht. Sehr bald sind die Feten asphyctisch, und dan gelingt es nur mit Kältereizen, die Atmung in Gang zu bringen. Diese Feten sterben meistens bald. Wirklich apnoische Feten reagierten auf allerhand Reize mit Bewegungen, aber niemals mit Atmen. Erst nachdem die Plazenta ausgesetzt hatte, oder die Nabelschnur durchschnitten war, setzte die Atmung bald ein. Es ist nicht einfach, die Feten einige Minuten apnoisch zu halten, nachdem der Uterus geöffnet ist, was schon RUNCE (1894) für das Meerschweinchen mitteilt. Dies gelingt nur, wenn man nur einen kleinen Schnitt im Uterus anbringt. Es ist also klar, dass die Lungenatmung durch den Gasstoffwechsel hervorgerufen wird. Äussere Reize können Rettung bieten, wenn der Fetus asphyctisch zur Welt kommt. Dies ist also ein Reservemechanismus, denn leicht asphyctische Neugeborene findet man sehr häufig bei manchen Tierarten und beim Menschen. Es ist sehr wichtig, dass beim Frettchen die Austreibung in Steissendlage viel schneller vor sich geht als in Kopfendlage (NAAKTGEBOREN, 1961 a). Es versteht sich, dass das Junge sehr leicht ersticken kann bei einer langwährenden Austreibung in Steissendlage, da die Plazenta schon losgelöst ist. Für die Meerschweinchen ist die Kopfendlage von grösster Bedeutung, denn die Atmung setzt sehr bald ein. Im Fall von Asphyxie setzt die Atmung auch ein, wenn der Kältereiz nur die Hinterhand berührt. Eine Steissendlage ist dann fatal.

Zum Schluss bespreche ich einige besondere Fälle, die ich zum Teil der Arbeit SLIPPERS (1960) verdanke.

Es versteht sich, dass das Abklemmen der Nabel-

schnur der uniparen Säuger, besonders bei Steissgeburten, sehr gefährlich ist. In diesem Fall droht Sauerstoffmangel und daher auch vorzeitiges Atmen, worauf der Tod des Jungen folgt. Eine Steissendlage ist für die meisten Wiederkäuer auch gefährlich, weil bei ihnen in dieser Lage die Nabelschnur fast immer schon reißt bevor der Kopf geboren ist. Der Nabel befindet sich caudal von der Körpermitte. Im Fall einer Kopfendlage ist die Nabelschnur deswegen noch nicht straff gespannt zur Zeit des Einschneidens des Kopfes. Bei einer Steissendlage ist die Schnur, ihrer Kürze wegen wohl straff gespannt im Augenblick des Einschneidens des Steissendes. Ehe der Kopf dann geboren wird, ist die Verbindung mit der Plazenta also schon längerer Zeit unterbrochen, was häufig den Tod des Kalbes zur Folge hat. Es gibt grosse individuelle Unterschiede in der Nabelschnurlänge (Tabelle 8). Bei einer Geburt in Steissendlage ist die Gefahr des Erstickens kleiner, wenn die Nabelschnur verhältnismässig lang ist, weil sie dann noch während einiger Zeit nach dem Einschneiden des Steissendes intakt bleibt. In Abb. 19 B ist die Nabelschnur des Kalbes länger als in Abb. 19 A. Doch sind beide straff gespannt, denn in Abb. 19 B handelt es sich um eine Steissendlage und in Abb. 19 A um eine Kopfendlage. Wenn die Nabelschnur von Abb. 19 B ebenso lang wie die aus Abb. 19 A gewesen wäre, dann hätte der Riss des Nabelstranges schon stattgefunden.

Die Geburt der Chiroptera findet oft in Steissendlage statt. Die Mutter hängt während der Geburt mit der Geschlechtsöffnung nach unten. Das Fruchtwasser kann daher abfliessen und das Junge kann also kein Fruchtwasser einatmen. Zudem bleibt die Plazenta sehr lange intakt. Wir wissen aber nicht, ob eine intakte Plazenta während der Austreibungswehen noch genügend Sauerstoff liefert. Beim Menschen ist das aber wohl der Fall (VON PREUSCHEN, 1877). Besonders interessant sind noch die Wale. Nach SLIJPER (1959, 1960) sollte die Lufttrockenheit hier der Hauptreiz sein. Eine andere Erklärung dürfte aber folgende sein. Die Störung des Gasstoffwechsels veranlasst das junge Tier zum Atmen. Ein Reflex in Antwort auf den Sauerstoffmangel treibt das junge Tier zur Wasseroberfläche und dann öffnet sich das Nasenloch, genau wie beim erwachsenen Tier. SIERTS-ROTH (1957) sagt, dass junge Hunde anfangen zu atmen, weil die Mutter sie leckt. Sie würden erst mit dem Atmen anfangen, nachdem das Amnion zerrissen ist. Diese Frucht war wahrscheinlich schon asphyktisch. Nach dem Reißen des Amnions kann die Luftkälte die Haut reizen. Es darf wohl ein Glück heissen, dass die Mutter dies rechtzeitig tut, denn sonst würden die Hunde im Amnion ertrinken, genau wie die Meer-

schweinchen, denn es ist nicht anzunehmen, dass der Hundefetus im apnoischen Zustand wartet, bis die Mutter die Hülle zerreisst. Dies geht wohl klar aus den Experimenten, die von HEINRICIUS (1890) (zit. nach RUNGE (1894)) am Hunde vorgenommen sind, hervor.

VII TRENNUNG VON PLAZENTA UND FRUCHT

a Allgemeines

Der Fetus ist während seiner intrauterinen Entwicklung mittels der Nabelschnur mit der Plazenta verbunden. Die Nabelschnur enthält die Blutgefässe, die in der Whartonsche Sulze eingebettet sind, und wird von einer Amnionscheide umgeben. Es gibt drei oder vier Blutgefässe, nämlich immer zwei Arterien und eine Vene (z.B. Primates, Carnivora fissipedia, Rodentia) oder zwei Venen (z.B. Artiodactyla und Cetacea), während die eine Vene des Pferdes sich schon sehr bald nach dem Austritt aus dem fetalen Körper in zwei Äste teilt. Die Gefässe können entweder parallel verlaufen (z.B. beim Rind) oder die Arterien können spiralg um die Vene gewunden sein (z.B. beim Mensch). Die Whartonsche Sulze ist während des embryonalen Lebens, wenn die Gefässe mit Blut gefüllt sind, nur eine dünne Bindegewebemasse, die aber eine ziemlich feste Struktur hat. Nachdem die Gefässe entleert sind und daher kontrahieren, wird die Whartonsche Sulze zu einem weitmaschigen Netz (REYNOLDS, 1952). Die Amnionscheide der Nabelschnur kann aus einem einschichtigen Epithel bestehen, kann aber auch mehrschichtig und verhornt sein, was bei den Wiederkäuern die Regel ist (FISCHER, 1932; NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG, 1961). Die Amnionscheide geht am Nabel kontinuierlich in die Haut über (KLAATSCH, 1886; HAUPTMANN, 1911; NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG, 1961).

Die Nabelschnur ist während des embryonalen Lebens von grösster Bedeutung, denn durch ihre Gefässe erhält der Fetus Nahrung und Sauerstoff aus der Plazenta. Bei der Geburt treten grosse Änderungen des Stoffwechsels auf. Der Nabelstrang hat daher keine weitere Funktion mehr, genau wie die Plazenta. Die Nabelschnur wird durchtrennt, meistens bevor die Plazenta geboren ist, aber gelegentlich auch später, wie dies z.B. bei der Ratte oftmals der Fall ist (NAAKTGEBOREN, 1960 c, d). Die Durchtrennung der Nabelschnur kann spontan stattfinden, oder die Nabelschnur kann von der Mutter durchbissen werden. Im dritten Fall kann selbstverständlich die Durchtrennung der Nabelschnur vom Geburtshelfer durchgeführt werden.

Im Fall der natürlichen Durchtrennung (Beissen

oder spontaner Riss) ist die Blutung fast immer äusserst gering, wie von vielen Autoren für viele Tierarten festgestellt wurde (SLIJPER, 1960).

b Multipare Säuger

Mit Ausnahme des Schweines wird die Nabelschnur der multiparen Säuger immer von der Mutter durchbissen (SLIJPER, 1960). Die Ratte frisst die Nabelschnur bis an den Bauch des Jungen auf (NAAKTGEBOREN, 1960 c). Dasselbe Verhalten haben NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE (1962) bei der Maus beobachtet. Das Meerschweinchen, der Goldhamster und das Kaninchen lassen einen Rest von 1 bis 2 mm am Bauch des Jungen übrig. Die Katze beisst die Nabelschnur durch in einer Entfernung von 2½ bis 3 cm vom Bauch des Jungen (NAAKTGEBOREN und VANDENDRIESSCHE, 1962). Das Frettchen beisst die Nabelschnur in möglichst kurzer Entfernung vom Nabel durch. Die Mutter tut dies mit den Backenzähnen und der Stumpf von etwa 2 mm entspricht deshalb der Lippendicke der Mutter (NAAKTGEBOREN, 1961 a). Das Durchbeissen der Nabelschnur ist ebenfalls von einer Reihe andere Säuger bekannt (SLIJPER, 1960).

Beim Schwein beobachtet man fast immer, dass die Nabelschnur spontan reisst. Der Stumpf ist meistens ziemlich lang (bis 10 oder mehr cm) und enthält die Reste der Blutgefässe. Die Gefässe reissen an derselben Stelle wie die Amnionscheide, wie ich an geburtsreifen Feten des Schweines wiederholt beobachtet habe. Ich konnte dies ebenfalls an Neugeborenen des Thailändischen Hängebauchschweines feststellen. Die Nabelschnur des Schweines wurde mikroskopisch untersucht (Siehe Seite 42).

c Unipare Säuger

Pferd

Über den spontanen Nabelschnurriss des Pferdes gibt es zwei Arbeiten, nämlich von HAUPTMANN (1911) und von FISCHER (1932). An dieser Stelle zitiere ich nur die wichtigsten Befunde HAUPTMANNs, denn FISCHER hat diese Ergebnisse vollständig bestätigt, mit als einziger Ausnahme, dass FISCHER in den Nabelgefässen eine *Elastica interna* gefunden hat, während diese nach HAUPTMANN fehlen sollte. Die Nabelschnur des Pferdes wird distal vom äusseren Nabelring zerrissen. An dieser Stelle findet sich ein *Musculus sphincter umbilicalis*. Die Arterien verzüngen sich, was nach FISCHER (1932) fast ausschliesslich auf die Adventitiaabnahme zurückzuführen sein soll, während HAUPTMANN (1911), der ein viel umfangreicheres Material untersucht hat, auch eine deutliche

Abnahme der Muskelschicht der Arterienwand beschreibt. Dasselbe macht sich geltend für die Nabelvene. Die Amnionscheide reisst ebenfalls an derselben Stelle, die äusserlich auffällt durch eine Einschnürung (Abb. 13, Pfeil). Schliesslich wäre zu bemerken, dass an dieser präformierten Rissstelle die einzelnen Gefässadventitien zusammenschmelzen zu einem, für alle Gefässe gemeinsamen bindegewebigen Mantel. Beim Przewalskipferd findet der Nabelschnurriss an der selben Stelle statt, wie ich an einem, im Juni 1961 im zoologischen Garten Amsterdam geborenen Przewalskifohlen, dessen Nachgeburt ich erhielt, feststellen konnte. Die Reste der Nabelschnur am Bauch des Jungen und an der Nachgeburt sahen genau so aus wie beim domestizierten Pferd.

Die Ursache des Nabelschnurrisses ist zweifellos das Gewicht des Neugeborenen. Der 102 cm lange Nabelstrang eines Eselfohlens (Scheitel-Steisslänge 67 cm) zerriss nicht spontan bei der Geburt. Eine so lange Nabelschnur wird nicht einmal straff gespannt, wenn die Mutter nach der Geburt aufsteht und bleibt daher vom Gewicht des Neugeborenen unbeeinflusst.

Wiederkäuer, mit besonderer Berücksichtigung des Hausrindes

1 *Literatur.* Die Lehrbücher der tierärztlichen Geburtshilfe erwähnen ausnahmslos, dass die Nabelschnur der Wiederkäuer bei der Geburt spontan zerrissen wird. Es muss also eine präformierte Rissstelle bestehen. Weiter kommt man im allgemeinen leider aber nicht (FRANK ALBRECHT, 1914; SCHMALTZ, 1921; STOSS, 1944; DRAHN, 1957). Es ist bekannt, dass in dem Nabelschnurrest am Neugeborenen fast niemals Arterienreste distal vom Nabelring nachzuweisen sind. MEYER (1914) erklärt dies: „It is evident that the hypogastric arteries must have retracted through the foramen or arterial umbilical ring at the time of birth or that they must have ruptured intraabdominally.“ Er kommt zu dem Schluss, dass die erstere Möglichkeit tatsächlich richtig ist. Die Arterien reissen extraabdominal an einer Stelle, die zuvor intraabdominal war. Die meisten Autoren reden aber nur von einem Zurückschnellen der Arterienreste in den Körper des Jungen (HAUPTMANN, 1911; SCHMALTZ, 1921; FISCHER, 1932; BARCLAY, 1946; SLIJPER, 1960). Die Nabelvenen sind fest im Nabelring fixiert, aber die Arterien liegen im lockeren Bindegewebe eingebettet und sind sehr beweglich (FISCHER, 1932; ZIETZSCHMANN und KRÖLLING, 1955). Weiter gibt es diesbezüglich keine Arbeiten in der Literatur, mit Ausnahme von FISCHER (1932), der schliesslich kurz zu zitieren ist. FISCHER hat insbesondere den Nabel des Kalbes untersucht. Leider ver-



Abb. 13. Der Nabel und der proximale Teil der Nabelschnur eines Fetus des Pferdes (Scheitel-Steiss-Länge 81 cm). Der Pfeil deutet die Rissstelle an.

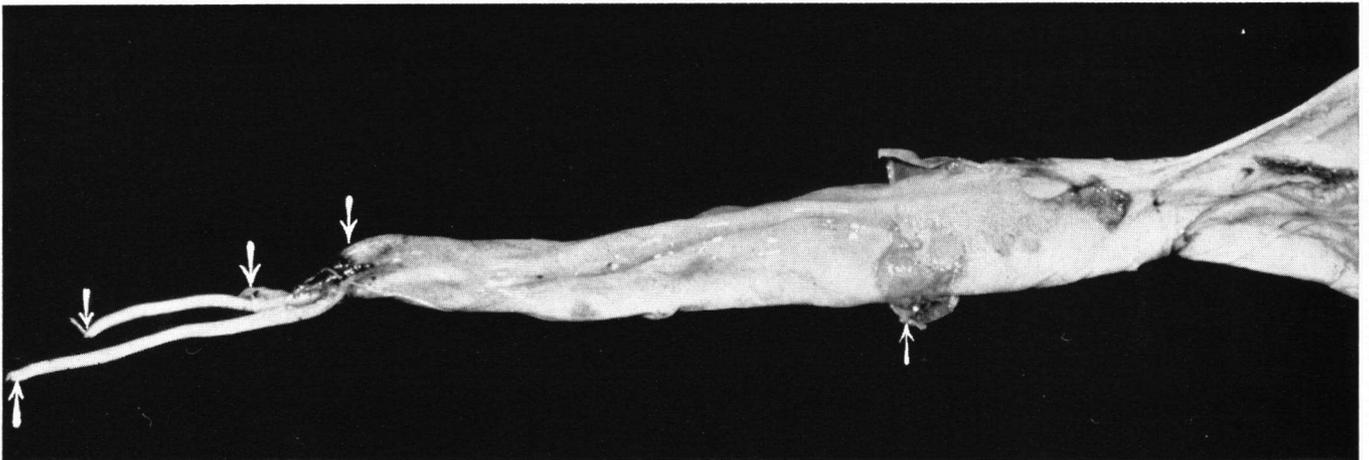


Abb. 16. Nabelschnurrest an der Nachgeburt des Kameles. Die Pfeile deuten (von links nach rechts) die Rissstellen der vier Gefäße und der Amnionscheide an. Die Länge der Gefäße betrug 40, 38, 34, und 32 cm. Die Whartonsche Sulze kam vor bis 29 cm und die Länge der Amnionscheide war 12 cm. Alle Messungen bis an die Bifurkationsstelle der Gefäße.

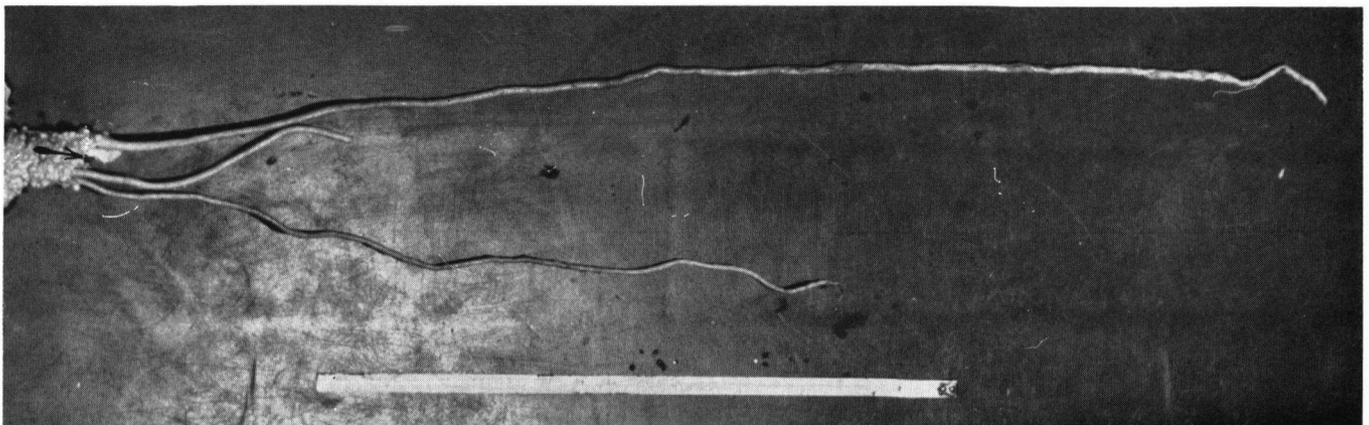


Abb. 20. Flusspferd. Nabelschnurrest an der Nachgeburt. Die vier Gefäße sind an sehr verschiedenen Stellen gerissen. Die Masse sind angegeben in Tabelle 12. Der 8 cm lange Gefäßrest ist durch einen Pfeil angedeutet.

TABELLE 8

Verzeichnis der Beobachtungen des Nabelschnurrisses bei 86 Geburten des Hausrindes. Alle Längenangaben in cm.
Länge der Gefässreste z.B.: 3 × 19, 1 × 6 d.h. drei Gefässe von 19 cm und eins von 6 cm

	Scheitel-Steisslänge des Kalbes	Lage: H = Kopfendlage S = Steissendlage	Länge der Nabelschnur	Länge des Nabelschnur- restes am Neugeborenen	Nabelschnurriss: spontan (s) oder künstlich (k)	Zahl der Gefässreste im Nabelschnurrest am Kalb	Länge der Gefässreste im Nabelschnurrest am Kalb
1	96	H	30	14	s	4	3 × 19, 1 × 6
2	99	H	27	8	s	0	4 × 0
3	95	H	30	12	s	2	2 × 3
4	100	S	25	9	s		
5	77	H	40	25	s	4	4 × 22,5 Frühgeburt 33 Wochen
6	99	H	27	14	s		
7	95	H	25	11	s		
8	96	S	28	12	s	0	4 × 0
9	97	H	29	12	s	0	4 × 0
10	101	H	20	8	s	0	4 × 0
11	94	H	25	8	s	3	3 × 14, 1 × 0
12	102	H	27	9	s	0	4 × 0 Spätgeburt 11 Monate
13	88	H	27	16	s	1	1 × 9
14	102	H	21,5	16,5	s	1	1 × 5,5
15	89	H	22	7	s	0	4 × 0
16	85	H	25	11	s	0	4 × 0
17	93	S	21	9	s	0	4 × 0
18	100	H	21	10	s	0	4 × 0
19	93	H	22	7	s	0	4 × 0
20	94	H	19	8	s	3	3 × 6, 1 × 0
21	89	H	29	20	s	4	4 × 9
22	90	H	24	13	s	0	4 × 0
23	98	H	33	15	s	0	4 × 0
24	97	H	29	17	s	0	4 × 0
25	99	H	26	8	s	1	1 × 3, 3 × 0
26	98	H	26	15	s	2	2 × 10, 2 × 0
27	99			6	s		
28			41	13	s		
29	91		43	18	s		
30	89		50	21	s		
31	86	H	49	30	s	4	4 × 19
32	91	S	38	17	s	2	2 × 2, 2 × 0
33	92	H	29	11	s	0	4 × 0
34	59	H	72	40	k	4	4 × 40 Frühgeburt 7½ Monat
35	85	H	63	26	k	4	4 × 25
36	98	H	48	18	s	2	2 × 0, 2 × 8
37	99	H		16	s		
38	85	H	46	17	s	0	4 × 0
39	99	H	38	12	s		
40	97	S	33	11	s	4	4 × 3
41	88	S	30	9	s	3	1 × 0, 3 × 4
42	100	H	39	14	s	1	1 × 4, 3 × 0 Spätgeburt 42 Wochen
43	99	S	62	10	k	4	4 × 10
44	101	H	25	11	s		
45	98	H	32	14	s		
46	98	H	28	11	s	0	4 × 0
47	100	S	30	9	s	2	2 × 6, 2 × 0

	Scheitel-Steißlänge des Kalbes	Lage: H = Kopflage S = Steisslage	Länge der Nabelschnur	Länge des Nabelschnur- restes am Neugeborenen	Nabelschnurriss: spontan (s) oder künstlich (k)	Zahl der Gefässreste im Nabelschnurrest am Kalb	Länge der Gefässreste im Nabelschnurrest am Kalb
48	102	H	34	5	s		
49	99	H	45	26	s		
50	88	H	36	8	s	1	3 × 0, 1 × 3
51	95	S	36	19	s	3	2 × 17, 1 × 10, 1 × 0
52	96	S	32	12	s	2	2 × 2, 2 × 0
53	96	H	26	11	s	0	4 × 0
54	94	H	33	15	s	4	4 × 18
55	90	S	37	20	s	3	1 × 9, 2 × 4, 1 × 0
56	98	H	33	15	s		
57	97	S	31	14	s		
58	99	S	29	10	s		
59	88	H		14	s	0	4 × 0
60	90	H		11	s	0	4 × 0
61	89	H	22	7	s	0	4 × 0
62	100	H	18	11	s	0	4 × 0
63	91	H	17	8	s	0	4 × 0
64	89	H	22	7	s	0	4 × 0
65	96	H	21	10	s	0	4 × 0
66	92	H	18	11	s	0	4 × 0
67	97	H	22	13	s	0	4 × 0
68	95	S	24	6	s	1	1 × 4, 3 × 0
69	99	S	19	10	s	0	4 × 0
70	98	H	30	12	s	0	4 × 0
71	88	H	17	9	s	0	4 × 0
72	97	H	16	7	s	0	4 × 0
73	96	H	16	10	s	0	4 × 0
74	99	H	23	12	s	0	4 × 0
75	93	H	27	7	s	0	4 × 0
76	90	H	21	12	s	0	4 × 0
77	97	H	25	14	s	0	4 × 0
78	91	H	17	5	s	0	4 × 0
79	92	H	24	11	s	0	4 × 0
80	90	H	18	7	s	0	4 × 0
81	99	H	21	11	s	0	4 × 0
82	93	H	17	6	s	0	4 × 0
83	97	H	16	9	s	0	4 × 0
84	94	H	22	11	s	0	4 × 0
85	99	H	25	9	s	0	4 × 0
86	95	H	25	11	s	0	4 × 0

fügte er nur über ein ziemlich kleines Material, dass zudem zum Teil von Aborten stammte. Die Haut geht kontinuierlich in die Amnionscheide über. Es gibt im Nabelring einen fibrösen Mantel, der sich allmählich unter die Amnionscheide verliert, aber doch distal vom äusseren Nabelring noch gut nachweisbar ist. Die Gefässadventitien können bei Kontraktionen der Gefässe den Gefässwänden nicht folgen und es entstehen Spalträume. REYNOLDS (1952) hat dies eben-

falls festgestellt. Die Arterien besitzen eine nur 20 μ dicke Adventitia, die aber bei jüngeren Feten 150 bis 200 μ dick sein kann. Die Muskelfasern sind fast ausschliesslich zirkulär angeordnet. Die Venae sind im Nabelstrang arterienähnlich. Sie erhalten im Nabelring aber eine charakteristische Venenstruktur. „Darin dürfte auch die Prädilektionsstelle zum natürlichen Riss liegen“ (FISCHER, 1932). Die Nabelvenen reissen im Nabelring. Die Arterien reissen distal vom äusseren

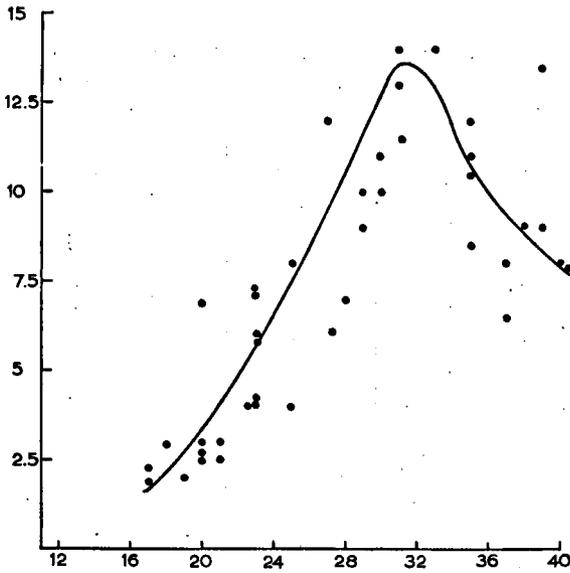


Abb. 14. Tragfähigkeit der Nabelschnur des Rinderfetus während der pränatalen Entwicklung in kg. Nach etwa 32 Wochen nimmt die Tragfähigkeit ab.

Nabelring und ihre Stümpfe ziehen sich ins Abdomen zurück. FISCHER fand eine Abnahme der Wandstärke gerade distal vom äusseren Nabelring. Er sagt: „Diese Verjüngung muss als Prädilektionsstelle für den natürlichen Riss angesehen werden. Da sie nicht scharf begrenzt ist, ist es auch verständlich, warum die Arterien nicht immer an der gleichen Stelle reissen und ihre Enden oft verschieden lang aus dem äusseren Nabelring hervorragen. Dass sie aber innerhalb der Bauchhöhle auf der Höhe der Harnblasenspitze liegen, beruht nicht auf einem Reissen an dieser Stelle, sondern auf dem Umstande, dass die distal vom äusseren Nabelringe reissenden Arterien sich nach erfolgtem Riss in die Bauchhöhle retrahieren. Die auf der Höhe der Harnblasenspitze liegenden Enden lassen sich nämlich mit Leichtigkeit bis in den äusseren Nabelring hervorziehen.“ Zudem zieht sich die Bauchfellfalte, die die Arterien enthält, zusammen und liefert also neben der eigenen Elastizität der Arterien einen Anteil im Zurückschnellen. Die Amnionscheide reisst nicht an einer bestimmten Stelle. Dies dürfte mit der Reichweite des fibrösen Mantels zusammenhängen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass es auf dem Punkt des Nabelschnurrisses bei den Wiederkäuern noch ziemlich viel Widerspruch der Autoren gibt, und dass bisher noch keine vollständige und genügende Erklärung gegeben wurde.

2 Wann und warum reisst die Nabelschnur? Im allgemeinen kommt das Kalb mit schon zerrissener Nabelschnur zur Welt. Aus Tabelle 8 geht hervor,

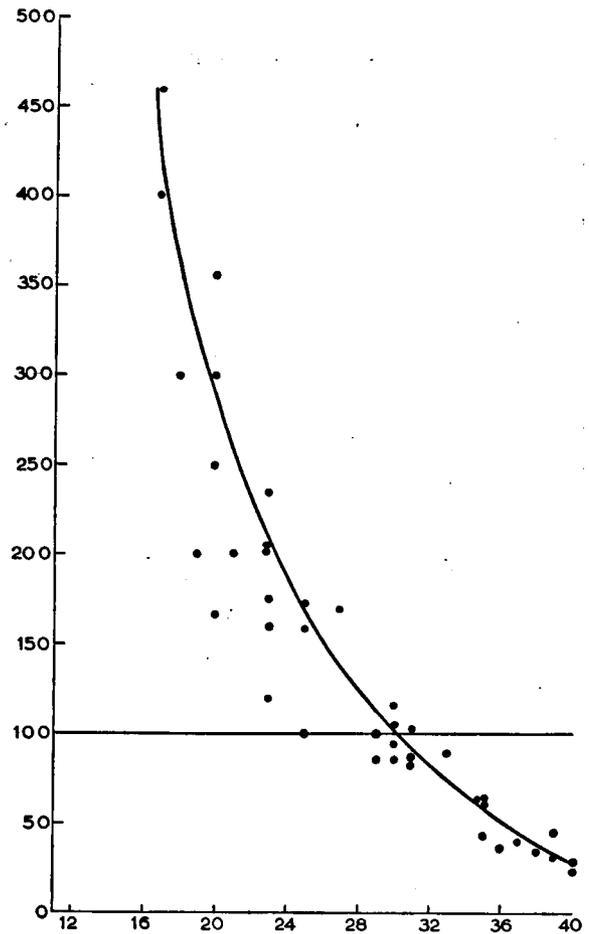


Abb. 15. Die Zugkraft, durch welche die Nabelschnur zerrissen wird, in Prozent des fetalen Gewichtes nach dem Alter des Fetus. Zwischen 28 und 32 Wochen ist diese Kraft etwa so gross wie das Gewicht des Fetus.

dass die Nabelschnur relativ kurz ist. Der Mittelwert beträgt 30 cm d.h. 31,9% der Scheitel-Steißlänge des geburtsreifen Fetus. Bei jüngeren Feten ist die Nabelschnur relativ länger (Tabelle 10), was SLIJPER (1960) für den Finnwal mitteilt. Nach STARCK (1957) fehlen auf diesem Gebiet noch Angaben in der Literatur. Die Nabelschnur des Rindes ist immer in der Curvatura minor des trächtigen Uterushornes befestigt. Der Kürze des Stranges wegen, ist es verständlich, dass die Nabelschnur straff gespannt wird, ehe der Nabel aus der Vulva getreten ist. In diesen sehr häufigen Fällen wird die Nabelschnur daher schon zerrissen, bevor der Nabel des Kalbes ausgetrieben ist. Ist die Nabelschnur etwas länger, so kann es geschehen, dass der Nabelschnurriss stattfindet wenn das Junge aus der Vulva gleitet, oder fällt, wie ich es beim Watussi-rind beobachtete. Die Nabelschnur eines Wasserbüffels wurde zerrissen im Augenblick, da die Mutter, nach der beinahe vollendeten Austreibung des Kalbes,

TABELLE 9

Verzeichnis der Messungen an Nachgeburten von Wiederkäuern. Die Massangaben sind manchmal geschätzt, weil die Mutter keine Menschen in der Nähe des Kalbes duldet. Wenn die Mutter die Nachgeburt aufgefressen hatte, konnte die Länge der Nabelschnur nicht gemessen werden. Für die Erklärung der Tabelle siehe Tabelle 8

Art.	Scheitel-Steiss-Länge	Lage	Länge der Nabelschnur	Länge des Nabelschnurrestes	Nabelschnurriß	Zahl der Gefässreste	Länge der Gefässreste
Ziege, <i>Capra hircus</i> (<i>Capra ibex</i> f. <i>hircus</i>)	50	H	27	13	s	0	4 × 0
„ oder <i>C. aegagrus</i> f. <i>hircus</i>)	48	S	30	11	s	2	2 × 4, 2 × 0
„	47	H	31	17	s	0	4 × 0
„	49	H	29	19	s	4	3 × 4, 1 × 2
„	44	S	37	21	k	2	2 × 2, 2 × 0
„	45	H	31	18	s	4	3 × 19, 1 × 10
„		H	23	9	s		
„		S	23	13	k		
Watussirind, <i>Bos taurus</i> (<i>Bos primigenius</i> f. <i>taurus</i>)	87	H	29	25	s	0	4 × 0
„				3	s	0	4 × 0
Yak, <i>Bos grunniens</i> (<i>Bos</i> (<i>Poëphagus</i>) <i>mutus</i> f. <i>grunniens</i>)	±70			15	s	0	4 × 0
Zebu, <i>Bos indicus</i> (<i>Bos primigenius</i> f. <i>indicus</i>)	±80			20	s	0	4 × 0
Wasserbüffel, <i>Bubalus bubalis</i> (<i>Bubalus arnee</i> f. <i>bubalis</i>)	87	H		30	s	0	4 × 0
Wisent, <i>Bos bonasus</i>	±95			±27	s	0	4 × 0
„	±95	H	34	5	s	0	4 × 0
„Hartebees“, <i>Alcelaphus caama</i>	±60	H		12	s	0	4 × 0
„Wildebees“, <i>Connochaetes gnu</i>		H	23	10	s	0	4 × 0
Kamel, <i>Camelus bactrianus</i> (<i>Camelus ferus</i> f. <i>bactrianus</i>)	129	H	50	4	s	0	4 × 0
„			30	11	s	0	4 × 0
Dromedar, <i>Camelus dromedarius</i> (<i>C. ferus</i> f. <i>dromedarius</i>)		H	62	±9	s	0	4 × 0
Vicuña, <i>Vicugna vicugna</i>			13	6	s	0	4 × 0
„			14	4	s	0	4 × 0

aufstand. Dies kann genau so beim Hausrind der Fall sein. Aber jedenfalls ist es klar, dass die Nabelschnur das Gewicht des Neugeborenen nicht zu tragen imstande ist. Der Riss der Gefäße kann entweder vor oder nach dem Reißen der Amnionscheide stattfinden. Beide Möglichkeiten findet man im Experiment und bei der natürlichen Geburt. Im letzten Fall kann man es nur beobachten, wenn die Nabelschnur nicht zu kurz ist. Von den 86 in Tabelle 8 mitgeteilten Fällen wurde die Nabelschnur nur dreimal nicht spontan zerrissen. Die Nabelschnur war hier (Nr 34, 35, 43) ausserordentlich lang, nämlich 112 %, 74 % und 63 % der Scheitel-Steiss-Länge. Ebenso wie beim obenangeführten Beispiel des Eselfohlens, ist das Gewicht der erwähnten Kälber nicht imstande, die Schnur zu zerreißen, weil sie infolge ihrer Länge nicht straff gespannt wird. In den Fällen 35 und 43 lag die Mutter. Im Fall 34 stand die Mutter. Hier war aber

das Gewicht des zufrühgeborenen Fetus nur 9½ Kg und es ist möglich, dass eine Nabelschnur des Rindes ein Gewicht von maximal 14 Kg tragen kann. Der Fetus war 7 Monate alt und die normale Tragfähigkeit in diesem Alter ist 9 bis 12 Kg (Abb. 14). Dass die Nabelschnur des Rindes nicht imstande ist, das Gewicht des Neugeborenen zu tragen, ist schon bekannt (SLIJPER, 1960). Ich habe im Amsterdamer Schlachthof versucht nachzuprüfen, welches maximale Gewicht die Nabelschnur während der embryonalen Entwicklung des Kalbes tragen kann. Die Kurve von Abb. 14 zeigt die Zugkraft, bei welcher die Nabelschnur zerrissen wird. Der Nabel ist am Anfang des Versuches normal intakt und die Zugkraft greift möglichst weit distal an. Je nachdem der Fetus älter wird, wird die Nabelschnur kräftiger, bis um etwa die 32. Woche das Maximum der Tragkraft, nämlich 14 Kg, erreicht wird. Merkwürdigerweise wird dann die

TABELLE 10
Verzeichnis der fetalen Nabelschnurlänge des Hausrindes

Alter in Wochen	Scheitel-Steiss-Länge in cm	Nabelschnurlänge in cm	Mittelwert der Scheitel-Steiss-Länge	Mittelwert der Nabelschnurlänge	Länge der Nabelschnur in % der Scheitel-Steisslänge
14	13	7	13	7	54
16	20	10	20	10	50
17	22, 20, 23, 22, 23, 21	16, 14, 18, 10, 11½, 15	21,8	14,1	65
18	27	16	27	16	59
19	26, 25, 25	13, 14, 15	25,3	14	55
20	28½, 35, 28, 27, 29, 29, 28, 28½	17, 20, 14, 12½, 20, 15, 18, 19	29,1	16,8	58
21	32, 33	16, 14	32,5	15	46
22	31, 31, 33, 34	17, 17, 15, 18	32,2	16,8	52
23	38, 35, 32, 41, 38, 38, 34, 35, 33, 36	16½, 17, 15, 18, 15, 16, 23, 20, 23, 20	36,0	18,3	51
24	38, 38, 35, 39, 39	20, 24, 20, 20, 20	37,8	20,8	55
25	45, 44, 50, 42, 43	26, 16, 26, 20, 28	44,8	23,2	52
26	42, 45, 42, 50, 56,	22, 24, 18, 20, 25	47,0	21,6	46
27	48, 50, 52, 50, 50, 51, 46	23, 26, 28, 23, 28, 22, 21	49,6	24,4	49
28	48, 53, 52	19, 26, 21	51,0	22,0	43
29	60, 56, 52, 61	20, 18, 24, 26	57,3	22,0	38
30	57, 59, 63, 60, 61, 64, 61	28, 20, 21, 23, 24, 22, 24	60,1	23,0	38
31	62, 66, 62, 64	22, 19, 20, 23	63,5	21,0	33
33	72, 65, 71	20, 25, 25	69,3	23,3	34
35	68, 79, 76, 76, 72	20, 22, 23, 22, 30	74,2	23,4	32
36	74, 79	30, 25	76,5	27,5	36
37	80	25	80	25	31
38	86	33	86	33	38
39	76	20	76	20	26
40	85	22	85	22	26
30.	bis 40. Woche (Mittelwert)				32,6

Zugfestigkeit des Nabelstranges geringer und am Ende der Tragzeit wird die Schnur schon bei einer Belastung von 6½ bis 9 Kg zerrissen. Dies stellt nur einen Bruchteil des Gewichtes des Neugeborenen dar. FISCHER (1932) sagt, dass die Arterien in jüngeren Stadien eine viel dickere adventitielle Schicht besitzen. Die verminderte Zugfestigkeit des Nabelstranges ist wahrscheinlich auf die Abnahme der Adventitia der Arterien zurückzuführen, denn wie unten noch angeführt werden muss, sind die Arterien bei der Zerreissung von grösster Bedeutung. Dazu muss aber bemerkt werden, dass gerade am Ende der Tragzeit der Musculus sphincter umbilicalis zur Entwicklung kommt (PARRY, 1954) und dass die Bauchwand und die Haut in den letzten Monaten viel derber und weniger nachgiebig werden. Wir werden noch zu besprechen haben, welche die Rolle dieser Elemente bei der Nabelschnurzerreissung ist. Jeden-

falls kann die verminderte Zugfestigkeit der Nabelschnur durch anatomische Ursachen erklärt werden. Schliesslich ist in Abb. 15 das Gewicht bei welchem die Nabelschnur zerrissen wird, in Prozent des Gewichtes des Fetus dargestellt. Etwa in der Mitte der Tragzeit (20 Wochen) kann die Nabelschnur ein Gewicht von 400 bis 500 % des fetalen Gewichtes tragen, während der Nabelschnur im letzten Schwangerschaftsmonat zwischen nur 20 bis 50 % des fetalen Gewichtes schwankt. Um die 30. Woche kann die Nabelschnur noch etwa das Gewicht des Fetus tragen. Die Methodik dieser Versuche wird in Abschnitt 3 mittgeteilt.

3 *Wo und wie reisst die Nabelschnur?* Im allgemeinen darf man sagen, dass die Nabelschnur der Wiederkäuer so zerrissen wird, dass der Nabelschnurrest am Neugeborenen keine ausserhalb des äusseren

Nabelringes sichtbare Gefäßstümpfe enthält. Dies ist nicht nur beim Rind (Tabelle 8) der Fall, sondern wurde auch beim Zebu, Watussirind, Wisent, Wasserbüffel, Yak, „Hartebees“, Dromedar und Kamel (Tabelle 9) beobachtet, ebenso beim Schaf und bei der Ziege. Dies ist auch beschrieben von manchen anderen Autoren (u.a. MEYER, 1914; SCHMALTZ, 1921; STOSS, 1944; SLIJPER, 1960).

Die Arterienstümpfe finden sich etwa in der Nähe der Harnblasenspitze und die Venestümpfe finden sich im Nabelring. FISCHER (1932) teilt dies für das Rind mit. Ich habe dies bestätigen können und dasselbe bei einem 3 Tage alten Kamelkalb gefunden. Der Urachus reißt bei der Harnblasenspitze und die Amnionscheide der Nabelschnur reißt an einer beliebigen Stelle. Die Amnionscheide ist also meistens der einzige Nabelschnurrest, der am lebenden Kalb zu sehen ist. Die Länge kann ganz verschieden sein (SLIJPER, 1960). Aus Tabelle 8 geht hervor, dass dieser Rest meistens länger als einige Zentimeter ist. Der kürzeste Rest war 5 cm, der längste Rest war sogar 30 cm lang. Der Mittelwert der Nabelschnurlänge des ausgetragenen Kalbes ist 30,0 cm. In der Regel ist der am Kalb zurückbleibende Rest kürzer als die halbe Nabelschnur. Von Bedeutung ist der Umstand, dass die Amnionscheide in den 86 Fällen von Tabelle 8, niemals bei der Epidermis-Amnion-Grenze am äusseren Nabelring zerrissen wurde. Dies ist aber wohl der Fall bei jüngeren Feten (Tabelle 11). Auf die Ursache dieses Phenomens wird in Abschnitt 4 näher eingegangen. Fast immer findet man in der Literatur die Angabe, dass die Nabelarterien nach vollendetem Riss in die Bauchhöhle zurückschnellen, indem sie sich retrahieren (MEYER, 1914; HAUPTMANN, 1911; SCHMALTZ, 1921; STOSS, 1944; BARCLAY c.s., 1946; SLIJPER, 1960). FISCHER (1932) hat zudem die Kontraktion der die Nabelarterien aufnehmenden Bauchfellfalte zu Hilfe gerufen. Meiner Ansicht nach retrahieren die Arterien aber nicht oder nicht nennenswert, denn die Elastizität ist nur ganz gering. Ich habe zum Stutz meiner Meinung vergleichende Beobachtungen an lebenden Tieren und gestorbenen Neugeborenen gemacht und dazu Experimente mit Feten von 17 bis 40 Wochen durchgeführt (Tabelle 11). Ich erhielt diese Früchte im intakten Tragsack. Die Nabelschnur wurde nach Öffnung des Tragsackes möglichst weit distal vom Nabel unterbunden, so dass die Gefässe an dieser Stelle fixiert, aber die Amnionscheide nicht verletzt wurde. Nach einiger Übung gelingt dies am Besten mit in Blut und Amnionflüssigkeit erweichtem Bindfaden. Gelang es nicht, so wurde ein anderer Fetus zum Experiment gewählt. Die Nabel-

TABELLE 11

Verzeichnis der Ergebnisse der Nabelschnurzerreissproben bei Rinderfeten. A = Arterie, V=Vene. Erklärung im Text.

Alter in Wochen	Zahl der Gefässe die innerhalb des Nabelringes rissen	Länge der Gefässreste ausserhalb des Nabelringes	Länge des Amnionscheiderestes
17	4		0
17	2	2 V 1½ cm	0
19	4		0
20	4		0
20	4		0
20	4		0
20	2	2 V 1 cm	0
21	1	2 A 1 cm, 1 V 1 cm	0
23	3	1 V 18 cm	0
23	4		0
23	3	1 A 2½ cm	0,2 cm
23	4		0
24	3	1 V 15 cm	1,5 cm
25	4		0
26	0	1 A 8 cm, 1 A + 2 V 22 cm	3 cm
29	3	1 A	4 cm
29	4		0,5 cm
30	4		?
30	0	2 A 12 cm, 2 V 25 cm	12 cm
30	4		12 cm
31	2	1 A 18 cm, 1 V 24 cm	10 cm
31	4		0,5 cm
31	4		1 cm
33	2	2 V nicht zerrissen	4 cm
33	4		?
35	2	2 V 23 cm	2,5 cm
35	4		19 cm
35	4		2 cm
35	3	1 V 1 cm	0
36	2	1 A + 1 V 21,5 cm	12 cm
37	4		13 cm
37	4		12 cm
37	4		9 cm
37	3	1 Gefäss 3 cm	10 cm
38	4		?
39	4		5 cm
39	3	1 V 20 cm	1 cm
40	4		?
40	4		4 cm
40	4		10 cm

schnurgefässe wurden nach dem Anbringen der Ligatur, distal derselben durchgeschnitten ebenso wie das Amnion und die Allantois. Die Fäden der Ligatur wurden jetzt an einem Unster befestigt und daher war es nun möglich abzulesen, bei welcher Zugkraft die Nabelschnur zerrissen wurde (Abb. 18 auf Tabel 3). Die Stelle des maximalen Ausschlages wurde angedeutet durch ein Stück Magneteisen, denn nach dem Riss schnellte der Zeiger unmittelbar auf den 0-Punkt

zurück. Aus diesen Experimenten gingen die schon in Abschnitt 2 erwähnten Erfolge hervor, aber zudem war es möglich, zu untersuchen, wie die einzelnen Teile der Nabelschnur zerrissen waren und zu gleicher Zeit war ich imstande, die Reste am Fetus und die „Plazentarreste“ mit einander zu vergleichen. Es ist von wesentlicher Bedeutung festzustellen, dass der Riss in diesem Experiment genau so stattfindet wie bei der normalen Geburt. Es war nämlich kein Unterschied zu finden zwischen einem ausgetragenen Fetus nach dem experimentellen Nabelschnurriss und dem neugeborenen Kalb, dessen Nabelschnur natürlich zerrissen war. Dass die Nabelarterien nicht elastisch retrahieren, ergibt sich aus folgenden Tatsachen.

1. Bei einem noch lebenswarmen Rinderfetus wurde nur eine Arterie zerrissen. Die intra- und extraabdominalen Teile sind zusammen genau so lang wie die intakte Arterie.

2. Sollte die Arterie elastisch retrahieren, dann müssten die am Kalb zurückbleibenden und die an der Nachgeburt befindlichen Reste der Nabelschnurscheide und der Nabelring zusammen immer länger sein als die Arteriestümpfe, die sich an der Nachgeburt befinden. Dies ist nur selten der Fall, denn sehr häufig sind beide etwa gleich lang. Sind aber nicht alle Gefässe innerhalb des äusseren Nabelringes, sondern zum Teil auch weiter distal zu finden, so kann man fast immer feststellen, dass diese Gefässstümpfe sich ganz und gar nicht retrahiert haben. Dies ist nur nachweisbar, wenn man sich die Mühe nimmt, die Nachgeburt abzuwarten und genaue Messungen durchzuführen. Eine kleine Diskrepanz kann auf Rechnung der Bauchfellkontraktion (FISCHER, 1932) kommen. Es kann aber vorkommen, dass die Gefässreste der Nachgeburt weit zurückgeglitten sind, da sie nur sehr locker und lose in den Fruchthüllen befestigt sind. Dass dies möglich ist, stellt man fest, indem man einen Nabelstrang distal von einer Ligatur teilweise durchschneidet. Schüttelt man jetzt intensiv den Uterus und die Fruchthüllen, was während der Nachgeburtszeit doch auch geschieht, so kann es vorkommen, dass die Gefässstümpfe nicht mehr genau passen. Die Ligatur schliesst ein Zurückschnellen in den Abdomen aus. Schliesslich dürften zwei Beispiele diese Tatsache näher verdeutlichen. Bei der Geburt eines Watussikalbes war der Nabelschnurrest am Kalb etwa 25 cm lang und enthielt keine Gefässstümpfe. An der Nachgeburt wurde nur eine Amnionscheide von 4 cm gefunden. Die Gefässstümpfe an der Nachgeburt hatten aber eine Länge von 29 cm. Es ist somit klar, dass hier nicht die Rede sein kann von Zurückschnellen im Körper. Bei der Geburt eines Kalbes enthielt der Nabelschnurrest am Kalb drei

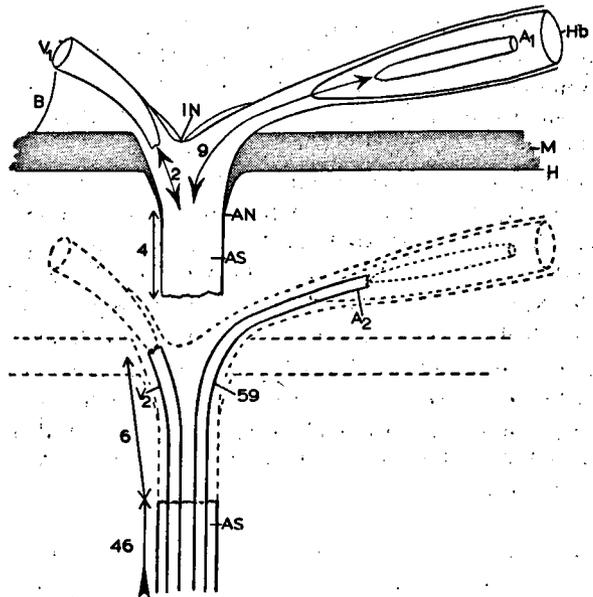


Abb. 17. Schematische Darstellung der Befunde der Nachgeburtsuntersuchung (unten) und der Sektion (oben) des Kalbes eines Kameles. Die Nachgeburtsreste der Gefässe und der Amnionscheide (unten) passen genau an die intraabdominalen Gefässreste und an den Amnionscheiderest am Nabel des Neugeborenen (oben, und unten wiederholt in unterbrochenen Linien). Alle Masse sind angegeben in cm. A₁, V₁ = intraabdominaler Arterien- oder Venenrest, A₂, V₂ = Arterien- oder Venenrest an der Nachgeburt, AS = Amnionscheide, IN und AN = innerer und äusserer Nabelring, Hb = Harnblase, H = Haut, M = Muskelschicht, B = Bauchfellfalte.

Gefässstümpfe von 14 cm Länge und die Amnionscheide war nur 8 cm lang. An der Nachgeburt wurden zwei Gefässstümpfe von 9 cm, einer von 10 cm und einer von 25 cm gefunden, während die Amnionscheide 17 cm lang war. Die Diskrepanzen sind durch das Zurücksinken in der Nachgeburt zu erklären. Da dies aber möglicherweise die Vertreter der Lehre der sich am Abdomen retrahierenden Arterien, nicht überzeugen dürfte, führe ich jetzt den dritten Punkt an.

3. Bei der Geburt eines Kameles blieb am Nabel des Neugeborenen ein 4 cm langer Rest ohne Gefässstümpfe zurück. An der Nachgeburt wurde ein Rest der Amnionscheide von 46 cm gefunden. Die Nabelschnur hatte also eine Länge von 50 cm gehabt. Die Reste der Arterien waren 59 cm der Venen 51 und 52 cm lang. Es unterlag keinem Zweifel, dass die Gefässe innerhalb des äusseren Nabelringes zerrissen waren. Drei Tage nach der Geburt starb das Junge und ich war in der Lage die Nabelgefässstümpfe zu untersuchen. Die Arterienstümpfe lagen etwas caudal der Harnblasenspitze. Der Abstand des äusseren Nabelringes bis zur Spitze der Arterienstümpfe war 9 cm. Die Venen waren etwas distal ihrer Vereinigung

unter starker Zerfaserung zerrissen. Die Stümpfe waren nicht völlig gleich lang. Der Abstand dieser Stümpfe bis zum äusseren Nabelring betrug 1 und 2 cm. Aus diesen Messungen geht hervor, dass weder die Gefässreste im Neugeborenen noch jene in der Nachgeburt elastisch retrahiert sind. Die Tatsache, dass die Adventitia der Arterienwand etwa 5 cm caudal von der Rissstelle noch intakt war, macht es zudem unwahrscheinlich, dass die Arterien ausserhalb des Nabelringes reissen an einer Stelle die sich zuerst innerhalb des inneren Nabelringes befand, wie MEYER (1914) annimmt für das Schaf. In Abb. 17 sind die Befunde der Sektion und der Nachgeburtsuntersuchung dargestellt, während Abb. 16 (Tafel 2) den Nabelschnurrest einer anderen Nachgeburt des Kammeles zeigt.

Obwohl im normalen Fall die Gefässe also innerhalb des Nabelringes reissen, sind Ausnahmen häufig (Tabelle 8, 9 (Ziege), und 11). Von 65 Geburten aus Tabelle 8, wobei der Nabelschnurrest am ausgetragenen Kalb untersucht *) wurde, waren 44 Reste ohne Gefässstümpfe (d.h. 67,7%) und 21 Reste, die eine oder mehrere Gefässstümpfe enthielten. Unter den 44 normalen Fällen waren nur 3 Geburten in Steissendlage (6,8%), während unter den 21 anderen Fällen 8 Geburten in Steissendlage waren, also 38%. Von 54 Geburten in Kopflage wurden in 41 Fällen keine Gefässstümpfe im Nabelschnurrest angetroffen, d.h. 75,9% der Fälle war normal. Von 11 Geburten in Steissendlage waren nur 3 Kälber, deren Nabelschnurrest keine Gefässstümpfe enthielt, also nur 27,3%. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Geburtslage irgendwie von Bedeutung ist für die Art und Weise des Nabelgefässrisses. Die Kopflage ist viel günstiger für das intraabdominale Reissen der Gefässe als die Steissendlage. Im nächsten Abschnitt wird auf dieses Phänomen ausführlicher eingegangen.

4 Ursachen des spontanen Nabelschnurrisses: die präformierten Rissstellen. Aus den Abschnitten 1 bis 3 geht hervor, dass der spontane Nabelschnurriss meistens in einer genau bestimmten Weise stattfindet. Von einer präformierten Rissstelle, wie beim Pferd, kann hier aber nicht die Rede sein, denn Arterien, Venen, Urachus und Amnionscheide reissen nur ausnahmsweise an derselben Stelle (z.B. Tabelle 8 Nr. 5). Es gibt also mehrere präformierte Rissstellen. Der Urachus reisst an der Harnblasenspitze, was von FISCHER (1932) auch schon mitgeteilt worden ist. An

*) Nr 34, 35 und 43 wurden des künstlichen Risses wegen nicht berücksichtigt. Nr 85 und 86 wurden nach Abfertigung dieser Berechnung beigelegt.

dieser Stelle wird das Gewebe dünner und weniger muskulös. Der Urachusriss ist also leicht verständlich. Dass Reissen der Venen findet in kurzer Entfernung von der Vereinigungsstelle statt. Hier gehen die arterienähnlich gebauten Venae umbilicales über in ein gemeinsames Stück, das eine typische Venenstruktur aufweist. Zudem ist der gemeinsame Teil der Nabelvenen fest im Nabelring verwachsen. Diese Tatsachen erklären, warum die Nabelvenen gerade distal vom inneren Nabelring reissen. FISCHER (1932) hat diese Tatsachen schon ganz richtig beschrieben und ich kann an dieser Stelle nur sagen, dass ich FISCHERS Ansichten betrefflich des Venenrisses völlig teile.

Das Reissen der Arterien ist viel komplizierter und wurde bisher noch niemals richtig beschrieben. Die von FISCHER (1932) beschriebene Verjüngung der Nabelarterien gerade distal vom äusseren Nabelring habe ich nicht eindeutig feststellen können. Es dürfte gelegentlich vorkommen, aber dies ist bestimmt nicht die präformierte Rissstelle. Ich habe schon angeführt, dass die Arterien etwa zur Höhe des inneren Nabelringes zerrissen werden. Die Stümpfe findet man dann zur Höhe der Harnblasenspitze, also beim Rind gerade caudal vom inneren Nabelring. Hier findet man tatsächlich eine schwächere Stelle in der Arterie. Wenn man eine Nabelarterie, nachdem man diese Stelle markiert hat, von der Aorta bis zur Plazenta auspräpariert und nachher an den beiden Enden zieht, so reisst sie genau an dieser Stelle. Ich habe das jetzt mit dem Unsterversuch wiederholt. Die Arterie eines 33 Wochen alten Fetus des Rindes wurde zuerst an der natürlichen Stelle zerrissen bei einer Zugkraft von 1,5 Kg, während der Rest der Arterie erst bei einer Kraft von 5 Kg zerrissen werden konnte. Es ist also klar, dass es tatsächlich eine schwächere Stelle gibt gerade caudal vom inneren Nabelring. Diese Stelle bleibt schwächer, auch bei in Formalin 5% fixierten Arterien, denn man kann diesen Versuch oftmals mit gutem Erfolg an fixierten Arterien wiederholen. Man soll aber nur Arterien von Feten aus den letzten zwei Trächtigkeitsmonaten verwenden. Zur Erklärung der schwächeren Stelle sind folgende Umstände anzuführen.

1. Der extraabdominale Teil der Arterie liegt ziemlich lose in der Whartonschen Sulze. An der Rissstelle findet man die gleichen Verhältnisse wie in der Nabelschnur, während weiter intraabdominal, die Arterien fester und dichter im Bindegewebe eingebettet sind. ZIETZSCHMANN und KRÖLLING (1955) haben schon auf die lose Einbettung hingewiesen. Dazu ist aber die Adventitia von Interesse. Der Mittelwert der Adventitiadicke des intraabdominalen Teiles der Nabelarterie eines fast ausgetragenen Fetus betrug 150 μ

bis 280 μ . Die Adventitiadicke wurde nun gemessen an 4 Stellen eines 2 cm langen Längenschnittes der Arterie zur Höhe des inneren Nabelringes und der Harnblasenspitze. Hierin sollte sich also die Rissstelle befinden. Der Mittelwert betrug proximal 124 μ und distal 53 μ , also eine starke Abnahme. Dies geht auch hervor aus den folgenden Messungen: 150 μ , 100 μ , 90 μ , 75 μ , 45 μ , die in regelmässigen Abständen durchgeführt wurden. Die Adventitia des extraabdominalen Arterienteiles geht allmählich in die Whartonsche Sulze über, ist aber, wenn abgegrenzt erkennbar, etwa 75 μ dick. Die Adventitia ist also gerade caudal vom inneren Nabelring am dünnsten. Gelegentlich findet man sogar Adventitien von nur 10 bis 25 μ Dicke an dieser Stelle. FISCHER (1932) teilt mit, dass die Adventitia in jüngeren Stadien dicker ist. Dies habe ich bestätigen können.

2. Die Muskelschicht der Nabelarterie ist gerade caudal vom inneren Nabelring ebenfalls ganz anders aufgebaut als die weiter intraabdominalen und extraabdominalen Teile. Die Wand der drei untersuchten Stellen der Nabelarterie eines 39 Wochen alten Fetus war reichlich 2 mm dick.

Die Messungen ergaben Folgendes:

	Extraabdominal	Gerade caudal vom inneren Nabelring	Intraabdominal
Längsmuskelschicht	1350 μ	350 μ	1600 μ
Zirkuläre Muskelfasern	750 μ	2145 μ	430 μ
Zirkuläre Muskeln in % der Wanddicke	35%	86%	21%

Hieraus geht einwandfrei hervor, dass die Längsmuskeln in der Rissstelle nur einen geringen Teil der Wanddicke bilden, während sie an anderen Stellen den Hauptanteil der Muskelschicht bilden. Es versteht sich von selbst, dass eine Stelle mit vielen zirkulär angeordneten Muskelfasern leichter reißt als eine mit vielen Längsmuskeln, wozu auch die spiralisch angeordneten Fasern gerechnet wurden. Nach BARCLAY (1946) sollten beim Schaf in der Umgebung des Nabels die Längsmuskeln völlig fehlen. Die Rissstelle der Arterien ist also gekennzeichnet durch eine gering entwickelte Adventitia und eine Muskelschicht mit hauptsächlich zirkulär verlaufenden Fasern. Diese beiden Umstände wirken zusammen und verursachen die leichte Zerreibbarkeit an dieser Stelle.

Die Totalstruktur des Nabels ist für den Arterienriss ebenfalls von Bedeutung, was aus den oben-

beschriebenen Unterschieden im Zerreißen bei Kopf- und Steissendlage hervorgeht. Bei einer Geburt in Kopfundlage, die für die Wiederkäuer die weitgehend häufigste Geburtslage ist, werden die Nabelarterien in einem Bogen gespannt (Abb. 19 A). Die Nabelarterien entspringen caudal vom Nabel, und laufen deshalb in cranialer Richtung zum Nabel. Hier werden sie abgebogen nach ventral. Bei der Austreibung bleibt das distale Nabelschnurende in der Curvatura minor des trächtigen Uterushornes befestigt, und die Nabelarterien werden infolgedessen nach dem Austritt aus dem Nabelring wieder nach caudal abgebogen. Die, die Nabelarterien enthaltende Bauchfellfalte wird ein wenig ausgereckt und deshalb kommt die schwächere Stelle gerade am inneren Nabelring zu liegen. Durch die starke Entwicklung des fibrösen Mantels und des Musculus sphincter umbilicalis ist der Nabelring am Ende der Tragzeit sehr derb und wenig nachgiebig, während auch die Haut und weitere Bestandteile des Nabels und der den Nabel umringenden Bauchwand um diese Zeit wenig dehnbar und nachgiebig sind. Die U-förmig gebogenen Arterien kommen deshalb mit ihrer schwächsten Stelle gerade auf einen festen Rand zu liegen, und es versteht sich, dass sie an dieser Stelle reißen werden, was tatsächlich in der Mehrzahl der Fälle geschieht. Bei einer Geburt in Steissendlage liegen ganz andere Verhältnisse vor (Abb. 19 B). Die Nabelarterien verlaufen in cranialer Richtung zum Nabel und ebenfalls in cranialer Richtung vom Nabel zur Curvatura minor des trächtigen Uterushornes. Da der Nabelring meistens mehr oder weniger geräumig ist, werden sie im Nabel nur sehr wenig geknickt. Die präformierte Rissstelle der Arterien kommt jetzt also nicht auf einen festen Rand zu liegen, und wenn die Nabelarterien bei einer Steissendgeburt tatsächlich an der Rissstelle reißen, ist dies nur der präformierten Rissstelle in der Arterienwand zu verdanken, während bei der Kopfundgeburt auch die Straffheit des Nabelringes ihren Anteil liefert. Nun wird auch begreiflich, weshalb bei in Kopfundlage geborenen Kälbern häufiger Nabelschnurneste ohne Gefässstümpfe angetroffen werden, als bei in Steissendlage geborenen (Vergleiche Abschnitt 3). Für den Venenriss ist die Lage nicht von Bedeutung, weil der gemeinsame Venenteil sehr fest im Nabelring verwachsen ist. FISCHER (1932) sagt, dass die Venen häufiger innerhalb des äusseren Nabelringes reißen als die Arterien, aber unter seinem Material befanden sich auch mehrere Steissendlagen und Aborten, die 7 Monate oder jünger waren. Diese Angabe FISCHERS ist im allgemeinen also nicht völlig zuverlässig, gilt aber für Steissendgeburten, denn ich habe wiederholt festgestellt, dass die Venen bei einer

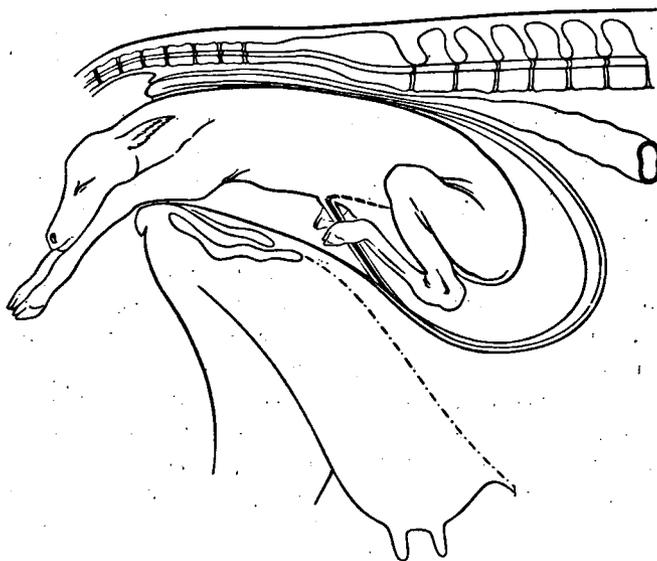
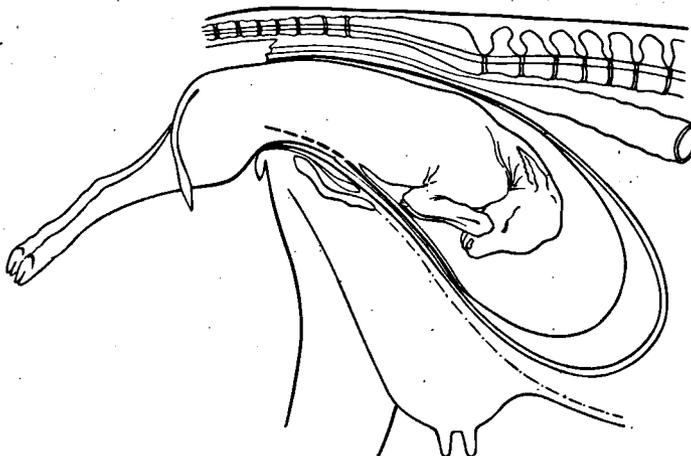


Abb. 19. A. Die Geburt des Kalbes in Kopfendlage. Um zu zeigen, dass die Arterien gebogen werden, ist eine Nabelarterie eingezeichnet. Die präformierte Rissstelle fällt mit der Biegungsstelle zusammen.



B. Die Geburt des Kalbes in Steissendlage. Es ist ein Nabelarterie eingezeichnet um zu zeigen, dass die Arterien nicht gebogen werden. Die intraabdominalen Teile der Nabelarterien sind unterbrochene Linien, die extraabdominalen Teile sind ununterbrochen gezeichnet.

geringeren Zugkraft reissen wie die Arterien. Zum Schluss sind noch die ziemlich zahlreichen Ausnahmefälle, in denen ein oder mehrere Gefässstümpfe im Nabelschnurrest geblieben sind, zu erwähnen. Vielleicht kommt die, von FISCHER (1932) beschriebene, Verjüngung der Arterienwand distal des äusseren Nabelringes hier in Betracht. Es dürfte vorkommen, dass diese Verjüngung neben der obenbeschriebenen Rissstelle vorkommt. Dann ist es verständlich, dass die Arterie auch an einer extraabdominalen Stelle reissen kann, wenn diese schwächer ist als die präformierte Stelle: Ich habe das niemals nachweisen

können, halte es jedoch nicht für unmöglich.

Schliesslich ist noch das Reissen der Amnionscheide zu besprechen. Eine schwächere Stelle konnte ich nicht nachweisen. Die Rückbildung der Auswüchse (NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG, 1961) kann hier ebenfalls nichts erklären. Deutlich ist nur, dass der Riss beim ausgetragenen Kalb fast niemals an der Grenze zwischen Epidermis und Amnion stattfindet, was zu erklären ist aus dem Umstand, dass der fibröse Mantel weiter distal reicht als die Epidermis. Bei jüngeren Feten ist dieser Mantel weniger entwickelt, und wird die Nabelschnur fast immer gerade am

Nabelring abgerissen. Das Zurückbleiben von einem Stück der Amnionscheide ist von grösster Bedeutung. Die weiche Substanz klebt aufeinander und trocknet rasch ein, wodurch Eindringen von Bakterien erschwert wird. Die Annahme FISCHERS (1932), dass die Reichweite des sich unter die Amnionscheide verlierenden fibrösen Mantels etwas mit der Rissstelle der Amnionscheide zu tun hat, ist sehr wahrscheinlich, denn der Rest am Kalb ist fast immer kürzer als die halbe Nabelschnur. Der Mittelwert beträgt 38 % der Nabelschnurlänge.

Hippopotamus amphibius

1 *Befunde an untersuchten Nachgeburten.* Über den Nabelschurriss des Flusspferdes liegen keine Angaben in der Literatur vor. Wir wissen nur, dass dieser Riss spontan zustande kommt (SLIJPER, 1956). Ich habe drei Nachgeburten untersucht und konnte feststellen, dass die Nabelschnur immer an einer anderen Stelle zerrissen war, und dass die Gefässe einer und derselben Nabelschnur ebenfalls nicht an einer vergleichbaren Stelle zerrissen waren. Nur einmal war die Länge des Nabelschnurrestes am Jungen bekannt. Die Befunde gehen aus Tabelle 12 hervor.

TABELLE 12
Der Nabelschurriss beim Flusspferd
(Massangaben in cm)

Nabelschurriss am Jungen	Länge der ganzen Nabelschnur	Nabelschurriss an der Nachgeburt	
		Amnionscheide	Die einzelnen Gefässe
?	?	0	0 0 0 4
?	?	7½	8 28 79 116 Abb. 20 (auf Tafel 2)
±60	±75	15	12 18 61 72

Aus diesen Befunden dürfen wir schliessen, dass es beim Flusspferd keine präformierte Rissstelle gibt, und dass die Nabelschnur und deren Teile an irgendeiner willkürlichen Stelle reissen. Zu diesem Schluss kommt auch SLIJPER (1956). Das Gleiche dürfte auch beim schwarzen Nashorn der Fall sein. An der Nachgeburt war ein Rest von 6 cm (Amnionscheide und Gefässe) vorhanden und am Jungen ein Rest von 12 cm. Alle Teile waren an derselben Stelle zerrissen. LANG (pers. Mitt. an SLIJPER) teilte aber einen Fall mit, wobei die Nabelschnur am Bauch des Jungen abgerissen war.

2 *Mikroskopische Untersuchungen.* Bei der mikro-

skopischen Untersuchung konnten keine Unterschiede im Bau der Arterienwände festgestellt werden. Auch die Wanddicke ist nahezu konstant, unabhängig, ob man ein distales oder ein proximales Stückchen untersucht. Die Dicke der Arterienwand ist 1300 bis 1500 μ . Im extraabdominalen Teil der Nabelschnur haben die Venen einen arterienähnlichen Bau. Zur Höhe des inneren Nabelringes vereinigen sich die beiden Nabelvenen, wobei die Wand abnimmt bis zu einer Dicke von etwa 600 μ und weiter intraabdominal sogar bis nur etwa 300 μ . Diese Abnahme findet seine Ursache vor allem in dem Umstand, dass die Wand jetzt weniger Muskelfasern enthält. Die Gefässe enthalten in ihren extraabdominalen Teilen reichlich spiralig-zirkuläre Muskelfasern und zwar an der peripheren Seite 1000 μ bis 1300 μ , während die Längfasern in einer 150–350 μ dicken Schicht mehr zentral angeordnet sind. Diese Struktur ist genau dieselbe für die Arterien und Venen zwischen Plazenta und innerem Nabelring. Beim inneren Nabelring ändert sich die Struktur der Venen, aber die Arterien bleiben gleichartig in ihrem Bau und verlaufen seitlich der Harnblase zur Aorta. Im Nabelring und in ihrem intraabdominalen Verlauf sind alle Nabelgefässe besonders gut in ein derbes Bindegewebe eingebettet. In der Nabelschnur ist die Einbettung weniger derb, obwohl viel derber als beim Rind.

Leider konnte ich nur einen nicht ausgetragenen Fetus mit einer Scheitel-Steiß-Länge von 55 cm untersuchen. Die obenbeschriebenen Verhältnisse können sich also vor der Geburt noch ändern. Doch liegt die Annahme nahe, dass sich die erwähnten Strukturen nicht mehr völlig ändern. Da die Arterien in ihrem ganzen Verlauf die gleichen Strukturen zeigen, und weil die Gefässe sehr gut eingebettet sind, lassen sich die Befunde der Nachgeburtenuntersuchung recht gut verstehen, weil auch bei mikroskopischer Untersuchung keine einzige Andeutung einer präformierten Rissstelle nachweisbar ist. Schliesslich ist noch zu bemerken, dass ein *Musculus sphincter umbilicalis* beim Flusspferd nicht vorhanden ist.

Schwein

1 *Beobachtungen bei Geburten und beim experimentellen Nabelschurriss.* Ich habe bei frischen Feten des Hausschweines wiederholt beobachtet, dass die Nabelschnur das Gewicht des Fetus tragen kann. Schüttelt man aber ein bisschen, dann reisst die Nabelschnur. Meistens kann die Nabelschnur kaum ein grösseres Gewicht als das des Fetus tragen, obwohl ich einmal feststellte, dass die Nabelschnur eines 20 cm langen Feten von 250 gr erst bei einem Ge-

wicht von 750 gr zerrissen wurde. Einmal beobachtete ich auch, dass die Nabelschnur das Gewicht eines 17 cm langen Feten nicht tragen konnte. Die Nabelschnur hat am Ende der Entwicklung eine Länge von etwa 75 bis reichlich 100 % der Scheitel-Steiß-Länge des Jungen, ausnahmsweise sogar bis 150 %. Die Nabelschnur ist immer glatt und kann gewunden sein oder nicht. Wenn die Nabelschnur gewunden ist, bleiben die Gefäße parallel zueinander verlaufen.

Die Nabelschnur wird im Experiment und bei einer normalen Geburt an einer willkürlichen Stelle zerrissen. Im Experiment fand ich z.B. bei sechs etwa 22 cm langen Feten, deren Nabelschnuren 28, 28, 24, 23, 19 und 20 cm lang waren, dass die Nabelschnurreste an den Bäuchen der Feten 0, 0, 6, 9, 8 und 10 cm lang waren. Bei einer normalen Geburt wurden Nabelschnurreste von 6, 12 und 15 cm beobachtet. Beim Thailändischen Hängebauchschwein wurden von drei bald gestorbenen Jungen die Nabelschnurreste gemessen. Die Jungen hatten eine Scheitel-Steiß-Länge von 21,17 und 15 cm, während die Nabelschnurreste 12, 15 und 3 cm lang waren.

Aus diesen Befunden geht hervor, dass bei den Schweinen die Nabelschnur an einer willkürlichen, also nicht präformierten Stelle reißt, obwohl die Nabelschnur nur ausnahmsweise beim Nabel abgerissen wird. Fast immer reißen die einzelnen Teile der Nabelschnur an derselben Stelle.

2 Mikroskopische Untersuchungen. FISCHER (1932) teilt mit, keine präformierte Rissstelle gefunden zu haben. Die Gefäße zeigen keine Stelle wo die Wand dünner ist. Sie sind überall gleichmässig mit der Whartonsche Sulze verbunden. Die ganze Arterienwand (800 μ) besteht aus zirkulären Fasern. Die Venenwand ist nur 400 μ dick und hat einen charakteristischen venösen Bau. Der Urachus hat nur Längsmuskeln.

Die Angaben FISCHERS (1932) habe ich beim europäischen domestizierten Schwein an einem 24 cm langen Fetus und beim Thailändischen Hängebauchschwein an einem 21 cm langen Neonaten bestätigen können. Beim Nabel wird die Einbettung im Bindegewebe fester als in der Nabelschnur. Im grossen und ganzen sind der Nabel und die Nabelschnur des Schweines denen des Flusspferdes sehr ähnlich, was die systematische Verwandtschaft in Anbetracht genommen, eben nicht verwunderlich ist. Die grosse Menge an Zirkulärmuskulatur macht das Reißen der Gefäße ganz einfach und weil die Bindegewebeinbettung intraabdominal straffer ist als extraabdominal, versteht es sich, dass der Riss fast immer distal vom Nabel stattfindet.

Primates

Die Nabelschnur der Primaten wird bei der Geburt nicht spontan zerrissen, da sie das Gewicht des Jungen tragen kann. Ein Rhesusaffe im Basler Zoo drückte nach der Geburt die Plazenta an seine Brust, während das Junge mitgeschleppt wurde (HEDIGER pers. Mitt. mittels SLIJPER, 1960). MEYER (1914) teilt mit, dass die Nabelschnur des Menschen (mittleres Geburtsgewicht des Kindes ist 3250 g) ein Gewicht von 15 Kg tragen kann. Wenn man die menschliche Nabelschnur zerreisst, so reisst sie nach MEYER fast immer in der Nähe der Plazenta.

Ich konnte nur einige schlecht fixierte Stückchen der Nabelschnur und des Nabels eines totgeborenen Makaken mikroskopisch untersuchen, wobei ich feststellen konnte, dass die Gefäße intra- und extraabdominal sehr gut in Bindegewebe eingebettet sind. Der Faserverlauf ist überall spiralig. Aus diesen spärlichen Angaben dürfen wir keine tiefgehenden Schlussfolgerungen ziehen, aber doch liegt die Annahme nahe, dass die gute Bindegewebeeinbettung und der spiralige Faserverlauf die ausserordentliche Zugfestigkeit des Primatennabelstranges ermöglichen. Doch ist eine Bestätigung dieser Befunde noch sehr erwünscht.

Carnivora pinnipedia

Die Nabelschnur der Pinnipedia wird nicht durchbissen, sondern spontan an einer willkürlichen Stelle zerrissen. Sie ist sehr kurz. Die Rissstelle findet sich häufig distal der Mitte des Nabelstranges und manchmal sogar in der Nähe der Plazenta (SLIJPER, 1956). Diese Angaben kann ich vollständig bestätigen. Die Nabelschnur eines 42 cm langen Fetus der Mähnenrobbe, *Otaria byronia*, hatte eine Länge von nur 4 cm, also kaum 10 % des Fetus. Beim kalifornischen Seelöwen, *Zalophus californianus*, betrug die Länge der Nabelschnur eines 51 cm langen Fetus 11,5 cm, also 22,5 %. Bei einem Junggeborenen war an der Bauch ein 25 cm lange Rest des Nabelstranges vorhanden. An der Nachgeburt war kein Nabelschnurrest mehr zu finden. Bei einem etwa ausgetragenen Seehundfetus, *Phoca vitulina*, von 76,5 cm war die Nabelschnur nur 8,5 cm lang (Abb. 21) also nur 11,1 %. Den Nabel und die Nabelschnur dieser Frucht konnte ich mikroskopisch untersuchen. Die Gefäße sind intra- und extraabdominal gut eingebettet in das Bindegewebe, das besonders im Bereich des Nabels dicht gefügt ist. Die Gefässwände enthalten reichlich Muskelfasern. Der Verlauf der Muskelfasern ist an jeder Stelle gleich. Überall fand ich zentral angeordnete Längsfasern und peripher zirkulärverlaufende Muskulatur. Zwischen beiden findet man meistens spiralige Muskulatur, während auch zwischen

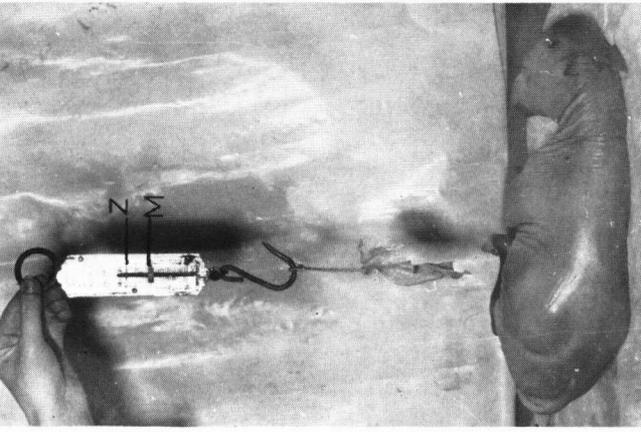
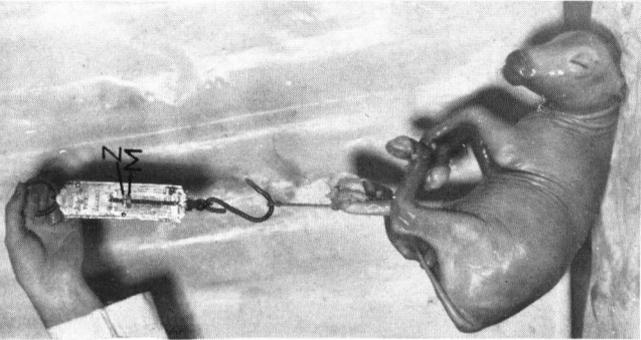


Abb. 18. Nabelschnurzerreissprobe. A: Aufstellung und Befestigung vor dem Riss, B: nach dem Riss. Z = Zeiger, M = Magneteisen. Nachdem der Riss stattgefunden hat, deutet das Stückchen Magneteisen die letzte Stelle des Zeigers an. Erklärung im Text.



Abb. 21. Ausgetragener Sechsfüßter. Die Nabelschnur ist sehr kurz. Kopfendlage.

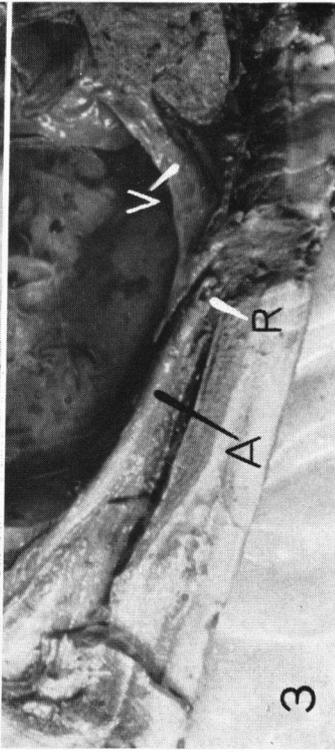
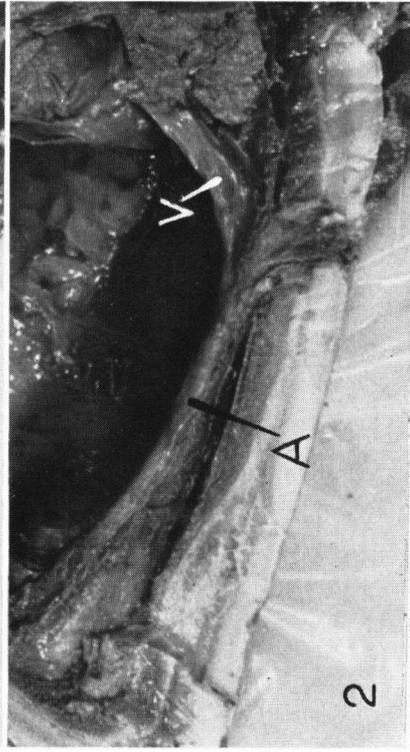
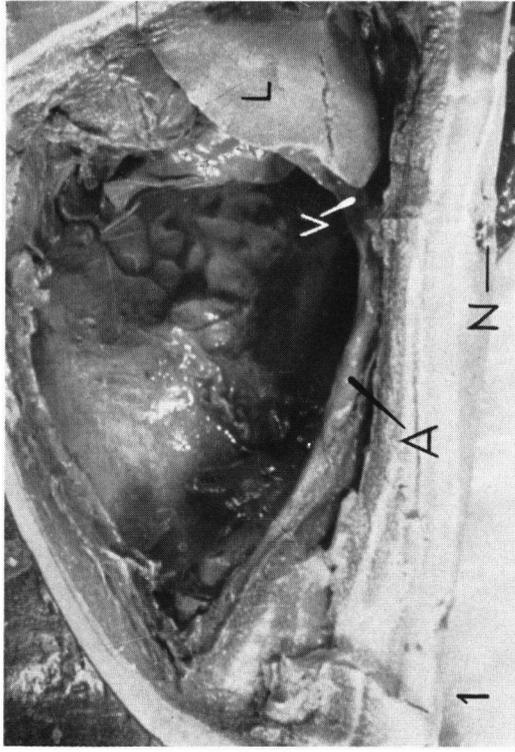
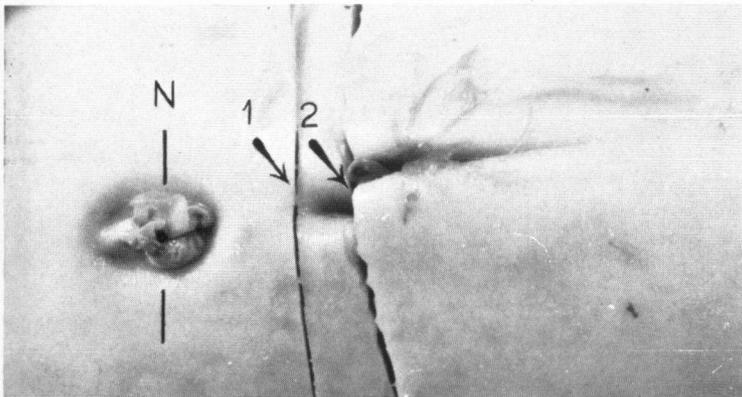


Abb. 23. Braunschweiner von 62 cm. Die Leibeshöhle ist geöffnet und die Därme sind entfernt. A = Nabelarterie, V = Nabelvene, N = Nabel, R = Rissstelle, L = Leber. Die Bauchwand ist lateral vom Nabel durchgeschnitten in 1 und genau durch den Nabel in 2. Die Bauchfellfalte, die die Arterien umhüllt, ist entfernt in 3. Die Leber ist teilweise entfernt in 2 und 3.

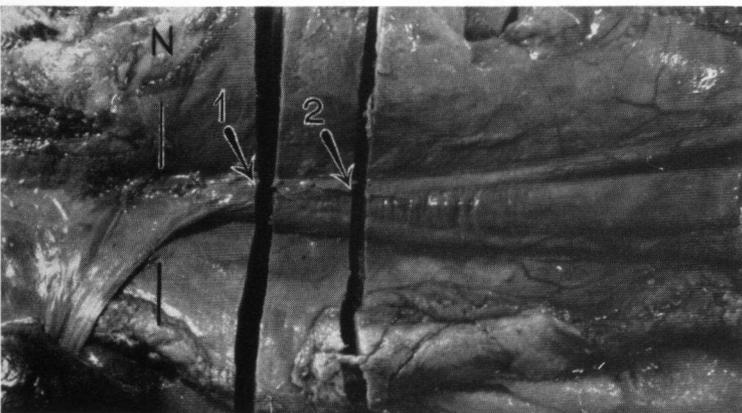


Abb. 22. Nabel eines neugeborenen Brautfisches von 67 cm Länge.

Aufnahme W. L. VAN UTRECHT



a



b

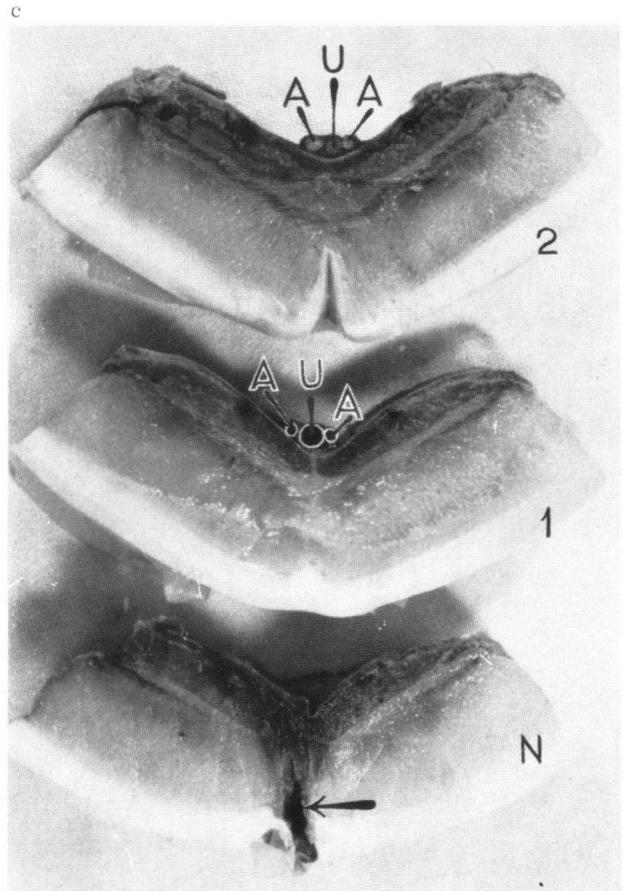


Abb. 24. Brautfischeonatus von 67 cm. Bauchwand mit Nabel (N) und Andeutung der Querschnitte (1 und 2), von aussen (a) und von innen (b) gesehen. Drei Querschnitte (bei N, 1 und 2 aus a und b) sind abgebildet in c. Erklärung im Text.

den zirkulären Fasern noch vereinzelte Längsfasern zu finden sind. Die sehr feste Bindegewebeeinbettung im Nabelringbereich bedingt, dass die Nabelschnurgefäße distal vom Nabel zerrissen werden. Die Struktur der Gefäßwände macht es wahrscheinlich, dass sie einer hohen Zugkraft widerstehen können. Die Verzweigung in der Plazenta bildet wahrscheinlich die schwächste Stelle. Tatsächlich findet man häufig, dass die Nabelschnur an dieser Stelle zerrissen wird, wie oben schon angeführt wurde.

Cetacea

1 *Literatur.* Die Nabelschnur der Wale wird spontan zerrissen (SLIJPER, 1956). Die Nabelschnur ist kurz, nämlich nur etwa 40 % der Länge des ausgetragenen Fetus. Die Nabelschnur wird während der letzten Phase der Austreibung des Jungen straff gespannt und in der Nähe des Nabels zerrissen. Die Amnionscheide des Braunfischnabelstranges hat eigentümliche Epithelwucherungen, die in der Nähe des Nabels am zahlreichsten sind. SLIJPER (1956) nimmt an, dass dadurch die Zugfestigkeit der Nabelschnur an dieser Stelle geringer ist. Er konnte diese zahlreichen Einwucherungen nur bei grossen Feten nachweisen. CHITTLEBOROUGH (1958) beschreibt den Nabelschnurriss des Buckelwals. Der Riss findet auch hier beim Nabel statt. Weitere Angaben fehlen in der Literatur.

2 *Experimenteller Nabelschnurriss beim Finnwal, Balaenoptera physalus.* VAN UTRECHT hat auf meine Bitte auf dem holländischen Walfangmuttersschiff „Willem Barendsz“ von einigen nahezu ausgetragenen Finnwalfeten den Nabelstrang experimentell zerreißen lassen. Dies ist viel schwieriger als beim Rind, weil diese Feten etwa 6 m lang waren. Menschliche Kraft ist nicht ausreichend und VAN UTRECHT benützte deshalb eine Dampfwinde um diese Nabelschnuren zu zerreißen. Die Nabelschnur reißt beim Nabel. Es bleibt aber am Nabel ein kleines Restchen der Amnionscheide zurück. Die Bauchwand kontrahiert elastisch. Die Gefäße reißen wahrscheinlich intraabdominal, denn nach dem Riss sieht der Nabel wie ein Krater aus, in den die Faust eines Mannes passt. VAN UTRECHT hatte niemals den Eindruck, dass die Gefäße extraabdominal zerrissen werden und sich durch anschliessende Kontraktionen in die Leibeshöhle zurückziehen. In Bezug auf den Nabelschnurriss unterscheidet sich der Finnwal vom Rind nur durch die variierende Länge des Amnionscheidenrestes am Nabel des Kalbes.

3 *Beobachtungen über den natürlichen Nabelschnurriss beim Braunfisch, Phocaena phocoena.* Ich habe drei tot am Strand gefundene Braunfische untersucht, und zwar zwei neugeborene und einen sehr jungen. Sie waren 62 cm, 67 cm und 75 cm lang. Bei den beiden ersten Tieren war am Nabel noch ein Rest der Amnionscheide vorhanden (Abb. 22 auf Tafel 4). Nach den Angaben von VAN UTRECHT (1960) ist es tatsächlich möglich, dass die Tiere geboren werden bei einer Länge von 60 bis 80 cm. Es stellte sich heraus, dass die Gefäße innerhalb des inneren Nabelringes zerrissen waren. Der Arterienriss findet eben caudal vom Nabelring statt und der Venenriss zur Höhe der Vereinigung der beiden Nabelvenen. In Abb. 23-1 (auf Tafel 3) ist die Leibeshöhle eines Braunfischneonaten geöffnet und sind die Därme entfernt. Der Nabel (N) findet sich unten im Bild. Gerade über dem Nabel treten die Gefäße (A = Arterie und V = Vene) hervor. Sie sind noch nicht aus der bindegewebigen Hülle ausgeripariert. In Abb. 23-2 ist der Nabel sagittal durchschnitten. Es finden sich keine Gefässreste mehr im Nabel. Bei 23-3 sind die bindegewebigen Hüllen der Arterien entfernt, und bei R erkennt man die Rissstelle. Abb. 24-a zeigt die Nabelregion eines anderen Braunfisches von aussen, und Abb. 24-b zeigt dasselbe Präparat von der inneren Seite. Die Pfeile 1 und 2 in Abb. 24-b bezeichnen eine der beide Nabelarterien. In Abb. 24-a und b sind durch N, 1 und 2 die Querschnitte aus Abb. 24-c angedeutet. Der Querschnitt N führt genau durch den Nabel, 1 befindet sich vor und 2 hinter der Rissstelle der Arterien. Aus Abb. 24-cN geht einwandfrei hervor, dass der Nabel nur noch ein leerer Krater ist (durch einen Pfeil angedeutet). In Abb. 24-c2 sind die Arterien durch A angedeutet und der Urachus durch U. In Abb. 24-c1 bedeuten diese Buchstaben nur die entleerten bindegewebigen Röhren, aus denen beim Nabelschnurriss die Arterien und die Urachus herausgezogen worden sind. Die feste Struktur des Bindegewebes in Abb. 24-c2 macht es unwahrscheinlich, dass die Gefäße ausserhalb des Nabels zerrissen sind, und sich nachher kontrahiert haben, denn dann könnten sie nicht fest mit ihrer Umgebung verbunden sein. Auch der dritte Braunfisch zeigte dasselbe Bild des Nabelschnurrisses. Wir dürfen also annehmen, dass dies der normale Vorgang ist.

4 *Anatomie des Finnwalnabels, mit besonderer Berücksichtigung der präformierten Rissstellen.* Die Anatomie des Nabels ist die Basiskenntnis zum Verstehen der Verhältnisse beim natürlichen Nabelschnurriss. Die Anatomie des Finnwalnabels wurde bisher noch nicht genügend eingehend beschrieben.

Deshalb habe ich den Nabel einiger grösseren Finnwalfeten untersucht. Die Ergebnisse sind vor allem dargestellt in Abb. 25, die neben elf Photoaufnahmen von Querschnitten an verschiedenen Stellen eine schematische Zeichnung eines sagittalen Schnittes durch den Nabel, worin die Lagen der Querschnitten angegeben sind, zeigt. Die Aufnahmen 1 bis 11 sind vollständig gleich aufgenommen und vergrössert, weshalb wir also berechtigt sind, die Grösse verschiedener Teile zu vergleichen.

In der Nabelschnur sind vier Blutgefässe vorhanden, nämlich zwei Arterien (Na) und zwei Venen (Nv), die genau wie der Urachus (U) in die Whartonsche Sulze (Wh) eingebettet sind. Die Nabelschnur wird vom Amnion umgeben. Die Amnionscheide (A) ist mit vielen Amnionperlen besetzt (NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG, 1961). Die Amnionscheide (A) ist kontinuierlich mit der Haut (H) verbunden (KLAATSCH, 1886; NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG, 1961). Der kleinste Durchmesser des Nabelstranges findet sich unmittelbar distal des äusseren Nabelringes (Nra) (Vergleiche die Querschnitte 1 und 2 mit 3). Als äusseren Nabelring (Nra) bezeichnet man die Stelle des Übergangs der Haut in die Amnionscheide und als inneren Nabelring (Nri) die Stelle, wo die Gefässe nach ventral biegen, um quer durch den Bauchmuskel (M) zum äusseren Nabelring zu verlaufen. Ein Musculus sphincter umbilicalis fehlt bei den Cetacea (SLIJPER, 1960). Die Rectusscheiden (R1 und R2) bilden Falten, die die Blutgefässe in ihrem intraabdominalen Verlauf umhüllen. Im Bereich zwischen innerem und äusserem Nabelring bildet die innere Rectusscheide (R2) einen fibrösen Mantel (R2f), der die Gefässe, den Urachus und die Whartonsche Sulze von den Bauchmuskeln trennt. Die äussere Rectusscheide (R1) bildet ebenfalls einen fibrösen Mantel (R1f), der aber viel kleiner ist und sich zwischen den Arterien und Urachus einerseits und den Venen andererseits befindet. Die Bauchmuskulatur hat eine trichterförmige Vertiefung, wo sie von den Gefässen durchbohrt wird. In diesem Bereich bleibt ein breiter Spalt (S) übrig. Zentral im Nabel ist häufig eine trichterförmige Vertiefung, die von dem fibrösen Mantel der äusseren Rectusscheide abgegrenzt wird, vorhanden. Der intraabdominale Verlauf der Gefässe hat grosse Übereinstimmung mit dem Gefässverlauf anderer Säuger. Die beiden Nabelvenen (Nv) vereinigen sich erst ziemlich spät nach dem Eintritt in die Bauchhöhle. An dieser Stelle wird die Gefässwand, die im extraabdominalen Teil etwa so dick ist, wie diejenige der Arterien, viel dünner. Dies stimmt also überein mit den Befunden FISCHERS (1932) beim Rind. Die Nabelarterien (Na) verlaufen neben dem

Urachus (U) und nachher an der ventrolateralen Seite der Harnblase (Hb). Im caudalen Verlauf biegen sie mehr nach dorsal (Querschnitt 11). Zwischen den Querschnitten 9 und 10, d.h. in einer Entfernung von etwa 5 cm vom inneren Nabelring, springt vor allem eine sehr starke Abnahme der Wanddicke der Arterien ins Auge. Dies kann man einfach feststellen durch palpieren, und man kann es auch mit dem blossen Auge sehen am auspräparierten Gefäss. Tabelle 13 enthält die entsprechenden Zahlenwerte.

Die dünnste Stelle der Wand stimmt tatsächlich mit der Rissstelle der Nabelarterien überein, wie dies beim Brautfisch festgestellt und oben erwähnt wurde. Leider ist es, infolge des Verbotes Jungtiere zu töten, nicht möglich, einen neugeborenen Finnwalf zu untersuchen und wir müssen uns mit dem Vergleich mit Zahnwalen begnügen.

Die Venenwand erfährt ebenfalls eine erhebliche Verdünnung, etwa zur Höhe der Nabelvenenvereinigung. Da die Gefässe von einer Bauchfellfalte umgeben werden, sind sie nicht vollständig unbeweglich, und die Annahme liegt nahe, dass die Stellen, wo die Wand sich verjüngt, bei Zug an der Nabelschnur etwa zur Höhe des inneren Nabelringes zu liegen kommen. Dieselbe Beweglichkeit hat FISCHER (1932) für das Rind beschrieben. Die schwächeren Stellen finden sich dann also gerade dort, wo die Gefässe umbiegen in ihrem Verlauf zum äusseren Nabelring. Da der fibröse Mantel der inneren Rectusscheide (R2f) hier vorhanden ist, werden die Gefässe an ihren schwächsten Stellen um einen mehr oder weniger festen und undehnbaren Rand gebogen, was die Wahrscheinlichkeit, dass der Riss gerade dort stattfinden wird, in starkem Masse vergrössert. Genau wie beim Rind findet also auch bei den Walen der Riss der Nabelgefässe höchstwahrscheinlich intraabdominal statt.

Eine Nabelarterie des $4\frac{1}{2}$ m langen Finnwalfetus (vergleiche Tabelle 13 A) wurde histologisch untersucht. Zwischen dem äusseren Nabelring und der Plazenta wird die Arterie von lockerem Bindegewebe (Whartonsche Sulze) umgeben. Der zentrale Arterienteil besteht hauptsächlich aus zirkulären Muskelfasern und Bindegewebe. Diese Schicht ist etwa 3000 bis 5000 μ dick. Eine periphere Schicht von etwa 1300 bis 1500 μ enthält hauptsächlich Bindegewebe mit vereinzelt Gruppen von longitudinal verlaufenden Muskelfasern. Eine deutliche Grenze zwischen dieser Schicht und der Whartonsche Sulze ist nicht vorhanden. Zwischen innerem und äusserem Nabelring wird die bindegewebige Umhüllung der Arterien

TABELLE 13A
Dicke der Nabelarterienwand eines Finnwalfetuses von 450 cm

	Stelle, etwa zur Höhe von Querschnitt . . . aus Abb. 25	Wanddicke in mm
1	Querschnitt 10-11	1
2	„ 9 Harnblasenspitze	4
3	„ 8 innerer Nabelring	5
4	„ 6	5 bis 6
5	„ 4 äusserer Nabelring	5
6	„ 3 3 cm distal vom äusseren Nabelring	6
7	7 cm	7
8	11 cm	6 bis 7
9	15 cm	6

TABELLE 13B
Dicke der Nabelarterienwand eines Finnwalfetuses von 330 cm

	Stelle	Wanddicke in mm
1	intraabdominal 9 cm vom inneren Nabelring	1
2	„ 6 cm	1½ bis 2
3	„ 3 cm	3
4	beim inneren Nabelring	4
5	zwischen innerem und äusserem Nabelring	5
6	beim äusseren Nabelring	5
7	extraabdominal 5 cm vom äusseren Nabelring	6
8	„ 11 cm	7
9	„ 18 cm	10
10	„ 28 cm	11
11	„ 43 cm	12

bedeutend derber und die Schicht der longitudinal verlaufenden Muskelfasern enthält weniger Bindegewebe. Die Dicke dieser Schicht bleibt etwa unverändert (1200 bis 1300 μ). Die Schicht der Zirkulärmuskulatur wird im Bereich des inneren Nabelringes dünner (1800 bis 2200 μ). Weiter intraabdominal (zwischen den Querschnitten 9 und 10 von Abb. 25) ist die bindegewebige Umhüllung immer noch sehr fest und straff. Die Schichten der Arterienwand sind aber sehr stark verjüngt und haben nur noch eine totale Dicke von rund 1700 μ , wobei vor allem die Tatsache ins Auge fällt, dass die Schicht der longitudinalen Muskulatur nur noch etwa 200 μ stark ist. Es ist also klar, dass die obenerwähnte plötzliche Verjüngung der Arterienwand an dieser Stelle, vor allem auf den starken Rückgang der Längsmuskulatur zurückzuführen ist: Diese Schicht bildet hier nur 11,6 % der Muskelschicht, während sie distal des inneren Nabelringes fast immer für 20 bis 30 % am Aufbau der Muskelschicht beteiligt ist. Das nahezu Fehlen der Längsmuskulatur ist als Hauptursache der geringeren Zugfestigkeit der Arterienwand an dieser Stelle anzusehen. Die präformierte Arterienrisstelle der Wale

stimmt also zum grössten Teil mit derjenigen der Wiederkäuer überein, obwohl die Adventitia der Wiederkäuer an dieser Stelle fast fehlt, während sie beim Finnwal gut entwickelt ist.

Die obenerwähnten Ergebnisse konnte ich bestätigen bei der Untersuchung von Präparaten zweier anderen Nabelarterien von Finnwal feten. Es stellte sich heraus, dass die Längsmuskulatur in den weiter caudal gelegenen Teilen fast völlig fehlte (Abb. 25 Querschnitt 11, das fehlende Stückchen). Die derbe bindegewebige Einbettung der Gefässe war bei diesem Fetus distal vom inneren Nabelring nicht vorhanden.

Schliesslich untersuchte ich die Haut-Amnion-Grenze beim äusseren Nabelring. Die von SLIJPER (1956) beschriebenen „eigentümlichen Epitheleinwucherungen“, die er beim Brautfisch gefunden hat, habe ich beim Finnwal nicht feststellen können. Dass die Amnionscheide etwa bei der Hautgrenze reisst, liegt auf der Hand, weil der fibröse Mantel nicht weiter distal reicht. Beim Rind hat der fibröse Mantel eine grössere Reichweite, weshalb die Amnionscheide fast immer distal vom äusseren Nabelring reisst. Der

Urachus hat eine stark entwickelte muskulöse Wand im Bereich des inneren Nabelringes. Distal von dieser Stelle ist die Wand dünner und muskelarm. Die Muskeln werden nach dem Riss die Harnblase verschliessen und nachher verwachsen. Die Venen reissen an der Stelle, wo die Wand typisch venös wird. Der Riss der Venen und des Urachus stimmt also mit demjenigen des Rindes überein.

d Schlussfolgerungen

Der spontane Nabelschnurriss ist bekannt bei Walen, Pinnipedia und Huftieren. Die Verhältnisse beim Pferd sind schon eingehend untersucht und beschrieben von HAUPTMANN (1911) und von FISCHER (1932). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen hat man nachher ohne weiteres als allgemein richtig angenommen. Manche Bücher reden von der natürlichen oder vorgebildeten Rissstelle in der Nabelschnur des Kalbes, ohne nur mit einem Wort zu erwähnen, wodurch sich diese vorgebildete Rissstelle von anderen Stellen unterscheidet, und wo sie sich findet, ZIETZSCHMANN und KRÖLLING (1955) zeichnen den Nabel des Kalbes mit behaarter Haut und eine Nabelschnur, die reichlich mit Amnionperlen vom Villustyp versehen ist, die nach NAAKTGEBOREN und ZWILLENBERG (1961) nur in jüngeren Stadien reichlich an der Nabelschnur vorhanden sind. In diese Abbildung haben sie einen Pfeil gezeichnet, der die natürliche Rissstelle andeuten soll. Nur beim Pferd reißt die Nabelschnur an der entsprechenden Stelle. Beim Kalb dagegen gibt es mehrere präformierte Rissstellen, nämlich für die Arterien und den Urachus gerade innerhalb des inneren Nabelringes und für die Venen etwas mehr distal, während die Amnionscheide in einiger Entfernung (grösser aber als in der erwähnten Abbildung) vom äusseren Nabelring reißt. Bei den Walen reissen die einzelnen Teile etwa in der gleichen Weise wie bei den Wiederkäuern, nur mit der Ausnahme, dass die Amnionscheide etwa bei der Haut abgerissen wird.

Vor allem wurde die vorgebildete Rissstelle der Arterien untersucht. Tatsächlich konnte nachgewiesen werden, dass die charakteristischen Merkmale dieser Stelle nicht vorhanden sind bei Säugern, deren Nabelschnuren an einer willkürlichen Stelle zerrissen werden, z.B. Flusspferd, Schwein, Seehund, oder durchgebissen werden, z.B. beim Affen. Die Nabelarterien dieser Tiere besitzen reichlich zirkuläre und/oder spiralige Muskelfasern und sind gut eingebettet in mehr oder weniger dicht gefügtes Bindegewebe. Bei den Wiederkäuern ist die Dicke der Arterienwand etwa konstant. Fast an allen Stellen sind viele Längsmuskelfasern und nur wenige Zirkulärmuskelfasern vorhanden. Im intraabdominalen Bereich sind die Arterien gut

eingebettet in Bindegewebe. Nur die Rissstelle enthält wenig Längsfasern und ist reichlich von Zirkulärmuskulatur versehen, während die Bindegewebeschicht an dieser Stelle kaum entwickelt ist. Bei den Walen ist eine Verjüngung der Gefässwand, die auf das immer sparsamere Vorkommen von Längsmuskeln zurückzuführen ist, Ursache des Entstehens einer schwächeren Stelle, deren Bindegewebeschicht aber nicht rückgebildet ist. Diese Stelle findet sich bei Walen und Wiederkäuern intraabdominal, während die Nabelschnurgefässe des Pferdes gerade extraabdominal reissen, und die der Schweine und des Flusspferdes weit distal vom Nabel. Diese Verschiedenheiten sind ausnahmslos auf anatomische Ursachen zurückzuführen und wurden oben vergleichend anatomisch erklärt.

VIII DANKWORT

An erster Stelle möchte ich Herrn Professor Dr E. J. SLIJPER danken, der mich während meiner Untersuchungen und bei der Bearbeitung des Manuskriptes immer wieder anregte durch sein warmes Interesse, und dessen wertvolle Hinweise und grosse Literaturkenntnis mir viele Male von Nutzen waren.

Vielen Dank schulde ich an zweiter Stelle den Herrn Direktoren und den Herrn Tierärzten der Schlachthöfe zu Amsterdam, Rotterdam und Den Haag für ihre lebenswürdige Mitarbeit und Hilfe beim Versammeln von Material und Angaben, sowie den Verwaltungen der Tiergärten zu Amsterdam und Rotterdam für das Überlassen von Angaben, Tierleichen und Nachgeburten, und der Niederländischen Walfanggesellschaft für das zur Verfügung gestellte Material.

Vor allen haben Fräulein W. VANDENDRIESSCHE und Herr W. L. VAN UTRECHT viel Angaben über die Lage von Feten und über den Nabelschnurriss versammelt. Für ihre Hilfe und die von vielen anderen bin ich sehr erkenntlich.

IX ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird die Geburt des Kaninchens (multipares Säugetier) und des Rindes (unipares Säugetier) beschrieben und mit der Geburt anderer Säuger verglichen. Das Verhalten der Mutter bei der Geburt hat sich nicht geändert trotz der Domestikation. Die Geburt findet meistens statt zu der Zeit, da die Tiere gewöhnlich ruhen. Dies wird von Sympathicus-Parasympathicus-Rhythmus bedingt. Die entleerten Uterusteile der Ratte und wahrscheinlich aller Multiparen ziehen sich stark zusammen, weshalb die späteren Jungen keinen längeren Weg zur Vulva zurückzulegen haben und also nicht mehr von Erstickungsgefahr bedroht werden als die ersten.

Die Lage der uniparen Säuger kommt zustande infolge Formanbequemung, Gravitation und der Raumverhältnisse in der Bauchhöhle. Eine ausführlichere Zusammenfassung von Kapitel V findet man auf Seite 23.

Der erste Atemzug wird ausgelöst durch die Störung

des plazentaren Gasstoffwechsels. Nur bei asphyktischen Jungen kann die Atmung einsetzen durch die Wirkung äusserer Reize (Kap. VI).

Der spontane Nabelschnurriss der Wale und der Huftiere, ausser dem Schwein und dem Flusspferd, findet statt an einer oder mehreren präformierten Rissstellen. Diese Stellen sind anatomisch und histologisch verschiedenartig gebaut. Bei den Tieren, deren Nabelschnur an einer willkürlichen Stelle durchbissen wird oder spontan reisst, sind diese Eigentümlichkeiten nicht vorhanden. Eine Zusammenfassung von Kapitel VII findet man auf Seite 46.

X LITERATUR

- BARCLAY, A. E., K. J. FRANKLIN, and M. M. L. PRICHARD: The foetal circulation and cardiovascular system and the changes that they undergo at birth. Blackwell Scientific Publications Ltd Oxford. 1946.
- BARCROFT, J.: Researches on prenatal life. Blackwell Scientific Publications Ltd Oxford. 1946.
- BOHLKEN, H.: Haustiere und Zoologische Systematik. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, 76, Heft 1, 107, 1961.
- BREE, P. J. H. VAN: Persönliche Mitteilungen 1960, 1961.
- CHITTLEBOROUGH, R. G.: The breeding cycle of the female Humpbackwhale, *Megaptera nodosa* (Bonnaterre). Austr. Journ. of Mar. and Freshwater Research, 9(1), 1, 1958.
- COHRS, P.: Kann man an Hand einer Nachgeburt deren genaue Lage im Uterus feststellen? Tierärztliche Rundschau 40, 469, 1934.
- CURSON, H. H. and J. B. QUINLAN: The situation of the developing foetus in the Merinosheep. Onderstepoort Journ. of Vet. Sci. and Animal Ind. 2(2), 657, 1934.
- CURSON, H. H. and J. B. QUINLAN: The situation of the developing foetus in the uterus of the live Merinosheep. Onderstepoort Journ. of Vet. Sci. and Animal Ind. 7(1), 227, 1936.
- DAWES, G. S.: Fetal and neonatal circulation in relation to congenital heart disease. In: Congenital heart disease. Herausgegeben von Am. Ass. for the advancement of science, Washington. 1960.
- DEUTSCH, J. A.: Nest building behaviour of domestic rabbits under semi-natural conditions. Brit. Journ. of Animal Behaviour 5, 53, 1957.
- DÖDERLEIN, A.: Handbuch der Geburtshilfe. Drei Bände. Bergmann, Wiesbaden, 1915, 1920.
- DRAHN, F.: Haustiergeburtskunde. Fischer, Jena, 1958.
- DUNSTAN, D. J.: Caudal presentation at birth of a Humpback Whale. Norsk Hvalfangst Tidende 46, 553, 1957.
- FISCHER, J.: Über den Nabel des Kalbes sowie einiger anderer Haustiere mit besonderer Berücksichtigung seines Verhaltens bei der Geburt. Zeitschr. Anat. Entwicklungsgesch. 97, 535, 1932.
- FRANK ALBRECHT (1914) zitiert nach FISCHER (1932).
- GRANZOW, J.: Zur vergleichenden Physiologie der Geburtsvorgänge. Archiv für Gynaekologie 139, 317, 1930.
- HALL, K.: Relaxin. Journ. of Reproduction and Fertility, 1, 368, 1960.
- HAUPTMANN, E.: Über den Bau des Nabelstranges beim Pferde mit besonderer Berücksichtigung der natürlichen Rissstelle. Zeitschr. Anat. und Entwicklungsgeschichte. Seite 103, 1911.
- HEDIGER: Persönliche Mitteilung mittels SLIJPER. 1960
- JONGBLOED, J.: Overzicht van de physiologie van de mens. Oosthoek-Utrecht, 1954, 5. Aufl.
- JUNG, PH.: Die Physiologie des Wochenbettes, besonders E II, Der erste Atemzug. In: DÖDERLEIN (1915) Handbuch der Geburtshilfe, Teil I Seite 506.
- KEHRER, F. A.: Über die Zusammenziehungen des weiblichen Genitalkanals, Beitr. z. vergl. u. exp. Geburtsk. 1. Giessen, 1864.
- KEHRER, F. A.: Vergleichende Physiologie der Geburt, Beitr. z. vergl. u. exp. Geburtsk. 2. Giessen, 1867.
- KLAATSCH, H.: Die Eihüllen von *Phocaena communis* Cuv. Arch. f. mikr. Anatomie 26, 1, 1886.
- LANG, E. M.: Persönliche Mitteilung an SLIJPER (1960).
- LEYHAUSEN, P.: Persönliche Mitteilung 1961.
- MALAN, A. P. and H. H. CURSON: Further observations on the bodyweight and crown-rump length of Merino foetuses. Onderstepoort Journ. of Vet. Sci. and Animal Ind. 7(1), 239, 1936.
- MEYER, A. W.: Some observations and considerations on the umbilical structures of the newborn. Am. Journ. Obstr. and Dis. Wom. 69, 214, 1914.
- MEYERS, K.: Further observations on the use of field enclosures for the study of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L). CSIRO Wildlife Research 3(1), 40, 1958.
- MEYERS, K. and W. E. POOLE: A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L) in confined populations. CSIRO Wildlife Research 4(1), 14, 1959.
- MURR, E.: Beobachtungen über den Geburtsvorgang beim Frettchen. Zool. Garten N.F. 5, 37, 1932.
- MYKYTOWYCZ, R.: Social behaviour of an experimental colony of wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L). II first breeding season. CSIRO Wildlife Research 4(1), 1, 1959.
- MYKYTOWYCZ, R.: Social behaviour of an experimental colony of wild rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L). III second breeding season. CSIRO Wildlife Research 5(1), 1, 1960.
- MYKYTOWYCZ, R. and I. ROWLEY: Continuous observations of the activity of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L), during 24-hour periods. CSIRO Wildlife Research 3(1), 26, 1958.
- NAAKTGEBOREN, C.: Das embryonale Wachstum des Rindes, mit besonderer Berücksichtigung der für die Geburt wichtigen Körperteile. Zeitschr. Morph. und Ökol. der Tiere 48, 447, 1960 a.
- NAAKTGEBOREN, C.: Die Entwicklungsgeschichte und die Geburt des Rindes. Farblichtbildserie, 2 Teile. Polygoon-Hilversum, 1960 b.
- NAAKTGEBOREN, C.: Enkele waarnemingen over de geboorte van de laboratoriumrat, *Rattus norvegicus* (Berkenhout). Lutra 2, 23, 1960 c.
- NAAKTGEBOREN, C.: De Laboratoriumrat, zijn leven en de anatomie. Farblichtbildserie, Polygoon-Hilversum, 1960 d.
- NAAKTGEBOREN, C.: Beobachtungen der Geburt des Frettchens (*Mustela furo* L.). Bijdragen tot de Dierkunde, 31, 65, 1961 a.
- NAAKTGEBOREN, C.: The parturition of the Guinea Pig, *Cavia aperea porcellus* L. S.F.W.-Unfi-Film Utrecht, 1961 b.
- NAAKTGEBOREN, C.: Die Fortpflanzung des Frettchens, *Mustela furo* L. Ein Film aus dem zoologischen Laboratorium der Universität Amsterdam. 1961 c.

- NAAKTGEBOREN, C. und R. GROOT: Die Geburt beim Meer-schweinchen. Research Film—le Film de Recherche—Forschungsfilm 4(2), 125, 1961.
- NAAKTGEBOREN, C., E. J. SLIJPER and W. L. VAN UTRECHT: Researches on the period of conception, duration of gestation and growth of the foetus in the Fin Whale, based on data from International Whaling Statistics. Norsk Hvalfangst Tidende 49, 113, 1960.
- NAAKTGEBOREN, C. und W. VANDENDRIESSCHE: Beiträge zur vergleichenden Geburtkunde I. Zeitschr. Säugetierk. 27(2), 83, 1962.
- NAAKTGEBOREN, C. und W. VANDENDRIESSCHE: Beiträge zur vergleichenden Geburtkunde II. Zeitschr. Säugetierk. In Vorbereitung, 1963.
- NAAKTGEBOREN, C. und H. H. L. ZWILLENBERG: Untersuchungen über die Auswüchse am Amnion und an der Nabelschnur bei Walen und Huftieren, mit besonderer Berücksichtigung des europäischen Hausrindes. Acta morphologica Neerl.-Scand. 4(1), 31, 1961.
- OLSHAUSEN: Ueber den ersten Schrei. Berliner klinische Wochenschr. (Nr 48), 1079, 1894.
- PARRY, H. J.: A comparative study of the umbilical sphincter. Proc. Zool. Soc. London 124(3), 595, 1954.
- POSTMA, C.: De ouderdomsbepaling bij Runderfoetus. Tijdschr. v. Diergeneesk. 72(16), 463, 1947.
- PREUSCHEN, F. VON: Ueber die Ursachen der ersten Athembewegungen. Zeitschr. für Geburtshilfe und Gynäkologie 1, 353, 1887.
- REYNOLDS, S. R. M.: The proportion of Wharton's Jelly in the umbilical cord in relation to distention of the umbilical arteries and veins, with observations on the folds of Hoboken. Anat. Record 113(3), 365, 1952.
- ROOYEN, A. J. L. VAN: Die iliosakrale gewrig: die rol ver-vul in die vroulike bekken. S. Afr. Tijdskrif vir Geneeskunde 30, 442, 1956.
- RUNGE, M.: Zur Frage nach der Ursache des ersten Athem-zuges des Neugeborenen. Zeitschr. für Geburtshilfe und Gynäkologie 6, 395, 1881.
- RUNGE, M.: Die Ursache der Lungenathmung des Neu-geborenen. Arch. für Gynaekologie 46, 512, 1894.
- RUNGE, M.: Die sogen. Hülfursachen des ersten Athem-zuges und die intrauterine Athmung nach Ahlfeld. Arch. für Gynaekologie 50, 378, 1896.
- SAWIN, P. B., V. H. DENENBERG, S. ROSS, E. HAFTER and M. X. ZARROW: Maternal behavior in the rabbit: hair loosening during gestation. Amer. Journ. Physiol. 198(5), 1099, 1960.
- SCHMALTZ, R.: Das Geschlechtsleben der Haussäugetiere. Schoetz-Berlin 1921 3. Auflage.
- SCHWARTZ, H.: Die vorzeitigen Athembewegungen. Leip-zig, 1858.
- SELLHEIM, H.: Die Physiologie der Geburt. 1915. In: DÖDERLEIN (1915) Handbuch der Geburtshilfe, Teil I, 2. Abteilung.
- SIERTS ROTH, U.: Der Dackel. Neue Brehm Bücherei 195, Ziemsens-Wittenberg-Lutherstadt, 1957.
- SLIJPER, E. J.: On some phenomena concerning pregnancy and parturition of the Cetacea. Bijdragen tot de Dier-kunde 28, 416, 1949.
- SLIJPER, E. J.: Some remarks on gestation and birth in Cetacea and other aquatic mammals. Hvalrådets Skrifter, Oslo 41, 1956.
- SLIJPER, E. J.: Die Geburt der Säugetiere. In: Kükenthals Handbuch der Zoologie, 8. Band/25. Lief. 9(9), 1, 1960.
- SNOO, K. DE: Het probleem der menswording, in het licht van de vergelijkende verloskunde. Bohn-Haarlem, 1947 2. Auflage.
- SNOO, K. DE: Das Problem der Menschwerdung im Lichte der vergleichenden Geburtshilfe. Übersetzung von: DE SNOO (1939), d.h. 1. Aufl. von DE SNOO (1947) Fischer-Jena 1943.
- SPRANKEL, H.: Über Verhaltensweisen und Zucht von Tupaia glis (Diard, 1810) in Gefangenschaft. Zeitschr. für wiss. Zool. 165(1/2), 186, 1961.
- STARK, D.: Ueber die Länge der Nabelschnur bei Säuge-tieren. Zeitschr. für Säugetierk. 22, 77, 1957.
- STOSS, A. O.: Tierärztliche Geburtkunde und Gynäkologie. Enke-Stuttgart 1944 2. Auflage.
- SVORAD, D. und V. SÁCHOVÁ: Periodicity of the commence-ment of birth in mice and the influence of light. Phy-siologia Bohemoslovenica 8(5), 439, 1959.
- UTRECHT, W. L. VAN: Persönliche Mitteilung, 1959.
- UTRECHT, W. L. VAN: Einige Notizen über Gewicht und Länge von Schweinswalen (Phocaena phocaena) aus der Nord- und Ostsee. Säugetierkundliche Mitteilungen 8(3/4), 142, 1960.
- VANDENDRIESSCHE, W.: Persönliche Mitteilung, 1961.
- WIMMSATT, W. A.: An analysis of parturition in Chiroptera, including new observations on Myotis l. lucifugus. Journ. of Mammalogy 41(2), 183, 1960.
- IJSSELING, M. A. en A. SCHEYGROND: De zoogdieren van Nederland. Thieme-Zutphen 1950 2. Auflage.
- ZIETZSCHMANN, O. und O. KRÖLLING: Lehrbuch der Ent-wicklungsgeschichte der Haustiere. Parey-Berlin und Hamburg 1955.