Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg. Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. Fülleborn. Protozoenabteilung; Vorsteher: Prof. Dr. Reichenow.)

Die Entwicklung von *Babesia canis* in *Dermacentor reticulatus.*

Von

P. Regendanz und E. Reichenow.

(Hierzu 1 Textfigur und Tafel 8 u. 9.)

Einleitung.

Trotz eingehender experimenteller Untersuchungen, die sich mit der Übertragung verschiedener Piroplasmen durch Zecken befaßt haben, ist die Entwicklung dieser Organismen in den Überträgern nur sehr unvollkommen bekannt. Angaben über Entwicklungsstadien haben R. Koch, Christophers, Marzinowsky und Bielitzer sowie Gonder gemacht. Die Ergebnisse dieser Forscher seien zunächst kurz zusammengestellt.

R. Koch untersuchte das Verhalten einer Art, die er als den Texasfieberparasiten, *Babesia bigemina*, betrachtete, in verschiedenen Zeckenarten, nämlich *Rhipicephalus australis*, *Rh. evertsi* und *Hyalomma aegyptium*, von denen jedoch noch keine als tatsächlicher Überträger dieses Parasiten festgestellt worden ist. Koch fand, daß sich die Parasiten im Zeckendarm nach dem Verlassen der roten Blutkörperchen in längliche, keulenartige Körper umwandeln, bei denen das eine Ende spitz ausgezogen, das andere dick und rund ist. Das dicke Ende enthält ein großes rundliches Chromatinkorn und ist mit einem Kranz strahlenförmiger, starrer Protoplasmafäden besetzt, die aber auch bei gelegentlichen, langsam kriechenden Bewegungen der Organismen eingezogen und wieder ausgestreckt

werden können. Diese „Strahlenkörper“, die auch bei den Kulturversuchen von Kleine im Reagensglas zuerst auftraten, fanden sich 12—20 Stunden nach dem Abfallen der Zecken von ihrem Wirte in kleineren oder größeren Haufen im Darmlumen zusammenliegend. Die weitere Entwicklung erfolgt nun in der Weise, daß der Körper der Parasiten kompakter wird und sie unter Verschwinden der Strahlen die Kugelform annehmen. In diesen Kugeln legt sich das Chromatin der Wand an, während das Zentrum von einer farblosen, stark lichtbrechenden Masse von schaumiger Struktur eingenommen wird. Diese Formen, die unter ziemlich diffuser Verteilung des Chromatins unterhalb der Oberfläche stark heranwachsen, treten am 2. und auch am 3. Tage nach dem Abfallen der Zecke auf. Am 3. Tage wurden daneben neue Formen gefunden, über deren Entstehung aus den erwähnten nichts festgestellt werden konnte. Es handelte sich um große Haufen amöbenartiger Parasiten, die regelmäßig um einen großen, dunkelviolett gefärbten Kern gelagert waren. Von diesem Kern vermutet Koch, daß es sich um den Rest einer Zelle der Darmwand handele, in deren Innern sich die Piroplasmen vielleicht entwickelt haben. Die Parasitenhaufen lösen sich später auf; die einzelnen Individuen sind zunächst rund, nehmen schließlich aber eine charakteristische keulenförmige Gestalt an, in welcher Form man sie auch in den Eiern der Zecke wiederfindet.

Die Befunde der übrigen Untersucher sind stark durch die über den Entwicklungsgang der Malariaparasiten bekannten Tatsachen beeinflußt. Nach Christophers, der die Entwicklung von *Babesia canis* in *Rhipicephalus sanguineus* untersucht hat, gehen die ebenerwähnten keulenförmigen Gebilde, welche in die Eier eindringen, unmittelbar aus den in den Zeckendarm gelangten Blutformen hervor, die zuerst zu größeren kugeligen Körpern heranwachsen und sich dann entweder in eine einzelne Würmchenform umwandeln oder auch durch einen Teilungsvorgang zwei solche Würmchen liefern. Christophers vergleicht diese Formen mit den Ookineten der Malariaparasiten, obwohl er ihrer Entstehung voraufgehende Befruchtungserscheinungen nicht feststellen konnte. Er beschreibt unter ihnen zwei verschiedene Typen, deren Bedeutung unklar bleibt. Den gelegentlich auch im Zeckendarm beobachteten Koch'schen Formen mit langen starren Pseudopodien mißt er keine Bedeutung im Entwicklungsgange bei. Die in die Eier gelangenden „Ookineten“ runden sich dort ab, und in den verschiedenen Organen der Larve wachsen sie stark heran, wobei ihr Kern zu einem eigentümlichen verzweigten Netzwerk auswächst. Schließlich erfolgt durch multiple

Teilung die Bildung zahlreicher Sporoblasten, die ihrerseits in Sporozoiten zerfallen. Die Sporozoiten dringen in die Speicheldrüsen der Nymphe ein und häufen sich dort in großer Menge an.

Nach Christophers soll eine Übertragung von *Babesia canis* nicht nur durch Eiinfektion, sondern auch, wenn die Nymphe piroplasmenhaltiges Blut aufgenommen hat, durch die erwachsene Zecke erfolgen. In diesem Falle sollen die im Nymphendarm entstandenen Ookineten in Zellen verschiedener Organe eindringen und dort soll die Sporogonie vor sich gehen. Unter diesen Organen befinden sich auch die Speicheldrüsen, so daß die Sporozoiten zum Teil gleich dort entstehen, während die in anderen Organen entstandenen in die Drüsen hineinwandern.

Marzinowsky und Bielitzer fanden bei ihrer Untersuchung von *Babesia equi* die von Koch und von Christophers beschriebenen Formen zum Teil wieder. Neu ist an ihrer Beschreibung nur die Angabe, daß die sog. Ookineten in großen Mengen auch in dem Speichel der Zecken vorkämen, mit dem, wie sie irrtümlich annehmen, die abgelegten Eier benetzt werden sollen.

Schließlich mögen noch die Angaben Erwähnung finden, die Gonder über die Entwicklung von *Theileria parva* in *Rhipicephalus appendiculatus* macht, obgleich die Verschiedenheit des Entwicklungsganges der Theilerien und Babesien im Säugetier es zweifelhaft erscheinen läßt, daß im Überträger in dieser Hinsicht Übereinstimmung besteht. Die aus dem Blute stammenden Formen sind nach Gonder Macrogameten und Microgameten, aus deren Copulation ein Ookinet entsteht, der bis zur Häutung der Zecke unverändert bleibt. Nach der Häutung wurden in den Speicheldrüsen, einmal auch in einem Darmblindsack, größere, cystenähnliche Gebilde mit zahlreichen Kernen gefunden. Der Cysteninhalt zerfällt in winzige Keime, die als Sporozoiten betrachtet werden.

Über den Beginn der Entwicklung von *Theileria parva* in der Zecke hatte übrigens schon R. Koch einige Angaben gemacht. Er fand ganz analog wie bei *Babesia bigemina* eine Umwandlung der Parasiten in Keulenformen mit langen starren Pseudopodien und deren Auswachsen zu großen Kugelformen, die nur durch die Größe von den ersteren unterscheidbar waren.

Wie sich aus der Darstellung unserer Befunde ergeben wird, sind zwar von den verschiedenen Autoren einzelne Phasen der Babesienentwicklung in der Zecke zutreffend beobachtet worden, der Zusammenhang dieser Phasen ist aber durchweg irrtümlich gedeutet

und zahlreiche pathologische Bilder sind in den Entwicklungsgang hineinkombiniert worden. Die von den Untersuchern benutzte Methode des für Blutpräparate üblichen trockenen Ausstriches gab, auf die Zeckenorgane angewandt, zu unübersichtliche Bilder. Sie ermöglichte keine richtige Darstellung der cytologischen Verhältnisse und führte auch vielfach zu Mißdeutungen bezüglich der Organe, in denen die Parasiten ihren Sitz hatten.

Material und Methode.

Über das von uns verwendete Material an Piroplasmen und Zecken haben wir bereits in unserer experimentellen Untersuchung über die Übertragung von *Babesia canis* durch Zecken berichtet (Regendanz und Reichenow, 1932). Als Überträger dieser Art sind bekanntlich in verschiedenen Weltgegenden mehrere Zeckenarten festgestellt worden: *Rhipicephalus sanguineus* in Indien, *Dermacentor reticulatus* in Frankreich, *Haemaphysalis leachi* in Südafrika. Wir haben, ebenso wie Nieschulz (1931), eine Übertragung der aus dem Mittelmeergebiet stammenden Hundepiroplasmen durch *Rhipicephalus sanguineus* nicht erzielen können, so daß das Vorhandensein mehrerer Arten oder wenigstens sich ökologisch verschieden verhaltender Rassen bei dem Hundepiroplasma anzunehmen ist. Bei *Dermacentor reticulatus* haben wir dagegen festgestellt, daß jeder Nachkomme eines Muttertieres, welches gut infiziertes Hundeblut aufgenommen hat, als Imago infektiös ist. Ferner haben wir die von Christophers (für *Rhipicephalus sanguineus*) gemachte Angabe bestätigt, daß die Nachkommen schon im Nymphenstadium, wenn auch noch nicht mit der gleichen Sicherheit, die Hundepiroplasmose übertragen können. Diese Zeckenart diente also zur Untersuchung des Entwicklungsganges der Parasiten.

Dermacentor reticulatus ist eine dreiwirtige Zecke, nimmt also als Larve, Nymphe und Imago Blut verschiedener Tiere auf. Larven und Nymphen suchen vorzugsweise kleine Tiere zum Blutsaugen auf, während die Imagines den Hund bevorzugen. Jedoch werden des öfteren auch Nymphen am Hunde angeheftet gefunden. Die Dauer der Blutaufnahme ist in den einzelnen Stadien verschieden. Die Nymphen fallen in der Mehrzahl am 4. oder 5. Tage vollgesogen von den Tieren ab, einige auch erst in den folgenden Tagen, während die weiblichen Imagines frühestens nach 8 Tagen vollgesogen den Hund verlassen, die meisten am 9.—12. Tage, einige auch noch etwas später. Die verschiedene Dauer des Verbleibens am Wirtstier bei

den einzelnen Individuen mag wohl zum Teil dadurch bedingt sein, daß der Beginn des Saugens nicht gleichzeitig nach dem Ansetzen erfolgt. In den ersten Tagen nach dem Ansetzen saugen die weiblichen Zecken wenig Blut, sie schwellen daher zuerst nur langsam an, erst in den letzten 2—3 Tagen wird die Hauptmenge des Blutes aufgenommen. Die Männchen saugen nur in den ersten 4—5 Tagen, und suchen dann die Weibchen zur Begattung auf. 2—3 Tage nach dem Abfallen können die Weibchen mit der Eiablage beginnen, die ungefähr nach einer Woche beendet ist. Bei einer Temperatur von 22—23° C, bei der wir im allgemeinen die Zecken hielten, schlüpfen die Larven nach etwa 10—12 Tagen, worauf sie nach weiteren etwa 8 Tagen sauglustig sind. Nach dem Saugen gehen die Larven in Ruhe über; die Nymphen schlüpfen nach etwa 10—12 Tagen. Dieselbe Zeit erfordert die Metamorphose der Nymphen zu Imagines.

Für die Untersuchung der Babesien in der Zecke ist das frische Präparat nur bei gewissen beweglichen Stadien von Nutzen; in der Hauptsache ist man auf fixierte und gefärbte Präparate angewiesen. Es versteht sich nach unserer Schlußbemerkung in der Einleitung von selbst, daß wir nur feucht fixierte und feucht weiterbehandelte Präparate verwendet haben. Bei den vollgesogenen Weibchen bereitete das Herauspräparieren der einzelnen Organe, die dann für Schnittpräparate total konserviert oder zu Zupfpräparaten verwendet wurden, keine Schwierigkeiten. Auch bei nüchternen Weibchen, Männchen und vollgesogenen Nymphen gelingt die Präparation bei einiger Übung. Bei Larven und nüchternen Nymphen ist man auf Zupfpräparate der ganzen Tiere oder Totaleinbettung angewiesen. Diese ergibt gute Schnittpräparate, wenn man durch Abschneiden der Beine und tunlichst noch einer schmalen Kalotte am Hinterende für ein leichtes Eindringen der Reagentien sorgt. Nur die frisch vollgesogenen Larven geben ziemlich brüchige Schnitte.

Fixiert wurden die ganzen Zecken und Organe mit Carnoy's Gemisch, die Zupf- und Ausstrichpräparate mit Sublimatalkohol. Zur Färbung wurde außer Hämatoxylin nach Heidenhain und Delafield hauptsächlich die Giemsa-Färbung für Feuchtpräparate (nach der Färbung Übertragung durch Aceton in Xylol) angewandt, die sich schon Schuberg u. Reichenow (1912) bei der Untersuchung von *Babesia canis* im Hundeblut als die für diese Organismen geeignetste Methode erwiesen hat. Für ein gutes Gelingen der Giemsa-Färbung bei Schnittpräparaten ist es wesentlich, daß die Schnitte möglichst dünn, nicht über 5 μ dick, hergestellt werden.

Die Aufnahme der Babesien in den Zeckendarm und ihre Entwicklung in der Darmwand.

Bezüglich des Verhaltens von *Babesia canis* im Hundeblut haben wir der alten Darstellung von SCHUBERG u. REICHENOW nichts Neues hinzuzufügen. Der Entwicklungsgang ist nach dieser Darstellung sehr einfach und besteht nur in einer Aufeinanderfolge von Zweiteilungen, wobei nur die Eigenart des Teilungsvorganges selbst zu gewissen Formverschiedenheiten führt. Die jungen Babesien wachsen innerhalb der Erythrocyten heran, die erwachsenen treten an die Oberfläche der Zelle und sind dort amöboid beweglich. Schließlich teilen sie sich unter Bildung von zwei Knospen, die sich wieder in die Wirtszelle hineinbohren und sich dabei zunehmend vergrößern, indem sie die ganze Protoplasmamasse je zur Hälfte in sich aufnehmen. So entstehen aus der amöboiden Form zwei unbewegliche Birnformen. Dieser Vorgang kann sich im gleichen Erythrocyten mehrmals wiederholen, und infolgedessen kann die Wirtszelle mit 2, 4, 8 amöboiden Stadien oder mit 4, 8, 16 birnförmigen Stadien behaftet sein. Es ist bemerkenswert, daß die Vermehrung aller Parasiten einer Zelle stets synchron erfolgt. Bezüglich der Kernverhältnisse ist zu erwähnen, daß ein nach GIEMSA sich rot färbendes Körperchen, welches während der Teilung neben der Chromatinmasse auftritt, sich gleichfalls teilt und auch in den jungen Birnformen noch nachweisbar ist, von SCHUBERG u. REICHENOW als Binnenkörper des Kerns angesprochen wird. Die Gründe, welche gegen die von anderen Autoren vertretene Auffassung sprechen, daß es sich bei diesem Körperchen um einen Blepharoplasten handele, sind in der Arbeit ausführlich erörtert. Besonders differenzierte Stadien, also etwa solche, die als Geschlechtsformen aufzufassen wären, treten während der Ausbreitung der Parasiten im Hundeblut nicht auf.

6—7 Tage, nachdem infizierte Nymphen oder Imagines von *D. reticulatus* einem Hunde ausgesetzt worden sind, werden die ersten Babesien im Blute des Tieres mikroskopisch nachweisbar. Sie vermehren sich dann rasch. Bei entmilzten Hunden, die wir meistens verwendeten, nimmt die Zahl der Piroplasmen schnell stark zu und führt in wenigen Tagen den Tod der Tiere herbei. Bei normalen Hunden dagegen wird die Blutinfektion meistens nicht so stark, es erfolgt zwar auch hier eine schnelle Vermehrung der Piroplasmen, jedoch pflegt sie nach einigen Tagen aufzuhören. Die Zahl der Parasiten nimmt ab, womit das chronische Stadium der Infektion beginnt. Es ergibt sich also hieraus, daß dieselbe Zecke, welche

auf den Hund die Babesien überträgt, von demselben Tiere die Parasiten, nachdem sie sich im Hundeblut vermehrt haben, beim Saugen wieder aufnimmt.

Aus der Tatsache, daß bereits diese Formen in der weiblichen Zecke entwicklungsfähig sind, ergibt sich ebenso, wie schon aus dem Fehlen morphologischer Verschiedenheiten der Babesien im Hundeblut, daß *Babesia canis* keine besonderen Stadien bildet, die der Weiterentwicklung im Überträger dienen. Ob ebenso wie in den Weibchen auch in den Nymphen nach Aufnahme babesienhaltigen Blutes eine Entwicklung stattfindet, ob also erblich nicht infizierte Nymphen auf diese Weise noch als Imagines infektiös werden können, wie Christophers für *Rh. sanguineus* angegeben hat, konnten wir noch nicht feststellen.

Das in den Zeckendarm aufgenommene Blut wird durch die Wirkung des beigemengten Sekrets der Speicheldrüsen sehr schnell in einen homogenen Brei verwandelt, in dem man an geformten Elementen abgesehen von den Blutparasiten im wesentlichen nur die in fortschreitender Degeneration befindlichen Leucocytenkerne beobachtet. Allerdings dürften auch die Erythrocyten, selbst wenn man sie nicht mehr erkennen kann, nicht sofort völlig aufgelöst werden, da man die Babesien im Darmlumen vielfach noch zu Paaren zusammenliegen sieht.

Die in den Darm gelangenden Parasiten gehen dort zum weitaus größten Teil zugrunde. Von denjenigen, die in den ersten Tagen des Saugaktes einverleibt werden, scheinen überhaupt keine am Leben zu bleiben; denn man findet wohlerhaltene Piroplasmen im Darmlumen erst, wenn man die ganz vollgesogenen Weibchen vom Hunde abnimmt oder wenn man eben abgefallene Zecken untersucht. Aber auch dann überrascht die Spärlichkeit der Parasiten im Vergleich zu der Menge, die im gleichen Blutquantum im Hundekörper enthalten ist. Bald nach dem Abfallen der Zecke sind sie aus dem Darmlumen völlig verschwunden, das übrigens durch das starke Anschwellen der resorbierenden Darmwandzellen sehr schnell auf schmale Spalträume eingeengt wird.

Unter den gut erhaltenen Babesien im Darmlumen beobachtet man neben der rundlichen Gestalt (Taf. 8 Fig. 3), welche die freiwerdenden Birnformen annehmen, die Übergänge (Taf. 8 Fig. 4—6) zu winzigen, schlanken Würmchenformen von nur 3 μ Länge im konservierten Präparat. Aus dieser Umwandlung können wir schließen, daß die Parasiten aktiv in die Darmwand eindringen, wenngleich auch eine Phagocytose durch die Epithelzellen nicht auszuschließen

ist; denn die resorbierenden Zellen bilden Pseudopodien aus, ganz ähnlich, wie dies einer von uns (Reichenow, 1918, sowie 1921, S. 186) bei einer blutsaugenden Gamaside gefunden hat, mit der auch im histologischen Bild der Darmwand große Übereinstimmung besteht. Die Pseudopodienbildung, die übrigens auch Nordenskiöld (1908) bei *Ixodes* beschrieben hat, scheint bei den Zecken zwar nicht so ausschließlich wie bei der betreffenden Gamaside die Nahrungseinverleibung zu besorgen, doch wird durch ihre Wirksamkeit der Nahrungsbrei sicherlich wenigstens zum Teil in Tröpfchenform aufgenommen.

Ob nun die Babesien aktiv eindringen oder durch die Pseudopodien einverleibt werden, jedenfalls müssen sie im Epithel selbst wandern; denn man findet die frühesten Stadien der intracellulären Entwicklung in der Darmwand stets nahe der Basalmembran, und zwar in Zellen, bei denen die dichte Protoplasmastruktur und das Fehlen mit Nahrungsbrei gefüllter Vakuolen anzeigt, daß sie sich noch nicht an der Nahrungsresorption beteiligt haben.

Die in den Epithelzellen zur Ruhe gekommenen Parasiten wachsen dort zu größeren amöboiden Gebilden mit kürzeren oder längeren Pseudopodien heran, die einen verhältnismäßig großen, sehr chromatinreichen Kern enthalten (Taf. 9 Fig. 25, vgl. auch Taf. 8 Fig. 17, die ein analoges Stadium aus der Speicheldrüse darstellt). Diese Phase ist die einzige im normalen Entwicklungsgang der Babesie, die einige Ähnlichkeit mit den von Koch beschriebenen, mit langen starren Pseudopodien versehenen Formen aufweist. Doch finden sich die Individuen dieses Stadiums stets vereinzelt, niemals in Anhäufungen zusammen. Wir glauben daher nicht, daß sie mit den Koch'schen Gebilden zu identifizieren sind und halten die letzteren für keine normalen Entwicklungsstadien.

Die einzelnen Piroplasmen im Epithel sind auffallend selten anzutreffen: denn sehr schnell setzt eine Vermehrung der Parasiten ein, die bemerkenswerterweise in einer schnellen Aufeinanderfolge von Zweiteilungen besteht. Auf diese Weise wird in kürzester Zeit die ganze Zelle von einer sehr großen Menge, in jedem Falle von weit über tausend Babesien angefüllt. Die große Vermehrungsgeschwindigkeit geht daraus hervor, daß man Formen in der Darmwand zuerst findet, wenn die Zecken vom Hunde abfallen, also etwa am 11. Tage nach dem Ansetzen, und daß schon 2—3 Tage später, wenn die Eiablage beginnt, die Endstadien dieser Entwicklung vorhanden sind, welche in die Eier eindringen, so daß tatsächlich die Infektion sämtlicher Eier ermöglicht ist. Die ungeheure Menge der aus

einem Individuum hervorgehenden Nachkommen entsteht also in 2—3 Tagen.

Die starke Vermehrung der in der Zecke zur Weiterentwicklung gelangenden Individuen bringt es mit sich, daß schon wenige Infektionsherde im ganzen Zeckendarm genügen, um eine für alle Eier ausreichende Parasitenzahl hervorzubringen. Die Zahl dieser Herde ist im Hinblick auf den Parasitenreichtum des Blutes unserer Versuchshunde auffallend gering. Bei manchen Blindsackstücken des Darmes findet man in ganzen Schnittserien kaum eine einzige infizierte Epithelzelle, und auch in Darmteilen mit verhältnismäßig reichlichen Entwicklungsstadien enthält ein Schnitt durch ein mehrere Millimeter langes Darmstück bestenfalls 5—6 Parasitenherde.

Die in der Epithelzelle sich durch Zweiteilung vermehrenden Parasiten sind von rundlicher oder unregelmäßiger Gestalt. Sie liegen in verhältnismäßig großen Vakuolen, zwischen denen sich strangförmig das Protoplasma der Wirtszelle erstreckt (Taf. 9 Fig. 26). Anfangs sitzen, wie schon bemerkt, diese Formen ziemlich nahe der Basalmembran, mit dem zunehmenden Wachstum der Wirtszelle und deren schließlicher unmittelbarer Beteiligung an der Nahrungsaufnahme werden sie mehr und mehr nach dem Darmlumen zu verlagert (Taf. 8 Fig. 1). Zwischen den einzelnen Teilungen wachsen die Babesien wieder stark heran. Infolgedessen sind sie zwar etwas kleiner, als die Ausgangsform, welche die Zelle befallen hat, vor der ersten Teilung ist, bleiben aber doch von ziemlich ansehnlicher Größe, etwas größer, als die Stadien in den Erythrocyten des Hundes sind.

Bei der Teilung der Babesien fällt es auf, daß sie bei allen Bewohnern einer Zelle synchron erfolgt, genau so, wie es in den Blutkörperchen des Hundes (vgl. S. 55) der Fall ist. Im Zeckendarm ist die Erscheinung aber um so merkwürdiger, als sie auch zu beobachten ist, wenn schon Hunderte von Individuen zusammenliegen. Man kann in solchem Falle in einer Zelle lauter Formen finden, die teils zweikernig sind, teils den Kern gerade in der Teilung zeigen (Taf. 8 Fig. 7 u. Taf. 9 Fig. 26). Der Kernteilungsmechanismus ist offenkundig der gleiche wie im Hundeblut. Auch im Zeckendarm beobachten wir, daß neben der Chromatinmasse ein mit Giemsa-Farbstoff sich rot färbendes Körperchen auftritt. Das Körperchen wird zu einem stabförmigen Gebilde, und dann erfolgt auch die Teilung der aus einzelnen Körnchen zusammengesetzten Chromatinmasse. Die Winzigkeit der Teilungsbilder gestattet keine Feststellung, ob diese Chromatinkörnchen etwa eine konstante Zahl von Chromosomen darstellen.

Das bei der Kernteilung auftretende Stäbchen erinnert etwas an die Paradesmose der Polymastiginen; am wahrscheinlichsten dürfte aber doch die S. 55 gegebene Erklärung sein, daß es sich um einen aus der Chromatinmasse herausgetretenen Binnenkörper handelt, der nach seiner Durchschnürung wieder in der übrigen Kernsubstanz verschwindet (Taf. 8 Fig. 8). Diese Auffassung hat um so mehr für sich, als sich in dem folgenden Entwicklungsstadium ein Binnenkörper im Kern mit Sicherheit nachweisen läßt.

Wenn die ganze Zelle von Babesien angefüllt ist, hört die Vermehrung auf und die Individuen verändern ihre Gestalt. Es bildet sich ein kleines umgebogenes Schwänzchen (Taf. 8 Fig. 9), welches sich verlängert, so daß schließlich die Parasiten als schlanke Würmchen in umgeknickter Lage in ihrer Vakuole liegen (Taf. 8 Fig. 10). Diese Würmchenformen strecken sich und beginnen durch die Zelle nach der Basalmembran hin zu wandern (Taf. 8 bzw. 9 Fig. 1, 27). Durch die Basalmembran wird ihre Vorwärtsbewegung etwas gehemmt, so daß es stellenweise zu kleinen Ansammlungen in der Membran kommt (Taf. 8 Fig. 2). Schließlich aber wird sie passiert, und die Würmchenformen gelangen in die Leibeshöhle.

Die Entwicklungsstadien in der Darmwand kann man während der ganzen Dauer der Eiablage beobachten. Auf diese Weise treten immer neue Schübe der würmchenförmigen Parasiten in die Leibeshöhle über und können die nach und nach heranreifenden Eier befallen. Ob dieser Zustand darauf beruht, daß manche Parasiten in der Darmwand erst später mit der Vermehrung beginnen, oder daß die Vermehrung in manchen Zellen, vielleicht solchen, die sich erst später an der Nahrungsresorption beteiligen, langsamer vonstatten geht, oder daß die Vermehrung teilweise länger fortgesetzt wird, können wir nicht entscheiden. Da man trotz der geringen Zahl der Infektionsherde nicht selten zwei benachbarte Zellen befallen findet (vgl. Taf. 8 Fig. 1), so läßt sich vermuten, daß sich die Infektion auf benachbarte Zellen ausdehnen kann. Zu der Zeit, wenn sich die Eiablage der Zecke ihrem Ende nähert, zeigen die Darmschnitte, daß nicht mehr alle Parasiten die Entwicklung beenden. Es treten in zunehmendem Maße Degenerationsstadien auf, indem die einzelnen Individuen miteinander verklumpen (vgl. Taf. 8 Fig. 1 in der Mitte). Solche vielkernigen Gebilde können dann leicht irrtümlich für Stadien multipler Vermehrung gehalten werden. Schließlich kann in solchen Haufen auch das Chromatin zu unregelmäßigen Klumpen zusammenfließen.

Die in der Darmwand entstehenden Würmchenformen sind verhältnismäßig große Gebilde, die auch im frischen Präparat leicht zu beobachten sind. Im Leben haben sie eine Länge von durchschnittlich 16 μ und erscheinen blaß und ziemlich homogen. Der bläschenförmige Kern ist als hellerer Fleck zu erkennen. Das Vorderende trägt eine etwas stärker lichtbrechende, kleine, flache Kappe, die im gefärbten Präparat meist nicht deutlich zu erkennen ist. In Textfig. 1 C u. D ist sie angedeutet. Der Körperquerschnitt ist nicht kreisrund, sondern etwas abgeflacht. Diese Würmchen scheinen wenig biegsam zu sein. Jedenfalls haben wir keine Knickbewegungen beobachtet. Dagegen sind sie zu ziemlich lebhafter Gleitbewegung befähigt, die unter Ausscheidung von Schleim erfolgt, der manchmal am Hinterende als Faden mit angeklebten Fremdkörpern sichtbar ist. Infolge dieser Schleimausscheidung beobachtet man auch manchmal ein Klebenbleiben mit dem Hinterende an größeren Fremdkörpern.

Fig. 1. Das der Eiinfektion dienende Würmchenstadium von *Babesia canis*. A—C nach Heidenhain, D nach Delafield gefärbt. Vergr. 2500.

Die Bewegungsweise dieser Formen entspricht also völlig derjenigen der Telosporidien. Da sie zudem in Größe und Gestalt den Ookineten der Hämosporidien sehr ähnlich sind, von denen sie sich nur durch das Fehlen des Pigments unterscheiden, so überrascht es nicht, daß sie von verschiedenen Forschern auch als Ookineten angesprochen worden sind, und daß dadurch deren Untersuchungen in die Richtung gedrängt worden sind, weitere Übereinstimmungen mit dem Entwicklungsgang der Hämosporidien aufzufinden.

Im gefärbten Präparat weist der Körper keine besonderen Differenzierungen auf, abgesehen von einer dunkleren Färbbarkeit der vor dem Kern gelegenen Zone, die besonders in Heidenhain-Präparaten deutlich hervortritt (Textfig. A—C). Der Kern, der bei den Stadien in der Darmwand eine ziemlich dichte Lagerung des Chromatins aufweist, lockert sich auf und die Chromatinkörnchen verteilen sich in seinem Raume (Taf. 8 Fig. 12 u. Textfig. 1 B u. C). Bei den frühen Stadien ist es teilweise noch zusammengeballt, so daß der Kern eine dunkler gefärbte Kalotte enthält (Taf. 8 Fig. 10, 11 u. Textfig. 1 A, D). In dem bläschenförmigen Kern der Würmchen

wird auch ein Binnenkörper nachweisbar. Er scheint in GIEMSA-Präparaten einen bläulichen Farbton anzunehmen (Taf. 8 Fig. 10), was aber im Hinblick auf die Winzigkeit des Gebildes nicht ganz sicher ist. Auch in DELAFIELD-Präparaten ist der Binnenkörper nicht sehr deutlich, da er sich ebenso blaß wie das im Kerne verteilte Chromatin färbt (Textfig. D). Bei HEIDENHAIN-Färbung aber schwärzt er sich intensiv, während das Chromatin bei geeigneter Differenzierung viel blasser ist (Textfig. B). Manchmal ist im Kern auch noch ein zweiter Binnenkörper nachweisbar (Textfig. C).

Diese Würmchenformen sind von allen Untersuchern beobachtet und am eingehendsten von CHRISTOPHERS beschrieben worden, der jedoch die Kernverhältnisse nicht zutreffend darstellt. Zwei verschiedene Typen derselben, welche dieser Forscher beschreibt, können wir nicht unterscheiden.

Die Entstehung dieser Formen durch Vermehrungsvorgänge im Darmepithel ist nur von R. KOCH vermutet worden, während die übrigen Untersucher sie aus Befruchtungsvorgängen im Darmlumen hervorgehen lassen. Uns erscheint es nicht wahrscheinlich, daß im Entwicklungsgang der Piroplasmen überhaupt Befruchtungsvorgänge auftreten. Die Angaben von GONDER in dieser Hinsicht, die auf Kombination einiger keineswegs charakteristischer Bilder beruhen, sind nicht beweisend. Da jedenfalls die Parasiten im Darmlumen der Zecke keine Formen annehmen, die irgendwie kennzeichnend für Gameten sind, so würde sich eine Copulation sehr schwer nachweisen lassen. Nachdem aber unsere Untersuchung ergeben hat, daß die Entwicklung von *Babesia canis* keinerlei verwandtschaftliche Züge mit Telosporidien erkennen läßt, braucht man mit dem Vorhandensein von Geschlechtsvorgängen nicht zu rechnen, so lange keine zwingenden Gründe vorliegen, die für ein solches sprechen.

Die Babesien in den Eiern und in der Nachkommenschaft der Zecke.

Die in die Leibeshöhle übergetretenen Würmchenformen wandern in das Ovar und dringen in die Eier ein, wobei vermutlich die oben beschriebene Differenzierung am Vorderende eine Hilfseinrichtung darstellt. Es scheint, daß die Eier in jedem Wachstumsstadium befallen werden. Auch bei Vorhandensein sehr großer Parasitenmassen im Zeckendarm ist die Zahl der in das einzelne Ei gelangenden Parasiten nicht übermäßig groß; schätzungsweise werden es auch im günstigsten Falle kaum mehr als 20 sein. Gleich nach der Einwanderung runden sich die Parasiten ab (Taf. 8 Fig. 13). Sie liegen

stets im Protoplasma, niemals in der Dottersubstanz (Taf. 9 Fig. 28), auch dann, wenn im ganz erwachsenen Ei das Protoplasma nur noch in feinen Strängen den Dotter durchzieht. Während das Ei heranreift, erfolgt noch eine Vermehrung der Babesien, die aber sicher sehr gering ist und nur aus wenigen Teilungen besteht. Man kann im Ei die gleichen typischen Kernteilungsbilder wie in der Darmwand beobachten (Taf. 8 Fig. 14). Zwischen diesen Teilungen scheinen die Parasiten kaum heranzuwachsen; jedenfalls nehmen sie im Laufe derselben an Größe ab (Taf. 8 Fig. 15, 16). Solche kleinen Formen, wie Taf. 8, Fig. 16 zeigt, findet man auch in den geschlüpften Larven; sie sitzen hier teils in den Zellen der Darmwand, teils im Darmlumen. Es ist überraschend, wie wenige Exemplare bei der Durchmusterung einer ganzen Schnittserie anzutreffen sind. Eine weitere Vermehrung hat also sicherlich bis dahin nicht stattgefunden.

Wesentlich schwieriger sind die Babesien in den nüchternen Nymphen zu entdecken. Die wenig zahlreichen Parasiten haben sich in dem nun schon bedeutend größeren Körper des Wirtstieres wohl in verschiedene Organe verteilt und sind in dem großenteils sehr dichten und sich dunkel färbenden Protoplasma der Zellen schwer zu erkennen. Wir haben mehrmals Zelleinschlüsse gesehen, über deren Babesiennatur wir im unklaren geblieben sind, und nur einmal haben wir in einem Malpighi'schen Gefäß mehrere intrazellulär liegende sichere Babesien entdeckt.

Während des Blutsaugens der Nymphen kann es in den Zellen der Speicheldrüsen zu einer Entwicklung der Parasiten kommen, doch ist dies nicht regelmäßig der Fall, wie wir gleich noch sehen werden.

In den nüchternen Imagines haben wir die Babesien überhaupt nicht nachweisen können. Die Ursache ist hier dieselbe wie bei der Nymphe: in dem dunkelgefärbten Protoplasma sind die offenbar noch einzeln liegenden und spärlichen kleinen Körperchen nicht auffindbar. Das gilt insbesondere für die Speicheldrüsen, die bei den nüchternen Imagines sicher schon befallen sind, die aber, bevor sie in Funktion treten, eine sehr dichte Zellstruktur aufweisen.

Untersucht man dagegen Weibchen, die bereits 4—5 Tage am Wirtstier festgesessen haben, oder Männchen, die mit diesen zusammen angesetzt wurden und die in der Zwischenzeit gleichfalls etwas Blut aufgenommen haben, so findet man ausnahmslos, daß eine starke Vermehrung der Parasiten in den Speicheldrüsen erfolgt ist.

Die Speicheldrüsen sind traubenförmige Organe. Sie setzen sich aus zahlreichen kugeligen Alveolen zusammen, von denen jede aus mehreren Zellen besteht, welche gemeinsam einen Hohlraum umschließen (Taf. 8 Fig. 24, Taf. 9 Fig. 29, 31, 32). Die Ausführungsgänge dieser Alveolen sind miteinander vereinigt und münden in den gemeinsamen Ausführungsgang der ganzen Drüsen. Zwischen diesen mehrzelligen finden sich noch in geringerer Zahl einzellige, birnförmige Alveolen verteilt, die als Giftdrüsen aufgefaßt werden. Die Entwicklung der Parasiten findet nur in den mehrzelligen Alveolen statt. Die einzelnen Zellen dieser treten nicht gleichzeitig in Funktion; während manche schon ganz von großen Sekrettropfen, die sich im Giemsa-Präparat rosa färben, erfüllt sind, weisen andere ein dichtes, einschlußfreies Protoplasma auf (Taf. 8 Fig. 24). Nur in Zellen dieser Art sind Entwicklungsstadien enthalten.

Der Entwicklungsgang in den Zellen der Speicheldrüsen entspricht vollkommen demjenigen, welchen wir in der Darmwand kennengelernt haben. Es bilden sich hier und da auf einzelne Zellen beschränkte Infektionsherde, die ihren Ursprung von einer einzigen, von der Leibeshöhle her eingedrungenen Babesie nehmen. Diese wächst zu einer verhältnismäßig großen, amöboiden Form mit chromatinreichem Kern heran (Taf. 8 Fig. 17), welche sich dann durch Zweiteilung vermehrt. An die erste Zweiteilung schließen sich in schneller Folge zahlreiche weitere. Solange die Zahl noch gering ist, liegen die einzelnen Individuen ziemlich verstreut in der Zelle, wie es die Taf. 8 Fig. 22 und 23 zeigen. (Taf. 8 Fig. 22 stellt den ersten Schnitt durch die Peripherie einer Alveole dar, der gerade eine infizierte Zelle getroffen hat bei 1600facher Vergrößerung; Taf. 8 Fig. 23 den darauffolgenden Schnitt bei 600facher Vergrößerung.) Später erfüllen die Babesien den ganzen Raum der Zelle, zunächst noch in lockerer Lagerung, wie in Taf. 9 Fig. 29 und in Taf. 9 Fig. 30, welche die infizierte Zelle bei stärkerer Vergrößerung zeigt, schließlich aber in einem dichtgedrängten Haufen (Taf. 9 Fig. 31).

Auf diese Weise gehen aus einem einzigen Individuum viele Tausende hervor, und man kann sich vorstellen, daß ein einziger Infektionsherd in den Speicheldrüsen genügen würde, um die Infektion des Hundes zu sichern. Wie ein Vergleich der Taf. 9 Fig. 29, 31 und 32 lehrt, werden die Babesien mit zunehmender Menge immer kleiner; noch deutlicher kommt diese Größenabnahme in der Figurenreihe 17—21 zum Ausdruck. Wenn die ganze Zelle von einer dichten Parasitenmasse erfüllt ist, dann entleert sich ihr Inhalt in den Hohlraum der Alveole. Taf. 8 Fig. 24 zeigt das Endstadium

der intracellulären Entwicklung und ein Parasitenhäufchen, das bereits in das Lumen übergetreten ist.

Solange die Babesien in der Zelle liegen, sind sie von rundlicher oder unregelmäßig amöboider Gestalt; sobald sie aber frei werden, nehmen sie die Form kleiner Würmchen an (Taf. 8 Fig. 19—21), die den im Darmlumen auftretenden Würmchenformen (Taf 8 Fig. 5, 6) ganz ähnlich sind. Die Größenabnahme während der intracellulären Vermehrung führt nicht in jedem Falle bis zu der gleichen Endgröße. Die größten Würmchenformen in der Speicheldrüse entsprechen, wie die Figuren zeigen, denen im Darmlumen; die kleinsten (Taf. 8 Fig. 21) sind aber noch erheblich winziger. Diese Würmchenformen können, wie ohne weiteres ersichtlich ist, mit dem Speicheldrüsensekret in die Saugwunde gelangen und auf diese Weise die Infektion des Hundes bewirken.

Wie schon gesagt, findet man die Parasitenanhäufungen in den Speicheldrüsenzellen der erwachsenen Zecken erst einige Tage, nachdem diese mit dem Blutsaugen begonnen haben. Die Nahrungsaufnahme und die beginnende Funktion der Drüsen gibt also erst den Anreiz zur Vermehrung der Babesien. Die Alveolen selbst nehmen ja während des Saugens bedeutend an Größe zu (Regendanz u. Reichenow, 1931). Auch dieses Verhalten steht in einem bemerkenswerten Gegensatz zu dem der Hämosporidien. Während bei diesen das für das Wirbeltier infektiöse Stadium schon in dem nüchternen Überträger vorhanden ist und die Übertragung bei Beginn des Saugaktes erfolgt, geht sie bei den Babesien erst im Laufe der Nahrungsaufnahme des Überträgers vor sich.

Da die Inkubationszeit bei Übertragung der *Babesia canis* durch Zecken um 2—3 Tage länger ist als bei Blutüberimpfung, so ergibt sich, daß die ersten infektiösen Formen in den Speicheldrüsen 2—3 Tage nach dem Beginn des Saugens auftreten. Das ist immerhin eine recht schnelle Entwicklung, da doch in diesem Zeitraum mindestens 10—12 Teilungsschritte einander gefolgt sein müssen.

Der Befall der Speicheldrüsen findet wohl durchweg schon im Nymphenstadium statt. In manchen Fällen erfolgt er schon bei der nüchternen Nymphe, und die Nymphe kann dann während des Saugens schon selbst den Hund infizieren. Die meisten Parasiten dringen aber erst während des Saugens der Nymphe oder vielleicht auch erst nach dem Saugakt in die Speicheldrüsenzellen ein. Wir haben in unserer experimentellen Arbeit nachgewiesen, daß schon die Nymphen die Babesien übertragen können. Während wir aber in den Speicheldrüsen von Männchen und Weibchen, die teils während, teils

nach dem Saugakt untersucht wurden, ohne Ausnahme reichliche Infektion antrafen, haben wir von 6 Nymphen, die zu entsprechenden Zeiten untersucht wurden, nur eine mit Speicheldrüseninfektion gefunden, und auch in diesem Falle war die Infektion sehr schwach. Beide Speicheldrüsen hatten wir unmittelbar nach dem Abfallen der vollgesogenen Nymphe von einem Igel herauspräpariert und in einer vollständigen Schnittserie durchgemustert. Es wurde nur eine einzige mit Piroplasmen angefüllte Zelle gefunden, ferner eine Zelle, die einen Haufen degenerierter Individuen enthielt, und schließlich die in Fig. 17 dargestellte einzelne Form in einer anderen Zelle. Diese Form war offenbar erst gegen Ende des Saugaktes in die Speicheldrüse gelangt und war infolgedessen gar nicht mehr zur Vermehrung gelangt.

Die Speicheldrüsenalveolen der Nymphe gehen bei der Metamorphose zugrunde. Gleich nach beendeter Nahrungsaufnahme beginnt die Bildung neuer Alveolen durch Teilungen einiger basaler, an der Mündung der Ausführgänge gelegener Zellen. Diejenigen Parasiten, welche wie der in Taf. 8 Fig. 17 dargestellte schon in die Alveolen der Nymphe eindrangen, dort aber nicht mehr zur Vermehrung gekommen sind, brauchen also nur in nahe benachbarte Zellen überzutreten, um in die Alveolen der Imagines zu gelangen. Solche Babesien, welche erst nach dem Saugakt die Speicheldrüsen befallen, dringen wohl gleich in die neuen Zellen ein.

Das oben erwähnte Degenerationsstadium in der Speicheldrüse treffen wir auch bei den Imagines nach beendetem Saugakt an. Zunächst ist zu bemerken, daß auch bei normaler Beendigung der intracellulären Entwicklung nach der Entleerung der Wirtszelle eine Anzahl Parasiten in ihr zurückzubleiben pflegen, die dort der Degeneration verfallen (Taf. 9 Fig. 32 oben rechts). Alle Parasiten aber, die bei Beendigung des Saugaktes ihre Vermehrung noch nicht vollendet haben oder überhaupt noch in den Zellen liegen, gehen zugrunde, was Hand in Hand mit dem zunehmenden Zerfall der Alveolenzellen selbst geht. Je längere Zeit nach dem Abfallen der Zecken wir die Speicheldrüsen untersuchen, um so mehr nehmen die Degenerationsformen der Parasiten zu, und schließlich beherrschen sie allein das Bild. Sie sind entsprechend ganz den in der Darmwand auftretenden Degenerationen und bestehen in einer Verklumpung zu vielkernigen Gebilden (vgl. Taf. 8 Fig. 1 in der Mitte).

Die Massenanhäufungen winziger Babesien in den Speicheldrüsenzellen sind auch von Christophers beobachtet worden, jedoch läßt er diese Stadien aus einer multiplen Teilung hervorgehen.

Seine multiplen Teilungsformen sind zum Teil ohne Zweifel die oben erwähnten Degenerationsbilder (z. B. seine Fig. 24 u. 25), während andere (seine Fig. 21—23) in den Trockenausstrichen zerflossene Zellelemente sind, bei denen sich nicht entscheiden läßt, ob sie Reste von Parasiten oder von Zellen der Zecke sind. Vielleicht trifft es auch für die von Gonder in den Speicheldrüsen gefundenen Stadien von *Theileria parva* zu, daß sie nicht durch multiple Teilung entstehen, wie dieser Autor annimmt, sondern sich in derselben Weise wie bei *Babesia canis* entwickeln. Eine Babesieninfektion scheint uns übrigens auch bei den Gebilden vorzuliegen, die M. Rondelli (1924) bei einer von Rindern stammenden Zeckenart, die sie als *Ixodes*-Art bezeichnet, in den Speicheldrüsen gefunden, aber als intracelluläre Symbionten der Zecken betrachtet hat. Um diese kann es sich nicht handeln, da solche nur in den Malpighischen Gefäßen und in den Eiern der Zecken vorkommen (vgl. die im Druck befindliche Arbeit von E. Mudrow). Die einzige Abbildung, welche die Mitteilung von Rondelli enthält, erinnert aber sehr an eine Anhäufung winziger Piroplasmen in einer Zelle, von denen ein Teil schon in das Lumen der Alveole übergetreten ist. Dieselben Formen sollen auch in verschiedenen anderen Organen auftreten, doch fehlen darüber nähere Angaben.

Zusammenfassung.

Aus unseren Feststellungen ergibt sich folgender Entwicklungsgang von *Babesia canis* in *Dermacentor reticulatus*: Von den aus dem Blut in den Darm gelangenden Parasiten bleibt nur eine kleine Anzahl erhalten, die eine würmchenförmige Gestalt annehmen und in Darmepithelzellen eindringen. Dort wachsen die Babesien heran und vermehren sich darauf durch zahlreiche Zweiteilungen, wodurch es zu starken Anhäufungen in den betreffenden Zellen kommt. Alle Individuen verwandeln sich dann in verhältnismäßig große Würmchenformen, welche aus der Darmwand in die Leibeshöhle übertreten, in das Ovar eindringen und die Eier befallen. Im Ei runden sich die Parasiten ab und teilen sich wenige Male unter Größenverminderung. Während der Entwicklung der Nachkommenschaft der Zacke erfolgt keine weitere Veränderung der Babesien mehr bis zu dem Zeitpunkt, wo sie im Nymphenstadium des Wirtes in die Speicheldrüsenzellen eindringen. Erfolgt dieses Eindringen schon im nüchternen Zustand der Nymphe, dann kommt es schon während ihres Blutsaugens zu einer Vermehrung der Parasiten in den Speicheldrüsen, die durch zahlreiche Zweiteilungen zur Bildung eines großen Haufens winziger

Individuen in der Zelle führt. Die Parasiten werden in das Lumen der Speicheldrüsenalveolen entleert, nehmen dort die Gestalt winziger Würmchen an und gelangen in dieser Form mit dem Drüsensekret in das Blut des Hundes. Es können also schon die Nymphen infektiös werden. Die meisten Babesien wandern aber in die Speicheldrüsen erst später ein und entwickeln sich dort in derselben Weise erst während des Saugaktes der Imagines. In der Hauptsache wird die Übertragung auf den Hund also durch die Imagines bewirkt. Im Hundeblut schließlich besteht, wie wir bereits S. 55 erörtert haben, die Entwicklung nur in einer Aufeinanderfolge von Zweiteilungen.

Bezüglich der systematischen Stellung der Babesien lehrt uns dieser Entwicklungsgang, daß die Organismen nichts mit den Sporozoen zu tun haben. Auch für die Annahme einer Flagellatenverwandtschaft ergibt sich keinerlei Anhalt. Somit würden sie als amöboide, sich durch Zweiteilung vermehrende Organismen am ehesten bei den Rhizopoden ihren Platz finden. Das Auftreten würmchenförmiger, sich gleitend bewegender Formen bei solchen Gelegenheiten, wo eine Wanderung der Parasiten und das Eindringen in Zellen in Frage kommt, ist jedoch eine Besonderheit, welche diesen Organismen vorläufig eine isolierte Stellung zuweist.

Nachtrag.

Nachdem wir die Ausarbeitung unserer Ergebnisse nahezu abgeschlossen hatten, kamen uns noch zwei kürzlich erschienene Arbeiten zur Kenntnis, die sich mit dem vorliegenden Thema beschäftigen und daher noch kurz besprochen werden müssen. Dennis (1932) gibt von der Entwicklung von *Babesia bigemina* in *Margaropus annulatus* eine stark durch die Befunde Christopher's bei *Babesia canis* beeinflußte Darstellung, die aber dadurch noch auf einen besonderen Irrweg gerät, daß Microorganismen ganz anderer Natur in den Entwicklungsgang der Babesie hineinkombiniert worden sind.

Dennis beschreibt die Umwandlung eines kleinen Teils der aus dem Blute stammenden Formen im Lumen des Zeckendarms in kleine würmchenförmige Gebilde; er stimmt in diesem Punkte also mit uns überein. Er betrachtet jedoch diese Formen als Gameten, zwischen denen Geschlechtsunterschiede nicht feststellbar sind. Deren Copulation hat er zwar nicht beobachtet, nimmt jedoch an, daß aus einer solchen die größeren Würmchenformen hervorgehen, die er demgemäß als Ookineten bezeichnet. Die Ookineten verlassen das Darmlumen, gelangen in die Leibeshöhle und dringen in die Eier

ein. Die ganze Entwicklung in der Darmwand ist also auch diesem Forscher entgangen.

Im Ei verwandelt sich der Ookinet in einen runden Sporonten mit dickwandiger Membran, dessen Kern sich wiederholt teilt. Dieses Stadium können wir nicht deuten, da wir nie ähnliches gesehen haben; vielleicht liegt hier ein Parasit eigener Art vor. Der vielkernige Sporont zerfällt in eine Anzahl zunächst einkerniger, amöboid gestalteter Sporoblasten. Bei diesen könnte es sich nach den Abbildungen tatsächlich um Anhäufungen von Babesien handeln. Aus ihnen sollen dann aber mit zahlreichen, punktförmigen Kernen versehene unregelmäßige, rundliche oder langgestreckte Gebilde hervorgehen. Diese sollen beweglich sein und werden daher als analoge Gebilde betrachtet wie das bewegliche Stadium, das nach Reichenow bei *Karyolysus*-Arten durch Teilung des Sporonten entsteht. Dennis bezeichnet sie deshalb auch als Sporokineten.

Diese angeblichen Sporokineten sind uns gut bekannt aus einer Untersuchung, die eine Schülerin des einen von uns, Frl. Mudrow, über die intracellulären Symbionten der Zecken ausgeführt hat. Die Symbionten von *Margaropus annulatus* bilden Kolonien in der Form, daß zahlreiche coccenförmige Körperchen in einer gemeinsamen Hüllsubstanz eingelagert liegen, und diese Symbiontenkolonien stimmen völlig mit den von Dennis beschriebenen „Sporokineten" überein. Es sei diesbezüglich auf die im Druck befindliche Arbeit verwiesen. Außer den Eiern befallen diese Symbionten nur die Malpighi'schen Gefäße der Zecke. Dennis nimmt irrtümlich an, daß die „Sporokineten" in fast alle Organe des Embryos eindringen können, darunter auch in Zellen, aus denen später die Speicheldrüsen hervorgehen. Sie sollen teils schon im Ei, teils nach dem Schlüpfen der Larve in zahlreiche sehr kleine Sporozoiten zerfallen, die hauptsächlich in den Speicheldrüsen gefunden werden. Bei diesen handelt es sich ohne Zweifel wieder um echte Babesien.

Cowdry u. Ham (1932) haben die Entwicklung von *Theileria parva* in *Rhipicephalus appendiculatus* untersucht. Sie unterscheiden bei den in das Darmlumen gelangenden Theilerien zwei an Größe verschiedene Formen, die sie als männliche und weibliche Gameten betrachten. Diese heften sich an der Oberfläche der Darmepithelzellen an, und es wird vermutet, daß dort eine Copulation erfolgt. Nach dem Eindringen in die Epithelzellen verschwinden die kleineren Formen schnell, während die größeren heranwachsen. Ihr Kern wird vorübergehend unsichtbar, tritt dann aber wieder auf, und die runden Parasiten (Zygoten) werden zu langgestreckten Formen (Ookineten).

Da die genannten Autoren die Parasiten in größerer Zahl in einer Zelle vereinigt finden, vermuten wir, daß die von ihnen als Ookineten bezeichneten Würmchenformen hier in ganz gleicher Weise entstehen, wie wir es bei *Babesia canis* beschrieben haben. Die „Ookineten" treten nun in die Leibeshöhle über und dringen in Zellen der Speicheldrüsen ein. Hier runden sie sich ab und wachsen sehr stark heran, während der Kern verschwindet. An der Oberfläche der erwachsenen Formen (Sporonten) schnüren sich Knospen (Sporoblasten) ab, die unregelmäßige Chromatinmassen enthalten. Aus diesen Sporoblasten gehen schließlich zahlreiche winzige Sporozoiten hervor. Dieser Vorgang der Sporogonie mit den völlig ungeklärten Kernverhältnissen macht einen wenig überzeugenden Eindruck, und es erscheint uns eher wahrscheinlich, daß auch in der Speicheldrüse die Entwicklung von *Theileria parva* ganz ebenso vor sich geht, wie bei *Babesia canis* nach unseren Feststellungen, und daß von den Autoren die dort auftretenden Degenerationsbilder nicht von den normalen unterschieden worden sind. Der Entwicklungsgang der Theilerien in der Zecke würde dann von dem der Babesien nur darin abweichen, daß keine Eiinfektion erfolgt, sondern die Infektion von einem Stadium zum nächsten der gleichen Zeckengeneration übertragen wird. Freilich sind uns auch hinsichtlich der Stichhaltigkeit dieses Unterschiedes einige Zweifel aufgestiegen, auf die wir aber erst eingehen wollen, wenn sie durch künftige Untersuchungen eine Stütze finden sollten.

Literaturverzeichnis.

Christophers, S. R. (1907): Piroplasma canis and its life cycle in the tick. Sci. Mem. by Officers of Med. and Sanit. Departments Gov. of India No. 29.

Cowdry, E. V. and Ham, A. W. (1932): Studies on East Coast Fever. I. The life cycle of the parasite in ticks. Parasit. Vol. 24 p. 1.

Dennis, E. W. (1932): The life-cycle of Babesia bigemina (Smith and Kilbourne) of Texas Cattle-Fever in the tick Margaropus annulatus (Say) with notes on the embryology of Margaropus. Univ. of California Publ. in Zoology Vol. 36 No. 11.

Gonder, R. (1911): Die Entwicklung von Theileria parva, dem Erreger des Küstenfiebers der Rinder in Afrika. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 p. 170.

Kleine, F. K. (1906): Kultivierungsversuch der Hundepiroplasmen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 54 p. 10.

Koch, R. (1906): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Piroplasmen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 54 p. 1.

Marzinowski E. J. u. Bielitzer, A. W. (1909): Piroplasmose des Pferdes in Rußland und die Rolle der Zecke Dermacentor reticulatus bei ihrer Verbreitung. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 63 p. 17.

Mudrow, E. (1932): Über die intracellulären Symbionten der Zecken. Zeitschr. f. Paras. Im Druck.

Nordenskiöld, E. (1908): Zur Anatomie und Histologie von Ixodes reduvius. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Bd. 25 p. 637.

Regendanz, P. u. Reichenow, E. (1931): Über Zeckengift und Zeckenparalyse. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 35 p. 255.

— (1932): Beitrag zur Übertragungsweise von Babesia canis durch Zecken. Zentralbl. f. Bakt. usw. Abt. 1 Orig. Bd. 125 p. 471.

Reichenow, E. (1918): Digestion intracelular en un acaro. Bol. Real Soc. Espan. Hist. Nat. Vol. 18 p. 258.

— (1921): Die Hämococcidien der Eidechsen. Arch. f. Protistenk. Bd. 42 p. 179.

Rondelli, M. (1924): Contributo alla conoscenza della simbiosi negli ematofagi (Zecche). Atti Real Acad. Sci., Torino Vol. 60.

Schuberg, A. u. Reichenow, E. (1912): Über Bau und Vermehrung von Babesia canis im Blute des Hundes. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 38 p. 415.

Tafelerklärung.

Tafel 8 u. 9.

(Alle Figuren nach Feuchtpräparaten mit Giemsa-Färbung.)

Tafel 8.

(Fig. 3—21 Vergr. 2500 ×.)

Fig. 1 u. 2. Darmschnitte von weiblichen Zecken bei Beginn der Eiablage. Fig. 1 zeigt die Umwandlung der intracellulären Stadien in würmchenförmige und die Wanderung dieser nach der Basalmembran, sowie einen Haufen degenerierender Babesien; 800 ×. Fig. 2 Anhäufung von Würmchenformen an der Basalmembran; 1000 ×.

Fig. 3—6. Runde Formen aus dem Darmlumen und deren Umwandlung in eine winzige Würmchenform, die in das Darmepithel einwandert.

Fig. 7. Teilungsstadien im Darmepithel, aus einem Schnitt.

Fig. 8. Zweikerniges Stadium aus dem Darmepithel, im Ausstrich.

Fig. 9 u. 10. Umwandlung der intracellulären Form in die Würmchengestalt.

Fig. 11 u. 12. Würmchenformen des Typus, welcher in die Eier der Zecke einwandert.

Fig. 13. Abgerundete Form im Ei.

Fig. 14. Teilung derselben.

Fig. 15 u. 16. Aus den Teilungen im Ei hervorgegangene kleinere Formen.

Fig. 17. Einzeln liegender Parasit in der Speicheldrüsenzelle einer Nymphe nach dem Blutsaugen.

Fig. 18. Amöboide Form aus einem Haufen in der Speicheldrüsenzelle. Ausstrichpräparat.

Fig. 19—21. Endstadien der Entwicklung in der Speicheldrüse aus dem Lumen der Alveole. Ausstrichpräparat.

Fig. 22 u. 23. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte durch eine noch schwach infizierte Speicheldrüsenzelle. Fig. 22 = 1600 ×, Fig. 23 = 600 ×.

Fig. 24. Schnitt durch eine Speicheldrüsenalveole mit einer infizierten Zelle (Endstadium der Parasitenvermehrung) und einem Parasitenhaufen im Lumen. 600 ×.

Tafel 9.

(Mikrophotogramme, Fig. 25—28 u. 30 Vergr. 1200 ×, Fig. 29, 31, 32 Verg. 600 ×.)

Fig. 25. Herangewachsener, noch einzeln liegender Parasit in der Darmwand einer gerade vom Hunde abgefallenen weiblichen Zecke.

Fig. 26. Darmwandzelle mit zahlreichen Vermehrungsstadien der Babesie angefüllt.

Fig. 27. Bildung der Würmchenformen in der Darmwand.

Fig. 28. Abgerundeter Parasit im Ei.

Fig. 29. Schnitt durch eine Speicheldrüsenalveole mit einer infizierten Zelle.

Fig. 30. Die infizierte Zelle aus Fig. 29, stärker vergrößert.

Fig. 31. Schnitt durch eine Speicheldrüsenalveole mit einer infizierten Zelle. Die Parasiten haben sich weiter vermehrt als in Fig. 29 u. 30 und sind kleiner geworden.

Fig. 32. Schnitt durch eine Speicheldrüsenalveole. Unten eine infizierte Zelle mit sehr winzigen Parasiten im Endstadium der Vermehrung; oben rechts eine entleerte Zelle mit einigen zurückgebliebenen Parasiten in Degeneration.

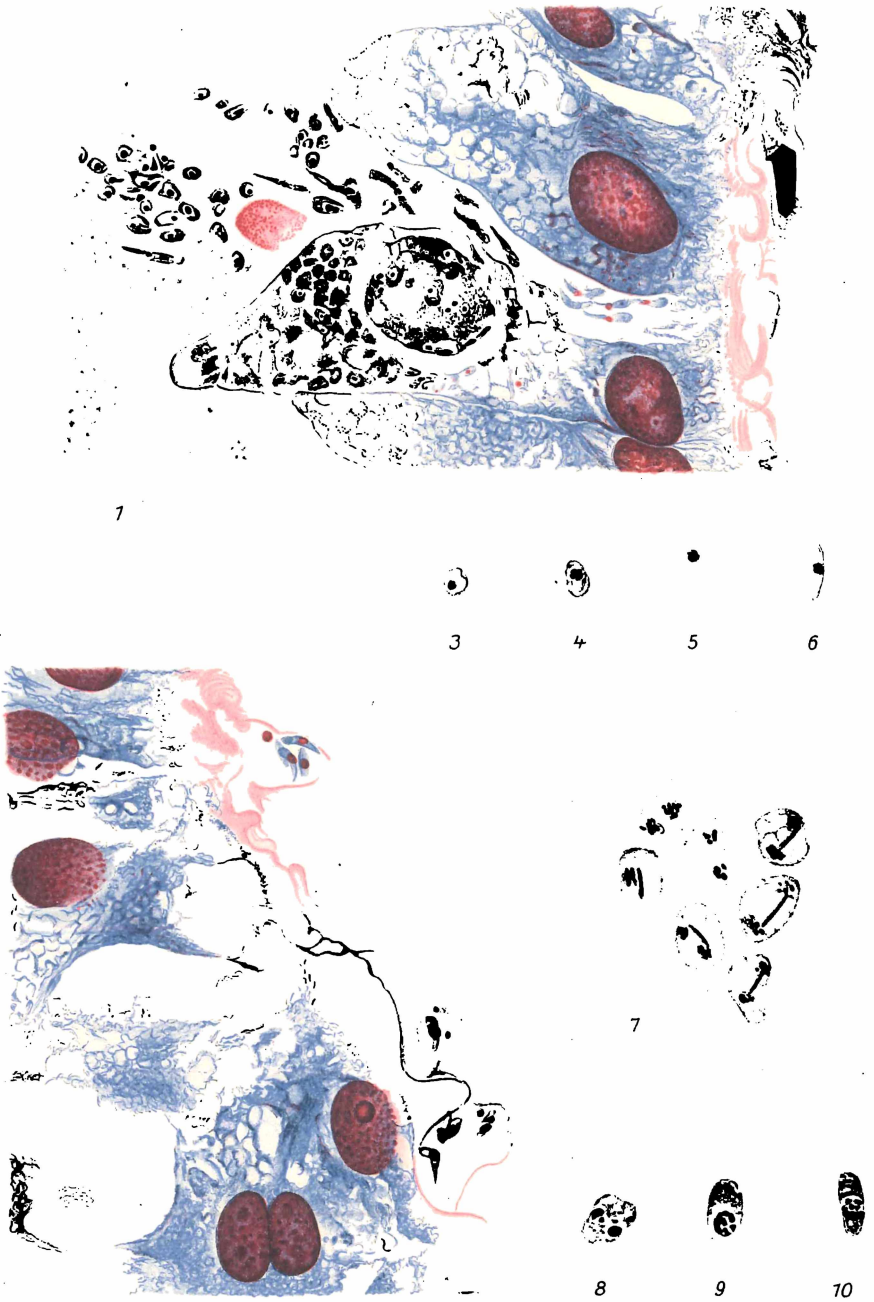
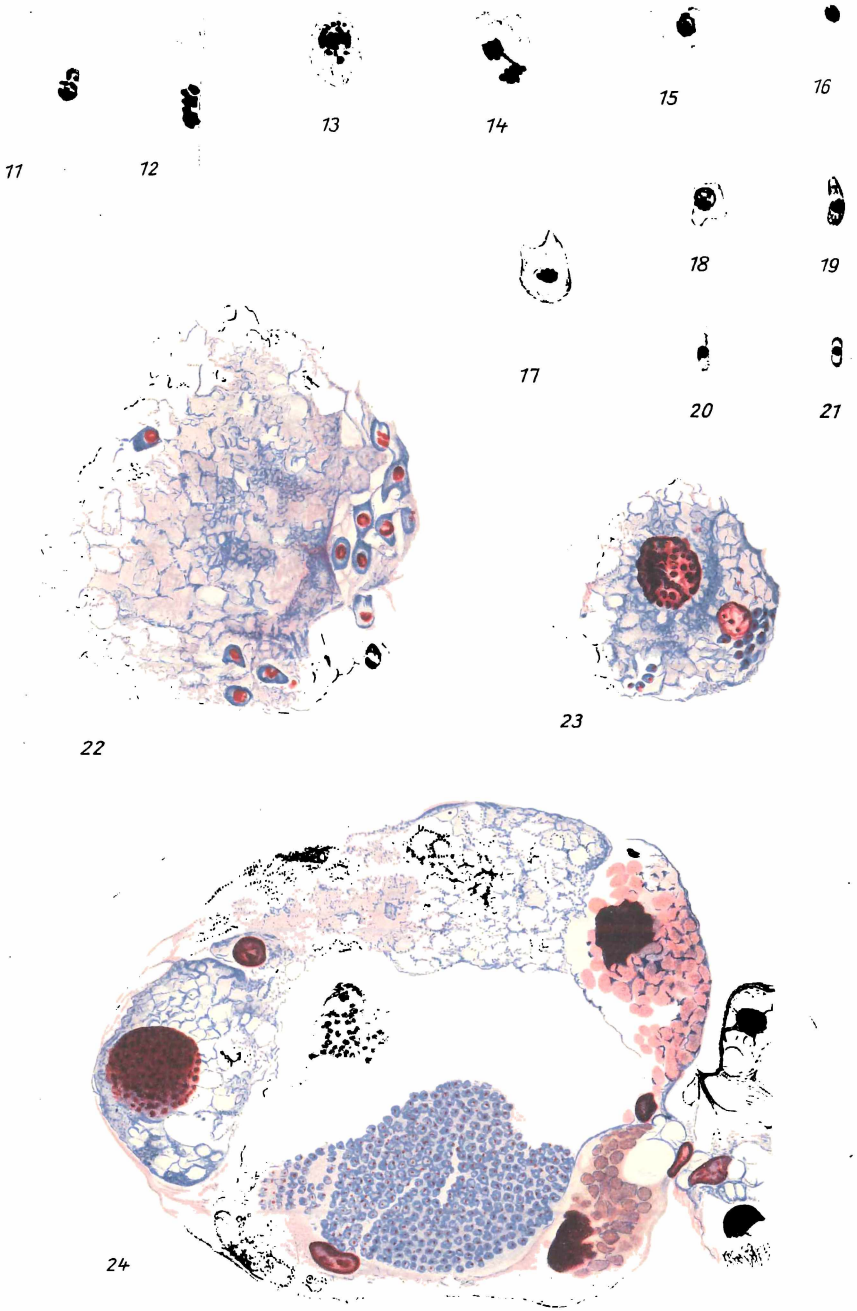


Fig. 1, 2, 22-24 C.H.W. Krüger, Fig. 3-21 E. Reichenow gez.

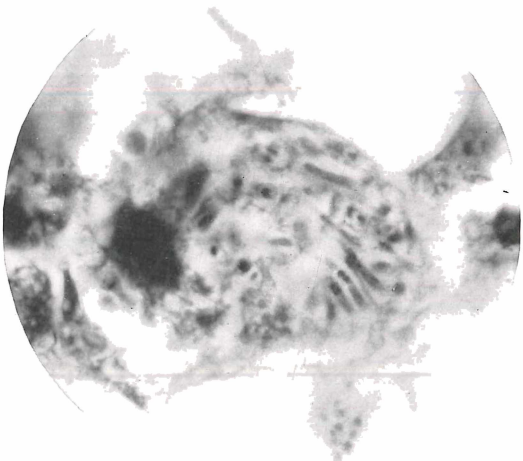


ıcher in Jena.

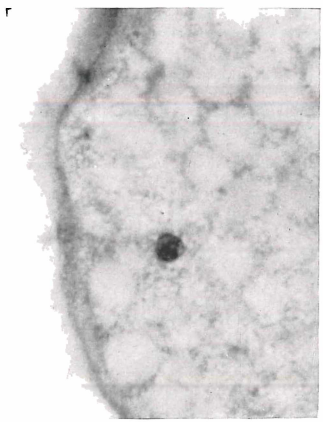
Lith. Anst. Johannes Arndt. Jena.

25

26

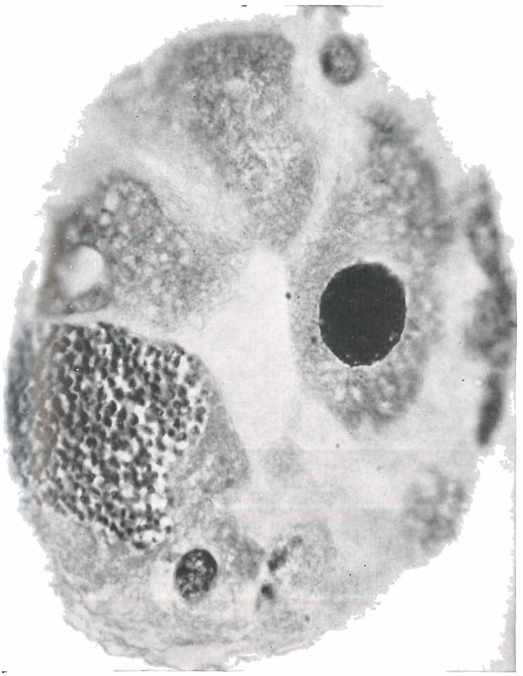


27

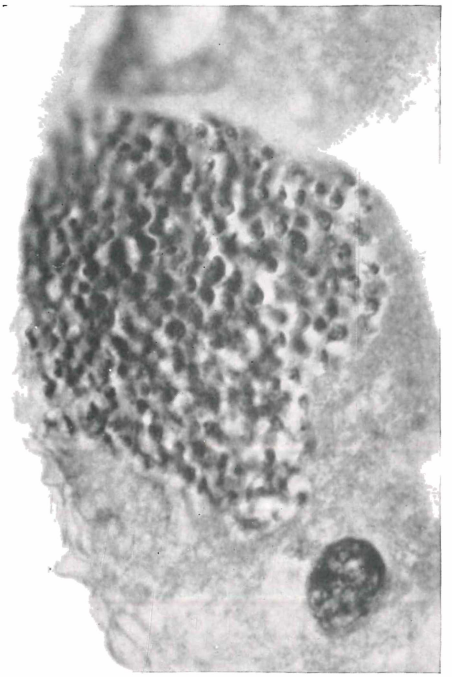


28

P. Regendanz phot.

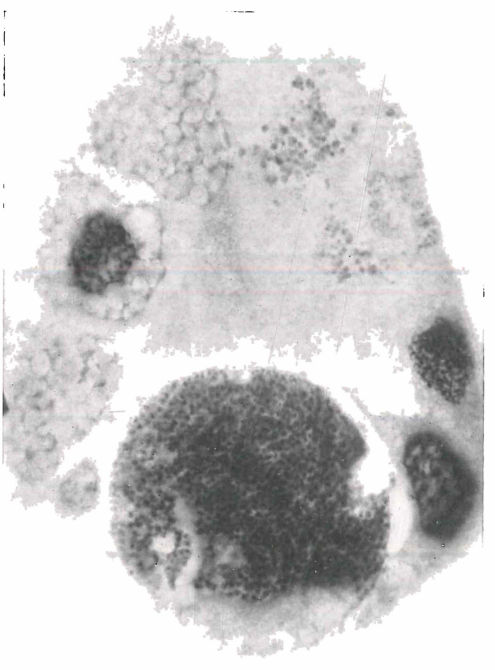


29



30

31



32

FISCHER IN JENA

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: 79_1933

Autor(en)/Author(s): Regendanz P., Reichenow Eduard

Artikel/Article: Die Entwicklung von Babesia canis in Dermacentor reticulatus. 50-71