hier angenommenen Maschinerie darauf ausgeht, Apparate zu bauen, deren Bewegungen sehr leicht vorherbestimmbar und beherrschbar sind.

Zum Schlusse hebe ich noch einmal hervor, dass ich mir wohl bewusst bin, nicht etwas eigentlich Neues gebracht zu haben. Im Gegenteil, die zu Grunde liegenden Gedanken sind sogar sehr alt. Wohl aber ist eine Hervorhebung und Veranschaulichung derselben bis auf den heutigen Tag leider nicht überflüssig geworden.

Ueber den Krankheitserreger der Malaria.

Zusammenfassender Bericht.

Von Dr. C. Spener.

(Schluss.)

II.

Wie die oben mitgeteilten Forschungen ergeben, hat als Erreger der Malaria ein Mikroorganismus zu gelten, der sich in seinen morphologischen und biologischen Eigenschaften ganz bedeutend von denjenigen Organismen unterscheidet, die bis jetzt als Erreger einer großen Reihe von Infektionskrankheiten gekannt sind.

Er tritt uns als ein in den roten Blutzellen schmarotzendes Lebewesen entgegen und zeigt sich, wie alle Forscher betonen, besonders in zwei Haupttypen, die auch hier auseinander gehalten werden sollen.

Der eine Haupttypus, „das amöboide Stadium“, als dessen Charakteristicum wir die Eigenbewegung, und dessen Grundtypus die runden Protoplasmakörper bezeichnen, hat zwei Hauptphasen.

Die erste, die „vegetative Phase“ dient hauptsächlich der Entwicklung des Parasiten und führt ihn von seinem Jugendzustand einer Reife entgegen, die zur Bildung von neuen Jugendformen, zur Erzeugung neuer Generationen führt und als „reproduktive Phase“ bezeichnet wird.

In der vegetativen Phase erscheint er zunächst in der Form eines Gebildes, das als „Amoeba“ oder „Plasmodium“ bezeichnet werden kann.

Seine Gestalt ist vorwiegend rund, doch infolge der dem Organismus eigenen Bewegungsfähigkeit sehr wechselnd; der zentrale Teil scheint in der Dicke hinter dem Rand zurückzustehen, so dass der ganze Körper etwa die Form einer bikonkaven Linse darbietet; durch den verdünnten mittleren Teil sieht man häufig die hämoglobinfarbene Substanz des roten Blutkörperchens durchschimmern und kann daher die Form mit einem Ring, ja, wenn jener verdünnte Teil nicht genau in der Mitte liegt, sondern der Rand an einer Stelle eine bedeutendere Ausdehnung hat, mit einem Siegelring vergleichen.

Die Größe dieses Körpers schwankt; sie wird am besten nach den roten Blutscheiben bestimmt und beträgt $^1/_{10}$ bis $^1/_3$ der Größe derselben. Diese Schwankungen sind nicht nur durch das Wachstum

des Parasiten bedingt, sondern auch als deutliches Unterscheidungsmerkmal einiger Formen konstant vorkommend.

Die Farbe desselben ist als weiß-grau zu bezeichnen, jedoch wohl nur als ein Ausdruck seines fast homogenen, hyalinen Inhalts zu erklären.

Von der Struktur des Parasiten ist zu sagen, dass derselbe sich auf den ersten Blick als gleichmäßig durchsichtige protoplasmatische Masse zeigt; erst bei längerer Betrachtung, wenn der Blick sich für die sehr zarten Objekte geschärft hat, gelingt es, eine periphere, dickere und glänzendere Schicht, das Ektoplasma, und von ihr allseitig, doch nicht in gleichmäßiger Dicke umgeben, eine innere, weniger glänzende, bisweilen feinkörnige Substanz, das Entoplasma, zu erkennen. Die letztere, bisweilen exzentrisch liegend, scheint, wie schon bemerkt, häufig sehr dünn, so dass sie entweder als hellerer „Kern" erscheint oder das rote Blutkörperchen mehr oder weniger deutlich durchschimmern lässt; es scheint sogar auch zuweilen ein Teil des Hämoglobins in dem Parasiten eingeschlossen zu sein. An Stelle des inneren, helleren Teiles sind auch zwei bis drei scheinbar von einander getrennte oder nur durch eine Brücke verbundene dunklere Punkte oder Körperchen gesehen worden. Diese Struktur tritt durch die Färbung noch viel deutlicher zu Tage. Bei Anwendung von Methylenblau erscheint das Ektoplasma als ein dunkelblauer Ring, von manchmal geschlängeltem Verlauf, mit einzelnen intensiver gefärbten Punkten; das Entoplasma dagegen färbt sich gar nicht oder wenig, nur in der Mitte zeigt sich zuweilen ein hellblauer Punkt. Von einigen Forschern wird das Entoplasma als Kern angesehen, an dem sie auch eine zarte, oft undeutliche Kernmembran, Kernsaft und Kernnetz mit Kernkörperchen unterscheiden. — Die Beobachtung, dass an den extrazellulären, freien Amöben geißelartige Anhänge zu finden seien, möge hier anhangsweise erwähnt werden.

Die Umrisse des eben beschriebenen Körpers sind sehr undeutlich; nur im Zustande völliger Ruhe lässt sich ein einfacher, zuweilen gezahnter Kontur konstatieren.

Diese Formen liegen meist in den roten Blutkörperchen, zuweilen zentrisch, häufiger jedoch exzentrisch, ragen auch wohl mit Teilen ihres Leibes aus demselben hervor. Einige Beobachter geben an, dass sie auch frei vorkommen im Blutplasma.

In den roten Blutkörperchen beträgt ihre Zahl selten mehr als eins.

Von ihren biologischen Eigenschaften heben wir zunächst ihre Beweglichkeit hervor.

Ihre Bewegung ist eine ausgesprochen amöboide, sie entspricht ungefähr derjenigen der Süßwasseramöben und verläuft scheinbar etwas schneller als die der weißen Blutkörperchen: Fingerförmige Fortsätze von verschiedener Länge und Form, die deutlich vom Ekto-

plasma ausgehen und lebhaften Glanz zeigen werden, herausgestreckt und geben den Parasiten die verschiedensten Formen[1]); bald erscheinen dieselben sternförmig, bald kreuzförmig; bald ziehen sie sich sehr in die Länge und kehren dann wieder zur runden Form zurück, um von neuem das Spiel zu beginnen. Die Fortsätze färben sich auch sehr intensiv, so dass sich auch im farbigen Bilde die verschiedenen Formen fixieren lassen. Die Dauer dieser Bewegung ist sehr verschieden; sie sind bis zu $4^1/_2$ Stunden nach Anfertigung des Präparates als bewegungsfähig beobachtet worden, auch ohne dass dabei die Temperatur künstlich erhöht worden wäre.

Ein zweiter Bewegungsmodus besteht in einfachen Kontraktions- und Expansionsbewegungen und verändert die Form nur zeitweise.

Ferner ist eine Bewegung des Protoplasmas beobachtet worden, die in einem Strömen eines Teiles derselben in bestimmten Wegen bestand, die sich durch den ruhigen Teil des Protoplasmas hindurchzogen.

Endlich ist auch hier noch der Bewegung zu gedenken, die den oben erwähnten geißelartigen Fortsätzen zuzuschreiben wäre.

Alle diese Bewegungsarten aber werden unbemerkbar nach dem Tode des Kranken, namentlich hört die amöboide Bewegung dann auf, die Parasiten werden rund, verkleinern sich und scheinen aus dem Blutkörperchen auszutreten.

Diese amöboide Bewegung scheint auch hier, wie bei anderen Amöben, neben der Ortsveränderung auch die Ernährung des Parasiten zu bezwecken; es ist wenigstens beobachtet, dass durch diese Fortsätze, die anfangs ausgestreckt sich mit dem freien Ende dem Parasitenleib wieder genähert und angeschlossen haben, Teile des Hämoglobins in den Parasiten eingeschlossen werden, um dort zu Melaninkörnern verwandelt zu werden.

Das Verhalten der Parasiten gegen äußere Einflüsse entspricht im allgemeinen den Verhältnissen anderer Mikroorganismen; auch sie werden durch schon geringere Kältegrade in ihren vitalen Eigenschaften herabgesetzt und schließlich ertötet; auch höhere Wärmegrade, die anfangs die amöboide Beweglichkeit erhöhen, führen zum Absterben der Parasiten, ja sogar die einfache Belichtung des Präparates durch den Spiegel des Mikroskopes lässt die untersuchten Formen degenerieren.

Gegen chemische Reagentien sind sie im ganzen auch sehr empfindlich: Reines destilliertes Wasser, Kochsalzlösung von 0,5 bis 0,75 %, sowie eine der Pacinischen Flüssigkeiten (Hydrarg. bichlor. 1,0; Natr. chlor. 4,0, Acq. dest. 200 g), ferner verdünnte Mineralsäuren, organische Säuren und verdünnte Alkalien lähmen sofort die Bewegung

1) Vergl. die Abbildungen 1—26 auf Taf. VI des Jahrgangs 1885 der „Fortschritte der Medizin“.

und zerstören die Parasiten. Die vernichtende Wirkung des Chinins auf diese Parasitenformen ist sowohl aus klinischen, wie aus mikroskopischen Beobachtungen bekannt; nach der Darreichung dieses Mittels hört nicht nur alsbald die Bewegung des Parasiten auf, sondern dieselben verschwinden sogar aus dem Blute gänzlich.

Von Farbstoffen werden am leichtesten die kernfärbenden Anilinstoffe, wie Methylenblau, Fuchsin und Gentianaviolett angenommen, während die übrigen in der mikroskopischen Technik angewendeten Farbstoffe die Parasiten nur wenig oder gar nicht tingieren.

Aus diesem einem jugendlichen Zustand entsprechenden Stadium gehen die Parasiten, durch eine allmähliche Wachstumszunahme, durch eine fortschreitende Zerstörung des Blutkörperchens über in das zweite Stadium der vegetativen Phase, dem der pigmentierten Amöbe, des pigmentierten Plasmodiums. Sie ist diejenige Form, die die Untersuchenden zuerst und anfangs am meisten gefesselt hat.

Sie entspricht in ihrer Gestalt und Farbe der früher beschriebenen Phase, erscheint nur ihr gegenüber vergrößert, indem sie einen größeren Teil des roten Blutkörperchens einnimmt. Auch in ihrem Bau und ihren Umrissen gleicht sie dem pigmentierten Körper; doch zeigt zuweilen das gefärbte Präparat in ihrem Inneren eine oder mehrere Vakuolen von scharfer Umgrenzung manchmal mit kleinen Körperchen im Innern versehen. Während ihr sonstiges Verhalten, das intra- und extraglobuläre Vorkommen, die Färbbarkeit und ihre amöboide Beweglichkeit, im ganzen ebenfalls den Verhältnissen jener ersten Gruppe entspricht, unterscheiden sie sich hauptsächlich von ihnen durch die Pigmentkörner, die in ihnen sich befinden. Es sind das feine Körnchen und spitzige Stäbchen von minimaler Größe, zuweilen so klein, dass gespannteste Aufmerksamkeit zu ihrer Beobachtung gehört. Ihre Farbe ist wechselnd von rot durch braun zu schwarz, ihrer Herkunft entsprechend scheint sie sich aus der roten Farbe der Blutkörperchen allmählich zum schwarz umzubilden, eine Metamorphose, aus deren zeitlichem Verlauf ein Beobachter auf die Intensität des Krankheitsprozesses einen Schluss machen wollte. Ueber die Entstehung des Pigmentes berichten die Forscher, dass es sich aus dem in die Substanz des Parasiten aufgenommenen Hämoglobin umwandele, indem dasselbe anfangs zu rötlichen Bröckeln zerfalle, die dann in Melaninkörner übergeführt würden. Es ist entweder unregelmäßig im Körper zerstreut oder auch in 2 bis 3 Häufchen zusammengeballt und liegt meist im Ektoplasma. Als eine sehr hervortretende Eigenschaft ist seine Beweglichkeit zu bezeichnen; in lebhaftem Auf- und Niedertanzen drehen die einzelnen Körperchen sich um sich selbst, wechseln ihren Platz, sollen auch bisweilen aus dem Parasiten heraus in das Blutkörperchen austreten. Die Bewegung scheint nicht eine einfache Molekularbewegung zu sein, sie verläuft in einem viel trägeren Rythmus.

Indessen vergrößert sich der Parasit weiter, greift immer mehr Blutkörperchensubstanz in sich, bis endlich das ganze oder der größte Teil desselben verschwunden und entfärbt ist, so dass schließlich nur noch in einer doppelten Konturlinie die Andeutung der umgebenden Blutscheibe zu finden ist. Aus den weiter sich ergebenden Differenzierungen heraus müssen wir diese Form als Reifestadium bezeichnen und treten damit in die zweite Hauptphase des amöboiden Stadiums in die „reproduktive Phase“ ein.

Die Reifeform des Parasiten trennt sich nicht nur durch ihre, doch nur relative, Größe deutlich von den früheren Formen, sondern hat auch noch andere Kennzeichen: die amöboide Beweglichkeit hat gänzlich aufgehört und der Körper ist zur runden Form zurückgekehrt; in seinem Inneren ließen sich die beiden getrennten Schichten, das Ekto- und das Entoplasma nur noch undeutlich unterscheiden, und der Kontur des Körpers, an dem jene zweite, äußere als Hülle des roten Blutscheibchens zurückgebliebene Linie für eine spätere Betrachtung sehr beachtenswert ist, zeigt oft eine leicht wellige oder unregelmäßig buchtige Beschaffenheit.

Die Arten der Teilung dieser reifen Parasiten zeigen nach den den Ergebnissen der zahlreichen Forschungen eine große Mannigfaltigkeit. Die Zahl derselben gestaltet sich dadurch übersichtlicher, wenn man eine Teilung vornimmt und zunächst diejenigen Formen betrachtete, bei denen die ganze Masse des Parasiten zur Teilung verwendet wird. In diesem Fall wird sich das Pigment, das kurz vor der Differenzierung eine noch lebhaftere Beweglichkeit zeigt, entweder ganz in dichtem Kranze an die Peripherie des Parasiten sich begeben, oder in mehreren Klümpchen (4—6) geballt am Rande sich verteilen; die ganze übrige Masse teilt sich entweder radiär vom Zentrum aus oder regelmäßig in eine Anzahl (4—6—8—10) kleinerer Körperchen die deutlich von einander getrennt sind. Die pigmentierte Randmembran verschwindet; die Körperchen sind frei. In anderen Formen sieht man das Pigment sich in radiären Strahlen oder in rundlicher Netzanordnung rings durch die ganze Masse des Körpers verteilen und dieselbe so in eine Anzahl rundlicher oder ovaler Körper scheiden, die dann frei werden. Endlich auch konzentriert sich das Pigment ganz eng in kleinen Haufen in die Mitte des Parasiten, dessen übriger Teil sich nun in eine Menge kleinerer Formen teilt, die zum Teil rund, zum Teil oval, ja auch exquisit spindelförmig erscheinen.

Der andere Teilungsmodus, bei dem nur ein Bruchstück des Parasitenleibes zur Bildung der kleinen Körper verwendet wird, zeigt auch wieder eine Reihe verschiedener Modifikationen des Vorganges. Hier findet man das Pigment immer in einen mehr oder weniger großen Teil des Protoplasmas eingebettet; bald umschließt es so ringförmig den sich differenzierenden Zentralteil, von dem es durch eine deutliche Grenzlinie geschieden ist, bald liegt es selbst als ein pig-

mentierter Granulationskern in der Mitte eines Kranzes rundlicher oder ovaler Tochterkörper. Einige Autoren beschrieben auch einen exzentrisch gelegenen pigmenthaltigen Protoplasmakern, an dessen einer Seite eine Menge der kleinen neugebildeten Kügelchen liegen.

Zu diesen Teilungsformen gesellen sich noch einige nur selten beobachtete und in ihrer Bedeutung noch nicht genau erklärte Formen, wie die ruckweise verlaufende Sporulation, bei welcher die „früher nicht deutlich von einander zu unterscheidenden Tochterkörper auf einmal mit einem Ruck aus einander springen". Ferner ist auch hier die beobachtete direkte Teilung der erwachsenen Amöbe zu erwähnen, die ebenfalls konstatiert worden ist. Die feinsten Vorgänge bei der Teilung sind auch schon Gegenstand der Beobachtung gewesen: einige Forscher haben in dem als Kern mit Kernkörperchen angesehenen Zentralteil des Parasiten einen successive bei dem Kernkörperchen beginnenden „Kernteilungsvorgang" beobachtet, der zur Bildung der Segmentationsfiguren führte.

Die Spaltung verläuft fast stets intrazellulär, wenn man jene zarte Membran als Blutkörperchenhülle bezeichnet; sie geschieht fast stets erst nach erfolgter Pigmentbildung, ist jedoch auch schon an den pigmentlosen Amöben beobachtet worden. Die Dauer des Vorganges beträgt nach einigen 2—3 Stunden; er soll, wie wir noch genauer sehen werden, immer mit dem Beginn eines neuen Fieberanfalls in einem gewissen zeitlichen Zusammenhang stehen. In dem Fingerblut der Kranken, das wohl am meisten zur Untersuchung verwendet wird, sind die Teilungsformen nicht häufig zu finden; es scheinen die Kapillaren der inneren Organe, der Milz, der Leber, des Gehirns, hauptsächlich der Ort des Spaltungsvorganges zu sein.

Die Bedeutung der beschriebenen Vorgänge für die Entwicklung des Parasiten kann nur diejenige sein, dass aus dem reifen Parasiten eine Anzahl von neuen Körpern ausgeht, die geeignet sind die Generationen des Parasiten fortzuführen, die ihrerseits einer Reife entgegengehen und neue entwicklungsfähige Tochterkörper, Sporen, erzeugen.

Die Beschaffenheit dieser durch die Sporulation erzeugten Körper zeigt ebenfalls einige Eigentümlichkeiten, die sie einerseits deutlich von den früher beschriebenen amöboiden Formen trennten, anderseits doch auch ihre nahen Beziehungen zu denselben hervorheben.

Ihre Gestalt ist vorwiegend rund oder oval, doch sind auch deutliche Spindelformen konstatiert worden; ihre Größe beträgt ungefähr $^1/_{10}$ des roten Blutkörpers; sie sind stark lichtbrechend und haben häufig eine zentrale Vakuole. Während man im frischen Präparate eine Differenzierung zweier verschiedener Schichten im Innern nicht deutlich unterscheiden kann, trennt sich in dem farbigen Präparat deutlich eine äußere dunkel gefärbte Substanz von einer inneren, schwach färbbaren, in der nur zuweilen noch ein dunklerer Punkt

sichtbar wird; bei den ovalen und birnförmigen Körpern scheint die ektoplasmatische Substanz sich an den Polen zusammenzudrängen, denn sie erscheinen vorzugsweise gut färbbar. Eine amöboide Beweglichkeit besitzen sie nicht; die von einigen Beobachter gesehenen Bewegungen in raschem Durchschwimmen des Gesichtsfeldes bestehend, ist vielleicht auf nur undeutlich konstatierte Geißeln zu beziehen.

Wenn nun diese Sporen, wie man zwar sicher annehmen, aber doch nicht nachweisen kann, von neuem in rote Blutkörperchen eindringen und dort wieder amöboid beweglich werden, so würden wir das Bild der intraglobulären Amöbe wieder vor uns haben und damit den Ring des Entwicklungsverlaufes des einen Haupttypus der Parasitenformen, des amöboiden Stadiums geschlossen sehen.

Der andere Haupttypus, das „halbmond- oder sichelförmige Stadium“ ist in den gegenseitigen Beziehungen seiner einzelnen Formen zu einander, sowie in denjenigen zu dem eben beschriebenen Typus keineswegs sehr klar; wir können nicht einen Entwicklungsgang als sicher erwiesen annehmen; wir finden die einzelnen Formen anscheinend regellos oft zusammen und können nicht, wie bei dem amöboiden Stadium die beiden Hauptphasen der Reifung und Spaltung unterscheiden. Wir betrachten zunächst die einzelnen Formen.

Die auffälligste, vielleicht früheste Form, nach der der ganze Typus den Namen hat, ist die Halbmond- oder Sichelform. Mit dieser Bezeichnung ist die Gestalt des Körpers schon genügend bezeichnet: wir sehen in ihm einen mehr oder weniger gekrümmten, länglichen, schmalen Körper, dessen Polenden bald spitz bald abgerundet sind. In seinem Umfange entspricht er immer nur einem Bruchteil des Blutkörperchenumfangs, aber in der Länge seines Durchmessers überragt er häufig den Durchmesser der ihn beherbergenden Blutzelle. Sein Inhalt erscheint im ganzen hyalin und von starkem Refraktionsvermögen, an den Polen stärker glänzend, bisweilen fein granuliert, im Zentrum meist glatt und scheinbar bläschenförmig erhaben; dort zeigt sich auch bisweilen ein dunklerer kernartiger Punkt. Durch die Färbung treten die dunkleren Pole und oft ein kleines rundes Körperchen gegen die Mitte hin stärker hervor; der übrige Teil ist blass-blau gefärbt; einige Formen nehmen auch eine gleichmäßige bläuliche Färbung an. Die Konsistenz des Baues ist dem Anschein nach eine sehr feste, denn das beherbergende rote Blutkörperchen schließt sich völlig den Formen des Parasiten an, sodass, wenn er sich streckt, auch das Blutkörperchen eine mehr ovale Konfiguration annimmt. Der Sichelkörper zeigt meist doppelte Kontur, bisweilen von leicht rötlich gelber Hämoglobinfärbung, und erscheint auch manchmal in unregelmäßiger Wellenlinie. Man findet die Formen fast stets eingeschlossen in dem roten Blutkörperchen und derartig gelagert, dass der konkave Rand dem Zentrum des Blutkörper-

chens zu liegt, während die konvexe Seite mit dem Rand der roten Blutkörperchen zusammenfällt. Einige Körper lagen gerade in entgegengesetzter Lage, sodass ihre konvexe Seite nach der Mitte zu gewandt war, während der konkave Rand mit dem Blutkörperrand ein spitzes Oval bildete. Pigment ist immer in den Halbmondformen enthalten, zuweilen in Linien durch den ganzen Körper verlaufend, zuweilen in der Mitte vereinigt; hier liegt es dann meist kranzförmig und scheint gleichsam die innere Wand eines kleinen bläschenförmigen Kernes „auszutapezieren". Es ist unbeweglich. In seinen biologischen Eigenschaften steht der Sichelkörper der Amöbe nahe, nur fehlt ihm die amöboide Beweglichkeit völlig; es sind an ihm nur Streck- und Beugebewegungen beobachtet worden.

Eine zweite Form dieses Stadiums ist die Spindelform; sie zeigt sich teils kleiner, teils größer als die vorhergehehende, gleicht aber sonst in ihren äußeren und inneren Verhältnissen derselben gänzlich und wird nur der veränderten länglich-spitzigen Form wegen von ihr unterschieden.

Noch größer erscheint der ovale Körper, dessen Gestalt auch bisweilen mehr eiförmig oder rundlich ist.

Die runden Körper sind größer als ein normales rotes Blutkörperchen und zeigen meist im Zentrum einen distinkten, im frischen Präparat helleren, im farbigen Bilde zuweilen dunkel färbbaren pigmenthaltigen Protoplasmakern; die Pole, von denen auch hier noch Andeutungen zu sehen sind, werden seltener gefärbt. Auch die runden Körper sind zum Teil intrazellulär; es haben sich in diesen Fällen die Blutscheiben ebenfalls ausgedehnt und geben so auch den runden Körpern einen deutlichen doppelten Kontur. Das Pigment dieser Körper zeigt wieder in einigen Formen lebhaftere Bewegungen, die aber nie den Raum der inneren Körperchen zu überschreiten scheinen.

Erst nach längerer Zeit werden die Bewegungen noch lebhafter, einige der Pigmentkörnchen treten aus dem Kranze heraus und „rennen" lebhaft durch den ganzen Körper. Die Hülle derselben wird nun allmählich undeutlicher bis mit einer plötzlichen Bewegung die Gestalt des Körpers sich auf die Hälfte reduziert, während am Rand desselben lange, fadenförmige Fortsätze hängen.

Das ist das Bild der geißeltragenden runden Formen, die außerhalb der roten Blutkörper liegen.

Die Geißeln, 1—5 an der Zahl, sind blasse, glänzende Fäden, die ein mehrfaches der Länge eines Blutkörperchendurchmessers haben; sie tragen meist am Ende und zuweilen auch in ihrem Verlaufe eine olivenförmige Anschwellung, die längs dem ganzen Geißelfaden ihren Platz wechseln kann. Sie inserieren sich an der Peripherie des runden Körpers in der mannigfachsten Weise, bald gleichmäßig verteilt, bald zu mehreren an einer Stelle. Die Bewegungen, die sie aus-

führen, sind ebenfalls sehr mannigfaltig; bald ruhig und kontinuierlich, bald ruckweise, peitschenartig; sie bringen dadurch auch das umgebende Blutplasma sowie die nahe liegenden Körperchen in heftige Bewegung, schleudern sie zur Seite und schlagen sie fast über das ganze Gesichtsfeld hin. Bisweilen hat man die Geißeln auch unbeweglich am Körper hängen sehen, doch lösen sie sich meist, bevor sie ruhig werden, von dem Körper los, werden frei und fahren nun als freie, spirillenartige, lebhaft bewegliche Fäden im Plasma herum. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen irgend welche mechanische oder chemische Einflüsse ist sehr gering; in Trockenpräparaten haben nur wenige Beobachter sie gesehen, ihre Färbbarkeit ist nur von einem Forscher konstatiert. Zuweilen ist auch ein Einwandern von Pigmentkörnchen aus dem runden Körper in die Geißelfäden beobachtet.

Die runden Körper, an denen sich die Geißeln ansetzen, sind kleiner als die oben beschriebenen, nicht mit Geißeln besetzten Formen und erreichen etwa die Hälfte der Größe einer roten Blutscheibe; ihre Gestalt kann sich auch bisweilen mehr eiförmig zeigen; ihr Inhalt erscheint hyalin, mit deutlicher, zentraler Vakuole. Zuweilen bemerkt man ein augenscheinlich aus ihnen entstandenes Protoplasmazüngelchen zwischen den Ansatzpunkten der Geißeln am Rand hervorragen. In jener zentralen Vakuole oder an ihrem Rande befindet sich meist das kranzartig angeordnete Pigment mit lebhaften tanzenden Bewegungen, nur zuweilen im Ruhezustand. Nur ein geißeltragender runder Körper ohne Pigment ist beobachtet worden. Dass diese runden Körper ausschließlich extraglobulär sein müssen, leuchtet deutlich ein, und doch sind Beobachtungen mitgeteilt, nach denen die Geißeln von einem intraglobulären runden Körper ausgehend durch die Substanz der Blutkörper hindurch aus seiner Peripherie heraus sich erstreckt und sich dort lebhaft bewegt haben.

Neben diesen durch die Geißelgebilde bewegten runden Formen gibt es noch andere runde Formen, die ihre Beweglichkeit einem „Undulieren“, einem wellenförmigen Auf- und Abwogen des lockeren Konturs verdanken, mit Hilfe dessen sie sich um sich selbst drehen und auch ihren Ort verändern können. Sie zeigen im allgemeinen die nämliche Beschaffenheit, wie sie sich an den früher beschriebenen runden Körperchen zeigt, haben aber eine scheinbar schärfere Differenzierung zwischen der hyalinen Hülle und dem blassen Kern. Ihre Bewegungsfähigkeit dauert etwa 20—40 Minuten, dann verharren sie noch einige Zeit in am Ort haftenden Oscillationsbewegungen, um endlich ganz in Ruhezustand überzugehen.

Damit haben wir alle Formen jenes sichelförmigen Stadiums erschöpft. Ob sie sich in der eingehaltenen Reihenfolge auch, eine aus der anderen sich entwickeln, das ist noch nicht ganz sicher erwiesen. Sie finden sich in den meisten Präparaten zusammen vor, doch ist schon sicher festgestellt, dass im Anfang der Untersuchung

meist die sichelförmigen Körper im Präparat vorherrschen, während im weiteren Verlaufe der Durchforschung die anderen genannten Formen auftreten; dabei ist es den Forschern aufgefallen, dass die einzelnen Formen anscheinend sehr lange Zeit hindurch auf ihrem Status stehen bleiben können, ehe sie in die anderen Formen übergehen.

Der bisher beobachtete Entwicklungsgang in diesem halbmondförmigen Stadium ist folgender: In einem roten Blutkörperchen befindet sich ein länglicher, spindeliger Körper, der in seinem Zentrum Pigment trägt; zugleich mit einer allmählichen Vergrößerung krümmt es sich bis zu Halbmondform, die nun der oben beschriebenen Weise in dem blasser gewordenen roten Blutkörperchen liegt, unter Zunahme der Pigmentkörnermenge blasst das Blutkörperchen immer mehr ab, bis zuletzt nur noch eine zarte Linie, die von dem einem Polende des Parasiten zu dem anderen verläuft, von der früheren Hülle der Parasiten kunde gibt. Aus diesen Halbmondformen gehen dann wohl successive die übrigen parasitären Typen, die ovalen und runden, endlich die runden geißeltragenden hervor, wobei kaum eine erhebliche Vergrößerung der Parasiten statt hat, nur scheinen hier noch zuweilen „leichte Bewegungen und Formveränderungen (z. B. Höckerig werden)“ den Verlauf zu unterbrechen.

Ob nun jenes kleine, intraglobuläre, spindelige Körperchen aus einer pigmentierten Amöbe hervorgegangen ist, die infolge irgend welcher Einflüsse sich in die Länge gestreckt hat, dafür sind noch nicht genügend Beobachtungen beigebracht. Einige Forscher glauben auch die von ihnen gefundenen spindelförmigen Sporen (s. S. 555) damit in Beziehung setzen zu müssen; andere wieder sehen in den Formen dieses zweiten Typus eine vom Wege abgewichene Entwicklungsreihe. —

So unklar wie die Entstehung dieser Formen, sind auch die beobachteten Fortpflanzungserscheinungen in ihrer Bedeutung und ihrer Richtigkeit. Von einem Forscher sind in einem runden nicht geißeltragenden Körper neben einem pigmenthaltigen Kern eine Reihe runder oder eiförmiger Körperchen beobachtet worden, die einen dunkleren zentralen Teil und doppelten Kontur haben; dieselben gleichen völlig denjenigen Körpern, die von ihm häufiger in der Nähe der halbmondförmigen, ovalen und runden Körper gesehen wurden und lassen die Vermutung hegen, dass es Sporen dieses sichelförmigen Stadiums sind, dass der Vorgang der Sporulation analog ist. Andere Forscher haben aber weder im Fingerblut, noch in dem aus der Milz gewonnenen Blut, noch in den Kapillaren des Gehirns je Vorgänge beobachtet, die den obigen Beschreibungen gleichen. Wohl aber konnten auch sie am Rande der geißeltragenden, aber auch der anderen Formen des zweiten Stadiums eines oder mehrere runde Körperchen mit ringartiger scharfer, dunkler sich färbender Außen-Substanz nachweisen, die anscheinend resistenter sind als die großen

Formen, von denen sie sich abschnüren. In ihnen sehen die Autoren den Sporen des ersten Stadiums gleichende Formen und glauben den ganzen Vorgang der Abschnürung und Lostrennung dieser Körperchen als eine Knospung, eine Gemmation, bezeichnen zu können.

So verläuft im ganzen der Entwicklungskreislauf des Malariaparasiten; mit den oben beschriebenen einzelnen Phasen und Formen sind im allgemeinen alle seine Typen erschöpft, unter denen er sich den Beobachtern gezeigt hat. Manche dieser Formen aber haben unter sich noch eine ganz besondere Beziehung, scheinen unter sich einen eigenen Entwicklungskreislauf mit eigenen, charakteristischen Figuren zu haben, der uns wegen seiner nahen Beziehungen zu den verschiedenen klinischen Formen des Malariafiebers von großer Bedeutung ist.

Zuerst wurde im Blute von Kranken, die an der quartanen Form des Wechselfiebers litten, ein besonderer Entwicklungszyklus des Parasiten konstatiert. Die als erstes Stadium bezeichnete amöboide Form zeigt sich hier unter dem Bilde eines körnigen, mit deutlichen und scharfen Umrissen umgebenen rundlichen Körpers, der nur undeutliche amöboide Bewegungen zeigt. Das allmähliche Wachstum dieser Form, die Umwandlung des Hämoglobins in Melanin geschieht ziemlich langsam und unter lang andauernder Schonung der Farbe des Blutkörperchens, das bis zur letzten Phase, die nur noch einen schmalen Saum als Hülle des Parasiten bildet, die charakteristische, gelblich-grüne Farbe des Hämoglobins aufweist; dieser Invasionsart entsprechend schrumpfen die Blutkörperchen bei diesen Wachstumsvorgängen leicht, während das Pigment in Form dickerer Stäbchen und Körnchen auftritt. Wenn so der Parasit seine bedeutende Größe erlangt hat und als reife Amöbe erscheint, beginnt das Pigment sich in die Mitte zusammenzuziehen, während gleichzeitig die ersten leisen Anzeichen der Spaltung auftreten. Diese werden deutlicher, es differenzieren sich um einen pigmentierten kleinen Haufen etwa 6—12 kleiner sowohl runder als eiförmiger Körperchen, die ein glänzendes, in farbigen Präparaten gut tingiertes Körnchen (Kern?) in ihrem Innern zeigen; dieselben trennen sich fernerhin von einander los, werden frei und lassen den Pigmenthaufen allein zurück. Dieser soeben beschriebene Entwicklungsgang verläuft innerhalb drei Tagen, derartig, dass die erst beschriebenen Formen, die Amöben etwa in der zweiten Hälfte des ersten der drei Tage erscheinen, dass die beiden folgendea Apyrexie-Tage eingenommen sind von dem Wachstumsvorgang und dem Ausreifen des Parasiten, bis endlich am Ende der Apyrexie zugleich mit dem Beginne des neuen Tages und des neuen Fieberanfalls die Sporulation und die Neuinvasion der Parasiten in die roten Blutkörperchen einsetzt.

Ein anderer Entwicklungszyklus ist als charakteristisch für die Parasiten des tertianen Fiebers nachgewiesen worden. Die sehr

viel lebhafter beweglichen Amöben dieses Zyklus haben ein viel zarteres Aussehen, viel feinere Kontur, als die beschriebenen Formen der Quartana und gehen in ziemlich rascher Stufenfolge in die Form und Größe der reiferen Parasiten über; auch die Entfärbung des roten Blutkörperchens geschieht in kurzer Zeit; das neugebildete Pigment tritt in sehr feinen Stäbchen und Körnchen auf. Bezüglich der Teilungsformen waltet auch bei diesem Typus der Parasiten eine große Mannigfaltigkeit ob. Bald teilt sich radiär nur der äußere einen ziemlich großen pigmentierten Protoplasmakern umgebende, hyaline Ring in 15—20 Körperchen, die durch radiäre Strahlen getrennt, rings um den Kern sich wie die Blätter einer „Sonnenblume" anreihen, bald tritt das Pigment in einem dichten Haufen in dem Mittelpunkte zusammen, während die ganze übrige Masse des Parasitenleibes in einen unregelmäßigen Haufen von Körperchen zerfällt; es ist noch ein dritter Modus beschrieben, jedoch nicht als sicher erwiesen, bei welchem das Pigment sich in einem peripherischen Protoplasmaring sammelt, während in dem zentralen, sehr hellen Teil eine kleine Anzahl Kügelchen entsteht, die den als Sporen beschriebenen Körpern gleichen. Der ganze Entwicklungszyklus verläuft in zwei Tagen: der erste Tag, der des Fieberanfalls zeigt in seiner zweiten Hälfte die amöboiden Formen, diese vergrößern sich und entfärben das rote Blutkörperchen in dem Zeitraum des zweiten Tages, der Sporulationsvorgang wird wieder den dritten Tag und damit den neuen Fieberanfall einleiten.

Für einen Teil der als regelmäßige Quotidiana geltenden Fieberformen ist keine eigene Parasitengeneration beschrieben worden, da für diese das Gesetz Giltigkeit haben soll, dass diese Formen entweder doppelte Tertiana- oder doppelte (dreifache) Quartanatypen sind und durch zwei oder drei nebeneinader her sich entwickelnde Generationen der Quartana- oder Tertianaparasiten mit einem immer um einen Tag verschobenen Entwicklungszyklus hervorgerufen werden.

Eine andere Reihe von nicht so regelmäßig verlaufenden Quotidianafiebern, die sich namentlich im Sommer und Herbst, wenigstens in Rom, finden und einen protahierteren Verlauf nehmen, derartig dass zwischen den einzelnen Fieberanfällen keine deutliche Apyrexie eintritt, dass bei den späteren Anfällen sogar der Schüttelfrost sistiert, ferner die große Zahl aller jener als atypisch bezeichneten Malariaformen, die bald einen intermittierenden Charakter mit langen Intervallen zeigen, bald Uebergänge zu den perniziösen Fiebern mit nachfolgender schwerer Anämie und zu den perniziösen komatösen Fiebern sowie zur Malariakachexie bilden, zeigen einen von den oben beschriebenen Formen recht abweichenden Befund, der, von mehreren Forschern verschieden berichtet, noch keine allgemeine Geltung gefunden hat.

Uebereinstimmend ist bei den verschiedenen Schilderungen nur der Befund der Halbmondformen, die nach längerem Bestehen des Fiebers sich vorfinden. Darauf fußend hat der eine der Forscher für die in Rede stehenden Fieberformen eine eigene Parasitenvarietät, die der „Laveran'schen Halbmonde" beschrieben, deren Entwicklungsgang in zwei Zyklen verläuft: der erste entspricht im ganzen den oben beschriebenen Zyklen der Tertiana und Quartanaformen; doch vollzieht er sich schneller als diese; die Formen des Parasiten sind kleiner, ihre Pigmententwicklung spärlicher und ihre Sporulation erzeugt nur etwa 6—10 kleine Körperchen. Bei längerer Dauer des Fiebers geht dieser Zyklus über in den zweiten, in dem die amöboiden Formen eine längliche Gestalt annehmen, spindelförmig werden und nun in dem oben (s. S. 999) erwähnten Entwicklungsgang aus sich die sichelförmigen, ovalen und runden Formen entstehen lassen. Diese letzteren Körper bilden dann in ebenfalls schon geschilderter Weise Sporen, die den Entwicklungszyklus der Halbmondformen auf dieselbe Weise in Gang setzen. Die Dauer des zweiten Zyklus ist sehr unbestimmt, doch vergeht eine Reihe von Tagen, bis eine Sporulation in dem Verlaufe eintritt.

Anderen Forschern ist in den Fiebern der oben näher definierten Form die große Zahl der unpigmentierten, amöboiden Parasiten aufgefallen, die oft den einzigen Befund gebildet haben. Dieselben sind besonders klein, wachsen aber nur wenig und zeigen geringe Neigung zur Pigmentbildung; ohne dass sie das rote Blutkörperchen ganz erfüllen, ohne dass sie alles Hämoglobin in Pigment verwandelt haben, ja überhaupt ohne ein Körnchen Pigment zu zeigen, kommen sie zur Sporulation, die eudoglobulär verlaufen kann. Bei längerer Dauer des Fiebers treten auch hier die Halbmondformen auf und zeigen jene Form und Gestaltveränderungen, wie sie den Formen des „sichelförmigen Stadiums" zukommen; doch legen denselben die Autoren nicht die Bedeutung bei, die ihnen von anderer Seite vindiziert wird.

Wie sind nun diese Abweichungen der Entwicklungszyklen der Parasiten zu erklären? Es dürften sich dafür zwei Möglichkeiten ergeben: entweder gibt es nur eine Form des Malariaparasiten, die nur durch irgend welche Verhältnisse der Außenwelt in ihrem Wachstum und ihrer Entwicklung Abweichungen von einem normalen Verlauf erfährt, die sich in den obigen Typen darstellen — oder es gibt eine Anzahl verschiedener Spezies oder Varietäten des Parasiten, von denen jede ihren eigenen mehr oder weniger fest vorgeschriebenen Entwicklungsgang hat[1]). Die endgiltige Entscheidung darüber muss

1) Zu dieser Frage bringen Celli und Marchiafava in ihrer Abhandlung: Il reperto del sangue nelle febbri malariche invernali (Bulletino delle R. Accad. Med. di Roma, XVI, 89/90, Fasc. VI) [Ref. im Centralbl. f. Bakt., IX, Nr. 3/4] einige Beiträge. Sie hatten nämlich im Winter 89/90 oftmals Gelegenheit zu konstatieren, dass innerhalb derselben Krankheitsdauer eines

bei dem Stande unserer Kenntnisse des Parasiten noch hinausgeschoben werden. Die einzelnen darüber herrschenden Ansichten sind bereits im I. Teil mitgeteilt; eine Wiederholung derselben an dieser Stelle erscheint daher überflüssig.

Wir haben oben die Entwicklung und Reifung des Parasiten, die Vorgänge der Fortpflanzung seiner Art betrachtet, und es gebührt nun auch seines weiteren Schicksals zu gedenken. Wie wird der Parasit schließlich einmal vernichtet? Kennen wir Vorgänge an ihm, die wir als Degenerationserscheinungen deuten können?

Schon der erste Forscher auf dem Gebiete unseres Malariaparasiten hat Formen beobachtet, die er als „formes cadavériques" bezeichnet; es waren das Protoplasmahaufen von meist unregelmäßiger Gestalt und hyalinem Inhalt, die ungefähr die Größe von weißen Blutkörperchen hatten, von denen sie sich aber durch ihr Lichtbrechungsvermögen und durch das Fehlen eines Kernes deutlich unterschieden. Auch die späteren Forscher haben häufig in ihren Präparaten Formen und Formveränderungen gesehen, die sie auf Degeneration zu beziehen geneigt waren. Sie beschreiben Gebilde mit einfachem Kontur und ganz blasser Farbe, die sich allmählich in kleine rundliche blasse Klümpchen zerteilen, die dann schließlich in noch kleinere Bröckel zerfallen und endlich verschwinden. Ein anderer Autor schildert, wie einige Körper, die ihren Farbenreflex ganz verloren haben und nur noch einen ganz besonders hohen Glanz und ganz deutlichen doppelten Kontur zeigen, allmählich eine Umwandlung ihrer Substanz in eine Menge runder oder unregelmäßiger, einfach konturierter Körper von verschiedener Größe, die später unter einander verschmelzen und dem Parasiten ein gleichmäßig homogenes Aussehen geben, das nur noch durch den meist exzentrisch gelegenen Pigmentkörnerhaufen an die ursprüngliche Parasitennatur erinnert. Auch unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der Amöben gegen Kälte gelang es durch Aufbewahren des Präparates bei niederer Temperatur oder bei Untersuchung des einige Zeit im Blutegelkörper aufbewahrten Malariablutes gleichsam experimentell sich von der Art der Degeneration zu überzeugen: die Parasiten, die in diesem Zustand nicht mehr die Anilinfarben annehmen, zeigen sich dann meist als intrazelluläre blasse mit dunklen Körnchen und Stäbchen angefüllte runde Scheiben von verschiedener Größe.

Malariafiebers mit dem Typus des Fiebers auch die Form des Parasiten im Blut sich änderte und knüpfen nun an einige diese Beobachtung illustrierende Fälle eine Reihe von theoretischen Erörterungen über die beiden oben angeführten Möglichkeiten, im Verlauf deren sie sich nach Gründen der Analogie und der klinischen Erfahrung für die Einheitslehre entscheiden möchten. (Da die Abhandlung durch einen unglücklichen Zufall zu spät in die Hände des Verfassers gelangte, konnte sie in den ersten Teil nicht mehr aufgenommen werden.)

Es erscheint übrigens auch theoretisch das Vorkommen von Degenerationsformen sehr berechtigt und erklärlich; denn bei der Annahme, dass die Fieberanfälle durch eine Teilung der Körper hervorgerufen werden, ist das Absterben der im Präparat sich außerhalb des Entwicklungskreislaufes befindenden Formen erforderlich, ebenso wie auch eine Erhaltung aller jener durch die Sporulation erzeugten neuen Formen zu einer konstanten Erhöhung der Parasitenzahl führen würde, die im Präparat niemals konstatiert werden konnte.

Allerdings ist bei dieser Betrachtung noch ganz die vitale Energie des Körpers unberücksichtigt geblieben, die ja doch sicher auch zur Vernichtung der Parasitenformen beiträgt. Dass dies durch die Phagocytose auch hier zum größten Teil geschieht, geben die meisten Autoren an; einige von ihnen haben dafür als Beweis die pigmenthaltigen Leukocyten angeführt, die man in dem Blute der Malariakranken findet. Andere haben weiße Blutkörperchen gefunden, die mehr oder weniger zahlreiche runde Kügelchen enthielten, die als Reste des Parasiten anzusehen waren; auch ganze Parasiten sowohl der Amöben wie der halbmondförmigen Phase sind innerhalb der Leukocyten gesehen worden. Ein Forscher beschreibt sogar ausführlich den Vorgang der Umschließung des Plasmodiums durch einen Leukocyten: „Das grobe Protoplasma des Leukocyten leckte an das Plasmodium heran, umfloss dasselbe allmählich und verleibte es seinem Innern ein. In dem Plasmodium hatte nun lebhaftes Spiel der Pigmentstäbchen stattgefunden. In einer Phase schien es, als wollten einige der Pigmentkörnchen aus dem Plasmodium in das Protoplasma übertreten, doch kehrten sie dann wieder innerhalb des Konturs des Plasmodiums zurück. Die Kerne der Leukocyten wechselten außerordentlich ihre Gestalt, waren bald länglich, bald mehr flach gedrückt, bald rundlich. Während der Dauer der Beobachtung (2 Stunden) wurden allmählich ihre Konturen immer undeutlicher und schließlich war nur noch ein Kern sichtbar, neben der Scheibe des Plasmodiums, innerhalb deren die Pigmentteilchen vollkommen zur Ruhe gekommen waren [1]."

Wir haben dann die Wirkung der Parasiten als Krankheitserreger zu betrachten und unterscheiden da zweckmäßiger Weise die allgemeinen Folgen der Invasion der Parasiten in das Blut des Individuums und die speziellen Wirkungen auf ihre Wirte, die Blutzellen.

Die allgemeinen Folgen für den Körper kennen wir zur Genüge aus klinischen Erfahrungen. Doch ist es hier an der Zeit besonders die Beziehungen der Parasiten zu den einzelnen Fieberzeiten genauer hervorzuheben. Entsprechend dem Entwicklungsgange der einzelnen Formen verläuft das Fieber, welches, wie der Erforscher des Gesetzes darstellt, mit der Teilung der reifen Parasiten, dem Auseinander-

1) Fortschritte der Medizin, Bd. 8, 1890, S. 811 u. 812.

treten der Sporen und der Invasion derselben in die roten Blutkörper zusammen beginnt. Wenn aber auch das Blut schon diese Formen aufweist, braucht der Kranke doch immer noch keine deutlichen Symptome des Fiebers zu haben; nur eine genaue Temperaturmessung würde vielleicht eine leichte Erhöhung als erstes Zeichen des beginnenden Anfalles ergeben. So ist also die Bestimmung, dass mit der Sporulation des reifen Parasiten das Fieber mit dem Schüttelfrost einsetzt, in erweitertem Maße so festzuhalten, dass sich eine zeitliche Koincidenz sicher behaupten lässt. Während der Parasit nun allmählich wächst, das Blutkörperchen entfärbt und sein Pigment bildet, nimmt das Fieber wieder ab und während der ganzen folgenden Apyrexiezeit bis einige Stunden vor dem neuen Anfall dauert der Reifungsprozess der Amöbe. Es gilt dies Gesetz aber nicht nur für die typischen Fieberformen, sondern ist auch von den anderen Autoren auf die anderen zahlreichen Malariatypen ausgedehnt worden. So sind die sogenannten intermittierenden Fieber mit langen Intervallen dadurch erklärt worden, dass die in diesen Fällen gefundenen Halbmondformen mehrere Tage zu ihrer Entwicklung bedürfen und so jene lange Apyrexie bedingen sollen. So ist ferner für die atypische Quotidiana, bei der die ersten Anfälle anfangs mit Schüttelfrost, aber allmählich abnehmender Apyrexie und später auch mit fehlenden Schüttelfrösten verlaufen, während sie bei längerer Dauer der Krankheit in mehr weniger protrahierte Fieber übergehen, beschrieben worden, dass die ersten Anfälle einem raschen Entwicklungszyklus des Parasiten entsprechen, bei dem keine völlige Zerstörung des roten Blutkörperchens und nur eine geringfügige Pigmentbildung eintritt. In den langsamer verlaufenden Fiebern treten dann die Halbmondformen auf, die man überhaupt schon seit den ersten Untersuchungen in den schweren Fällen hauptsächlich vorgefunden hat. Auf die dritte hierher gehörige Bemerkung, dass eine Reihe der unregelmäßig protrahierten Quotidianaformen ihr Dasein einer wieder anders gearteten Parasitenvarietät verdankt, will ich hier nur noch unter Verweisung auf die früher mitgeteilten Forschungen erwähnen.

Dass nicht nur von dem Entwicklungszyklus, sondern auch von der Menge der Parasiten im kreisenden Blut die Krankheit speziell in ihrer Intensität deutlich abhängt, ist von den meisten Forschern festgestellt worden.

Neben diesen allgemeinen Folgen der Parasiteninfektion entwickeln diese Schmarotzer auch noch in ihren Wirtszellen, den roten Blutkörperchen, speziellere Wirkungen. Die Gestalt derselben bleibt meist gleich rund, nur zuweilen scheinen sie sich den länglichen Halbmondformen in ihrer Form anzupassen. Bezüglich ihrer Größe ist die Wirkung der Parasiteninvasion eine sehr verschiedene, sie sind sowohl als verkleinerte Hämocyten beschrieben, als auch ist

bei einigen Formen ihre besondere Größe konstatiert. Die Farbe der Blutkörperchen erleidet wohl die schwerwiegendste Veränderung: durch die Verwandlung des Hämoglobin in Melanin wird das Blutkörperchen allmählich seines Farbstoffes beraubt, blasst ab, um schließlich oft nur als bloße Hülle den Parasiten zu umschließen; bisweilen sammelt sich auch der noch nicht vom Parasiten zerstörte Rest des Hämoglobins ringförmig um denselben herum, während die peripherische Randzone des Blutkörpers hämoglobinfrei, also blass erscheint. Eine Parasitenform, die als kleinere, meist unpigmentierte Amöbe mit endoglobulärer, vielfach pigmentloser Teilung beschrieben wird und für die protrahierten Sommer- und Herbstfieber charakteristisch sein soll, hat nach den Schilderungen der Autoren eine „akuteste tötliche Atrophie der Blutkörperchen“ im Gefolge; dieselbe stellt sich dar als eine Schrumpfung des Körperchens; dasselbe wird kleiner, runzlicher und nimmt eine dunkelgelbe, „messingähnliche“ Färbung an.

Die Veränderungen, die sich bei Malariablutuntersuchungen an den weißen Blutkörperchen finden, sind zumeist durch ihre phagocytäre Thätigkeit erzeugt, die oben schon geschildert wurde. Außer den Pigmenthaufen, die als Ueberbleibsel der Malariaparasiten sich in den Leukocyten finden, scheinen einige der Blutkörperchen auch Pigment anderer Genese zu enthalten. Es sind nämlich bei den schweren Fiebern des Sommers und Herbstes bisweilen in den weißen Blutkörpern die oben beschriebenen dunkelgelben bis schwarzen geschrumpften roten Blutzellen gefunden worden, aus denen ebenfalls ein großer Teil des Melanins der weißen Blutkörperchen stammen dürfte.

Das Melaninpigment ist es ja auch, was die übrigen pathologischen Veränderungen erzeugt, die als charakteristisch für Malariainfektionen gelten, wie die Melanose der Milz, der Leber, des Gehirns u. s. w., und zwar sind es, wie die Forschungen gezeigt haben, nicht nur die früher schon gekannten Pigmentschollen und pigmentierten weißen Blutkörperchen, die diese Schwarz- oder Graufärbung der Organe bewirken, sondern auch die in oft großen Mengen in den Kapillaren namentlich des Gehirns sich findenden pigmentierten Parasitenformen tragen dazu erheblich bei.

In der Schilderung des Parasiten fehlt noch die Erörterung des Vorkommens desselben.

Wie aus den auch vergleichungsweise zahlreich angestellten Untersuchungen hervorgeht, ist der Parasit bis jetzt nur beim Menschen und auch hier nur bei solchen gefunden worden, die an einem der klinisch genau zu charakterisierenden Malariafieber erkrankt waren. Sie sind dadurch nicht nur pathognomonisch für diese Erkrankung geworden, sie haben auch eine hohe diagnostische Bedeutung erlangt, denn die Untersuchungen einer großen Reihe ander-

weitig erkrankter Menschen sind stets negativ verlaufen. Was die Tiere anlangt, so sind zwar ähnliche und ihnen analoge Parasiten in sehr vielen Blutarten gefunden worden, doch nur von einem im Blut gewisser aus Malariagegenden stammenden Vögel entdeckten Parasiten wird berichtet, dass er der Erreger einer mit Fieber einhergehenden, sowohl akut wie chronisch verlaufenden Erkrankung ist, die der menschlichen Malaria gleichgestellt wird. Ob der Parasit aber, wie der Autor will, als identisch mit dem oben beschriebenen Parasiten zu gelten hat, das dürfte noch weiterer Beweise bedürfen. Der bekannte endemische Charakter der Malaria aber lässt noch einen Fundort sehr wahrscheinlich werden, nämlich den Boden der als Malariagegend bekannten Landstrecken. Die diesbezüglichen Untersuchungen aber haben noch keine Erfolge von Bedeutung gehabt.

Ebenso sind die vielfach angestellten Versuche die Parasiten durch Impfung auf andere Nährböden zu übertragen, nur in einem Punkte gelungen: es ist möglich durch die Injektion eine geringe Menge Malariabluts bei einem vorher völlig gesunden, aus nicht Malariaorten stammenden Menschen experimentell eine der Malaria völlig gleichende Erkrankung zu erzeugen, bei der auch die Blutuntersuchung die uns hier beschäftigenden Malariaparasiten in den betreffenden Entwicklungsstadien zeigt [1]). Die Versuche auch bei Tieren durch diese Injektionen Malaria zu erzeugen, haben keine nennenswerten Ergebnisse gezeitigt.

Ebenso haben die nach der durch R. Koch in die Wissenschaft eingeführten bakteriologischen Methode unternommenen Kulturversuche keine positiven Resultate ergeben [2]); eine Thatsache, die bei dem intrazellulären Leben des Parasiten von vornherein eine gewisse Erklärung findet.

Die Eigenschaften und die biologischen Charaktere unseres Malaria-Parasiten, wie sie in Obigem geschildert worden sind, haben aber noch nicht eine genauere zoologische Klassifizierung gestattet. Fast alle Forscher haben auch darauf ihr Augenmerk gerichtet und diesen Punkt mehr oder weniger eingehend in ihren Mitteilungen erörtert; häufig aber finden wir auch darin die Bemerkungen, dass es vorläufig bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse auch den gewiegtesten Kennern schwer sein dürfte, eine gesetz-

---

1) Eine genauere Uebersicht würde den Rahmen dieses Berichtes überschreiten, ich verweise daher auf die bezüglichen Arbeiten von Gerhardt (Zeitschrift f. klin. Medizin, Bd. 7); Celli und Marchiafava (Fortschritte der Medizin, 1885, S. 347 fg. u. S. 795 fg.); Gualdi u. Antolisei (Baumgarten's Jahresbericht, Bd. 5, 1889); Grassi u. Feletti (Centralblatt für Bakteriologie, 1890, Nr. 14, S. 439) u. a. [Vergl. auch Plehn, Monogr., 1890, S. 22 u. Anm. 38.]

2) Vergl. hier bes. Celli u. Marchiafava (Fortschr. d. Medizin, 1885); Rosenbach (Deutsche mediz. Wochenschrift, 1890, S. 326).

mäßige Systematisierung aufzustellen. Die Zugehörigkeit unserer Lebewesen zu den Protozoen, zu der niedrigsten Klasse des Tierreiches ist unbestritten; doch besteht darüber eine Ungewissheit, ob sie zu den Sporozoen oder den Rhizopoden zu zählen sind. Für jede dieser Klassen lassen sich erhebliche Analogien auffinden; beide haben viele Anhänger gefunden [1]). Die endgiltige Entscheidung dieser Frage wird aber erst mit der wachsenden Erkenntnis der Eigenschaften des Malariaparasiten erfolgen. Dann wird auch wohl eine Einigung über den dem Organismus beizulegenden Namen erzielt werden.

Zum Schluss sei hier noch Einiges über die Untersuchungsmethoden angeführt, die von den Forschern empfohlen und benutzt wurden. Die Entnahme des Blutes geschah meist durch Stich in die wohlgereinigte Fingerbeere, doch ist auch das Ohrläppchen dazu benutzt worden; ja auch Punktionen der Milz sind vorgenommen worden. Der von allen Untersuchern betonten Forderung, eine möglichst dünne Blutschicht zwischen Objektträger und Deckgläschen auszubreiten, wurden die einzelnen in verschiedener Weise gerecht, indem sie teils durch Druck auf das Deckgläschen, teils durch Ueberstreichen desselben mit Carton oder Glimmerplättchen die Schicht gleichmäßig zu verteilen suchten. Die weitere Untersuchung geschah entweder frisch und dann häufig auf heizbarem Objekttisch oder im Wärmschrank, eine Vorsicht, die die Bewegungsfähigkeit in ihrer Dauer meist zu verlängern geeignet war. Der Austrocknung des Präparates suchte man durch Paraffinumrahmung entgegenzutreten [2]), Plehn empfiehlt flüssiges Paraffin in einem hohlen Objektträger als Einbettungsmaterial des frischen Blutes. v. Jacksch empfiehlt die Bestreichung der unteren Fläche des Objektträgers mit einer Anilinfarbe. Für die Färbung von Trockenpräparaten, die besser durch Alkoholhärtung als durch die Flamme hergestellt werden, wird von verschiedenen Seiten Eosin-Methylenblau-Lösung benutzt, für die verschiedene Gemische angegeben werden [3]). Celli und Guarnieri suchten durch die Vermischung von Methylenblau-Lösung (in sterilisierter Ascitesflüssigkeit) mit dem Blut die beiden Methoden zu vereinigen und sowohl die Lebensfähigkeit zu erhalten, als die distinktere Hervorhebung durch Färbung zu erreichen. Die Untersuchung der

1) Hier soll noch die ebenfalls verspätet in meine Hände gelangte Arbeit von Antolisei (Considerazioni intorno alla classificazione dei parasiti della malaria. La Rifor. med., 1890, Nr. 99—103 [Centralbl. f. Bakt., IX, 3/4]) Erwähnung finden, der einen eingehenden auch historischen Bericht über diesen Teil der Malariafrage gibt.

2) Hier ist darauf zu achten, dass das Immersionsöl das Paraffin in kürzerer oder längerer Zeit auflöst, was ein Eindringen von Luft in das Präparat zur Folge haben kann.

3) cf. Plehn, Quincke, Dolega, Chenzinsky.

Präparate selbst hat mit Immersion und Abbé'schem Kondensor zu geschehen; es ist für eine genauere Untersuchung eine 1000fache Vergrößerung sehr wünschenswert; doch genügt zum Aufsuchen der parasitentragenden Blutkörperchen ganz wohl eine 5—600fache. Für die frischen Objekte ist nach Plehn noch darauf zu achten, dass eine länger dauernde Belichtung die Objekte schädigt, während für den Untersuchenden selbst eine Abblendung des überflüssigen Lichtes der Umgebung durch Lichtschirm oder Dunkelkammer mit dem Mikroskopspiegel entsprechender Lichtöffnung empfehlenswert erscheint.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 16. April 1891.

Das w. M. Herr Prof. Dr. J. Wiesner überreicht eine von Herrn Prof. E. Ráthay ausgeführte Arbeit über die Einwirkung des Blitzes auf die Weinrebe, welche zu den folgenden Resultaten führte:

1) Die von Caspary bezweifelte Behauptung Colladon's, dass sich das Laub der Reben infolge von Blitzschlägen rötet, ist bezüglich aller Reben richtig, deren Blätter im Herbste sich röten.

2) Diese Rötung des Laubes ist der *Vitis sylvestris* Gmel., ferner allen blauen und gewissen roten Sorten der *Vitis vinifera* L. und endlich auch gewissen, aber nicht allen Sorten verschiedener amerikanischer Reben eigen.

3) Reben, welche ihre Blätter im Herbste röten, thun dies auch infolge von mechanischen Verletzungen der Blattnerven, Blattstiele und Internodien. Ringelung, Knickung und teilweises Durchschneiden der letzteren bedingt die rote Verfärbung sämtlicher über der verletzten Stelle befindlicher Blätter.

4) Die Rötung der Rebenblätter nach mechanischen Verletzungen wird nicht durch verminderte Wasserleitung bedingt.

5) Rebenblätter, welche infolge mechanischer Verletzungen eine rote Farbe angenommen haben, transpirieren viel weniger als grüne Blätter.

6) Die rote Färbung der Rebenblätter nach Blitzschlägen gleicht in allen bisher untersuchten Beziehungen jener, welche nach mechanischen Verletzungen eintritt.

7) Sie ist eine mittelbare Folge des Blitzes und wird dadurch verursacht, dass dieser in den Mittelstücken zahlreicher aufeinanderfolgender Internodien die außerhalb des Cambiums befindlichen Gewebe tötet und so eine Art Ringelung bewirkt.

8) Das Cambium der vom Blitze getroffenen Laubsprosse (Lotten) bleibt lebend und erzeugt nach außen einen von Wundkork umhüllten Callus und nach innen einen Holzring, der von dem älteren Holze durch eine dünne, gebräunte Schichte geschieden ist.

9) Nach fremden und eigenen Beobachtungen vertrocknen die Trauben der vom Blitze getroffenen Reben.

10) Die Lottengipfel der vom Blitze getroffenen Reben sterben ab, während sich die unter ihnen befindlichen Teile mindestens einige Zeit erhalten.

11) Nach den bisherigen Beobachtungen trifft der Blitz in den Weingärten, ebenso wie in Schafheerden, nicht einzelne, sondern viele Individuen.

Verlag von Eduard Besold in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Firma: Junge & Sohn) in Erlangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Spener C.

Artikel/Article: Ueber den Krankheitserreger der Malaria 429-448