©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Thiere im Blute des Menschen

und ihre Wirkungen.

Von

Dr. Emil von Marenzeller.

Vortrag, gehalten den 20. December 1899.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Von einer kräftigen Pumpe, dem Herzen, getrieben, durchfließt der warme rothe Quell des Lebens unseren Körper. Anscheinend ist das Blut eine gleichartige Flüssigkeit, aber ein Tropfen unter dem Mikroskop zeigt uns, dass in ihr kleine Körper aufgeschwemmt sind: die Blutkörperchen. Blut besteht also aus Blutflüssigkeit und Blutkörperchen. Diese sind grünlichgelbe Scheiben, die rothen Blutscheiben, kugelrunde, farblose oder mattgraue Gebilde, die weißen Blutkörperchen, und endlich sehr kleine blasse Scheibchen, die Blutplättchen. Der Durchmesser einer rothen Blutscheibe beträgt 0·007—0·008*mm*. Die weißen Blutkörperchen sind theils ebenso groß, theils größer oder kleiner. Den rothen Blutscheiben dankt das Blut seine Farbe, die Blutflüssigkeit ist eine klare, gelbliche Flüssigkeit. Das Blut trägt nicht nur überall Nahrung hin, sondern es übernimmt auch, die bei dem Lebensprocess entstehenden unnützen oder selbst schädlichen Producte beiseite zu schaffen. Es führt also frische Vorräthe zu und tauscht dafür Unbrauchbares ein, dabei wandelt es vorgeschriebene Bahnen in geschlossenen Röhren. Man kann sich das menschliche Herz aus zwei Herzen zusammengesetzt denken, aus einem linken und rechten. Jede Herzhälfte hat eine Vorkammer und eine Kammer. Das große Blutrohr, das von der linken Kammer ausgeht, heißt Aorta. Es verzweigt sich als Arterien im

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ganzen Körper und sendet überall Ausläufer von solcher Feinheit hin, dass eine Blutscheibe eben noch passieren kann. Das sind die Capillar- oder Haargefäße. Sie haben so dünne Wandungen, dass der erwähnte Austausch durch diese hindurch in die Umgebung stattfinden kann. Sticht man mit einer Nadel in die Haut, so öffnet man mehrere solche Haargefäße, und das Blut tritt in einem Tropfen aus. Die Haargefäße sind die Wurzeln allmählich immer stärker werdender Gefäße, der Venen, die das Blut wieder zum Herzen zurückführen, und zwar zur rechten Vorkammer. Aus dieser fließt es in die rechte Kammer und wird von da in die Lungen getrieben. Aus den Lungen strömt es in die linke Vorkammer, sodann in die linke Kammer, um von neuem im ganzen Körper zu kreisen. Aus dem Darme, wo die verdauten Nahrungsmittel verweilen, und aus der Lunge, die mit Sauerstoff gefüllt ist, schöpft das Blut die Nahrungsstoffe, welche es allen Elementen des Körpers zuführen soll. In diese Aufgabe theilen sich Blutflüssigkeit und rothe Blutscheiben. Letztere übernehmen es, sich in der Lunge mit Sauerstoff zu sättigen und diesen für das Leben wichtigsten Stoff überallhin zu frachten. Eine rothe Blutscheibe besteht aus einem Gerüst aus Eiweißsubstanz, in welches wie in die Maschen eines Schwammes ein zweiter, mit einem rothen Farbstoff und Eisen verbundener Eiweißstoff eingelagert ist, das Hämoglobin. Dieses hat die wichtige Eigenschaft, mit dem Sauerstoff leicht eine wenn auch nur lose Verbindung einzugehen. Lebhaft roth gefärbt, tritt das Blut aus der Lunge seine Wanderung durch das linke Herz und die Arterien in den

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Körper an. Hat es aber in den Haargefäßen seinen Sauerstoff an die Gewebe abgegeben, so kehrt es, dunkel geworden, durch die Venen und das rechte Herz wieder zur Lunge zurück, um dort wieder durch Sauerstoffaufnahme seine frühere Farbe zu erlangen. Die rothen Blutscheiben sind also die Träger des für unsere Existenz wichtigsten Stoffes, des Sauerstoffes, und deshalb von außerordentlicher Bedeutung für unser Wohlbefinden. Man hat ein Verfahren gefunden, die Blutkörperchen zu zählen. Im Mittel kommen beim Manne auf 1 mm^3 etwa 5 Millionen rothe Blutscheiben, beim Weibe etwas weniger (4·5 Millionen). Nimmt man die gesammte Blutmenge beim Menschen mit 5 Liter an, so ergibt sich eine Zahl von 25 Billionen. Von weißen Blutkörperchen kommt beiläufig eines auf 720 rothe. Man hat ihre Zahl auf 27 Milliarden berechnet. Sobald nun aus irgend einem Grunde die rothen Blutscheiben um ein Fünftel des Normalen oder mehr verringert werden, treten die bekannten Erscheinungen der Blutleere oder Anämie auf, die solange andauern, bis diese Verarmung des Blutes wieder behoben ist. Neben dem Blutgefäßsystem besitzt der Mensch auch das Lymphgefäßsystem, Röhren, die, mit feinsten Enden beginnend, allüberall die durch die Wandungen der Haargefäße durchfiltrierte Blutflüssigkeit zu sammeln und im Vereine mit dem im Darme verarbeiteten Fett der Nahrungsmittel dem Blute wieder zuzuführen haben. In den Lymphgefäßen circuliert die Lymphe, welche sich von dem Blute hauptsächlich durch den Mangel der rothen Blutscheiben und der Blutplättchen unterscheidet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Diese kurzen einleitenden Bemerkungen sollen über die Lebensbedingungen der Thiere aufklären, welche sich das Blut des Menschen zum Aufenthalt gewählt haben, und sie lassen auch die nachtheiligen Wirkungen ihrer Anwesenheit ahnen. Man wird noch im Zweifel sein, ob diese Thiere in der Blutflüssigkeit neben den Blutkörperchen durch die Haargefäße schlüpfen oder in den Blutkörperchen selbst ihre Wohnung aufgeschlagen haben, wird aber zugeben, dass in dem einen wie in dem anderen Falle die Wahl eine vortreffliche war; denn das Blut enthält ja alles, was zum Leben nöthig ist, in vollendetster Zubereitung. Nur wird man sich sagen, dass die Körperdimensionen dieser Schmarotzer außerordentlich gering sein müssen, entsprechend der Größe der Blutkörperchen und der Weite der Haargefäße. Was das für Geschöpfe sein mögen? Auch diesbezüglich kann man Vermuthungen haben. Der Verdacht lenkt sich unwillkürlich auf die Classe der Würmer, da es ja allbekannt ist, dass zahlreiche von ihnen im Innern und auf Kosten des Menschen leben.

Man kennt Thiere, die aus der Außenwelt ihren Weg bis in die Blutgefäße finden und stets in der Butflüssigkeit bleiben. Das sind in der That Würmer.

Man hat aber auch solche entdeckt, die alsbald die rastlos kreisenden rothen Blutscheiben verfolgen, sich wie Kletten an ihre Oberfläche heften und nicht eher ruhen, bis sie im Innern geborgen sind. Die zweiten sind thierische Organismen höchst einfachen Baues, welche wir Sporozoen nennen. Sie nehmen in der untersten Ab-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

theilung des Thierreiches bei den Urthieren oder Protozoen eine Stelle ein. Bei den Protozoen entspricht das ganze Thier einem einzigen jener unzähligen Grundelemente, welche den Körper aller anderen Thiere und auch des Menschen zusammensetzen. Das sind die Zellen. Eine Zelle ist ein Klümpchen der zähflüssigen lebendigen Substanz, welche wir Protoplasma nennen, mit einem besonders geformten Bestandtheile, dem Kern im Innern. Ein Urthier, ein Protozoon ist also ein einzelliges Wesen, alle übrigen Thiere und der Mensch sind vielzellige. Anfangs als Ei sind auch diese einzellig. Aber durch beständige Vermehrung und Vergrößerung der Zellen auf dem Wege der Theilung und des Wachsthums entstehen unter Bethätigung des Gesetzes der Arbeitstheilung in ihrer chemischen Zusammensetzung, in ihrem Aussehen und in ihren Leistungen sehr verschiedene Vereinigungen von Zellen zu Geweben und zu Organen von wunderbarer Mannigfaltigkeit. Von alledem ist bei den Urthieren und also auch bei den Sporozoen nichts zu sehen. Ein Klümpchen Protoplasma, das seine Form langsam ändern kann, amöboide Bewegungen ausführt, Bewegungen, wie man sie von einem anderen, Amöbe genannten, Urthier kennt, mit einem Kerne oder mit mehreren im Innern, das ist alles. Charakteristisch für die Sporozoen ist, dass sie stets auf Kosten anderer Thiere leben, und zwar immerwährend oder doch während einer Zeit ihrer Entwicklung im Innern von Zellen oder Geweben oder in Hohlräumen von Organen. Die meisten sind so klein, dass sie nur mit dem Mikroskop untersucht werden können. Ihren Namen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erhielten sie von einer entfernten Ähnlichkeit bei der Vermehrung mit den Sporengewächsen. Während einer Phase ihres Lebens scheidet der Körper eine Hülle aus, innerhalb welcher er sich in mehrere Theile theilt, die man Sporoblasten nennt. Diese umgeben sich entweder abermals mit einer Hülle, werden zur Sporocyste oder Spore, in deren Innerem kleine Keime, die Sporozoiten, entstehen, oder sie zerfallen sogleich in solche.

Wir wollen zunächst die Bekanntschaft der Würmer im Blute des Menschen machen.

Fast der dritte Theil der Bevölkerung von Egypten wird von einem Wurm *(Schistosomum haematobium* Bilharz) geplagt, aus der Ordnung der Saugwürmer oder Trematoden, der insbesondere die Venen der Unterleibsorgane bewohnt. Er kommt aber auch an vielen anderen Orten von Afrika, sowie der umliegenden Inseln vor. Der cylindrische Körper des kleineren Männchens ist 15 *mm* lang und 1 *mm* breit. Das Vorderende ist mit zwei nahe hintereinander liegenden Saugnäpfen versehen, mittels welcher es sich an die Innenwand der Venen ansaugen kann. Das viel schlankere Weibchen ist 20 *mm* lang und wird sonderbarer Weise meist von dem Männchen in einer durch die Aufbiegung der Seitentheile des Körpers gebildeten Rinne herumgetragen wie ein Wickelkind. Diese Würmer können wegen ihrer Größe in die feinen Haargefäße nicht eindringen, aber sie wandern doch aus den weiteren Venen in engere, soweit ihnen dies möglich ist, und legen dort ihre Eier in großer Menge ab. Die ovalen Eier sind 0·12 *mm* lang und in der Mitte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

0·04 *mm* breit. Ihre Schale ist an einem Ende oder an der Seite mit einem kurzen Stachel versehen, der es möglich macht, dass sie sich auch ganz passiv aus den Gefäßen einen Weg in die umgebenden Gewebe bahnen und schließlich nach außen gelangen. Die Veränderungen, welche die die kleineren Venen verstopfenden Eier in den Blutgefäßen und nach ihrem Austritt in den Geweben hervorrufen, sind so schwerer Art, dass man das *Schistosomum haematobium* als einen der gefährlichsten Parasiten bezeichnen muss, umsomehr, da seine Lebensdauer sehr lang ist. Namentlich die Harnblase und der Dickdarm sind der Sitz der Erkrankung. Von da aus gelangen auch die Eier ins Freie. In dem Menschen, wo die Eltern lebten, entwickeln sie sich nicht. Erst wenn sie ins Wasser gelangen, entschlüpfen ihnen schwimmende Larven, aber ihre weiteren Schicksale sind unbekannt. Man kann nur vermuthen, dass ihre Lebensgeschichte in ähnlich complicierter Weise verlauft wie bei den nächst verwandten Arten. Jedenfalls bleiben die Zwischenzustände im Wasser, beziehungsweise in Wasserthieren, wie Mollusken, kleinen Krebschen, Insectenlarven, bis sie wieder in den Menschen gelangen, der sie beim Trinken oder Baden in sein Inneres bringt. Die Anwesenheit dieses Parasiten lässt sich, von den anderen krankhaften Erscheinungen abgesehen, stets mit Sicherheit aus den im Harn reichlich vorhandenen Eiern constatieren. Die erwachsenen Würmer scheinen direct nur wenig zu schaden.

Eine andere Wurmart oder besser Gruppe, weil es sich um mehrere einander sehr ähnliche, in ihrer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Lebensweise gleiche, aber möglicherweise doch verschiedene Formen handelt, die noch nicht genügend studiert sind, lebt in einem und demselben Menschen im erwachsenen und im embryonalen Zustande. Aber nur die winzigen jungen Würmchen, die nicht einmal einen Mund und Darm entwickelt haben, leben im Blute. Diese Würmer gehören einer anderen Ordnung an wie die vorigen. Es sind Fadenwürmer, Nematoden, wie die bekannten Spulwürmer. Am vollständigsten ist die Lebensgeschichte der *Filaria sanguinis hominis* Lewis erforscht. Die fadenförmigen, 75—100 *mm* langen, etwa 0·1—0·185 *mm* breiten geschlechtsreifen Thiere leben nicht in den Blutgefäßen, sondern in den Lymphgefäßen, bald in größeren Stämmen derselben, bald in engeren Zweigen, die sie erweitern, und selbst in den Lymphdrüsen. Dort werden die Jungen geboren. Bei dem bestehenden Zusammenhange des Lymphgefäßsystems mit dem Blutgefäßsystem kommt die Brut bald in das zum rechten Herzen zurückkehrende venöse Blut, von da in die Lunge, aus dieser in das linke Herz und wird schließlich mit dem arteriellen Blut im ganzen Körper vertheilt. Diese Embryonen sind äußerst klein, etwa 0·3 *mm* lang, und ihre Breite ist dieselbe oder etwas größer als die der rothen Blutscheiben. Sie gelangen also mit Leichtigkeit in die Haargefäße, und wo immer man einem an der „Filiarose“ erkrankten Menschen einen Tropfen Blut entzieht und unter dem Mikroskop untersucht, findet man die kleinen, in einem dünnhäutigen, viel zu langen und weiten Sacke wie in einem Futteral eingeschlossenen Würmchen. Aber zugleich zeigt sich die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

überraschende Erscheinung, dass das Ergebnis ein sehr verschiedenes ist, je nachdem man vor dem Einschlafen, während des Schlafes und nach dem Erwachen die Probe macht. Bei Tag findet man in der gleichen Menge Blutes höchstens 1—2, gegen Abend werden sie immer häufiger, und um Mitternacht sind ihrer so viele, dass man 300 bis 400 in einem Tropfen Blut finden kann. Nach Mitternacht nimmt die Zahl ab, und um 8 oder 9 Uhr morgens sind sie aus den oberflächlichen Blutgefäßen wieder verschwunden. Kehrt man jedoch die gewöhnliche Lebensweise um, schläft der Patient bei Tag und wacht bei der Nacht, so ist das Verhältnis umgekehrt. Man kann dem entnehmen, dass die Würmer nicht etwa eine feine Empfindung für die Tageszeit haben, sondern dass eine vor dem Eintritte des Schlafes und während desselben eintretende Erschlaffung der peripheren Blutgefäße ihnen den Durchgang ermöglicht. In der Zwischenzeit müssen sich die dickleibigeren, deren Körperdurchmesser den der Capillaren etwas übertrifft, in tiefer liegenden, weiteren Blutgefäßen aufhalten, und nur die etwas schlankeren, jüngeren Stadien passieren die Capillaren. Die meisten dieser Embryonen sind in den Blutgefäßen zu lebenslänglichem Kerker verurtheilt und gehen dort in der zartesten Jugend zugrunde. Manchen wird aber doch Erlösung gebracht, und zwar von ganz unerwarteter Seite und ganz zufällig. Die Blutfilarien sind in den tropischen und subtropischen Gegenden der ganzen Welt ungemein weit verbreitet, und wo sie vorkommen, wimmelt es von blutsaugenden Fliegen, die man gemeinhin unter

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

dem Sammelnamen Mosquitos zusammenfasst. Solche Insecten sind es, welche Arten ist nicht bekannt, in deren Leib nach den Untersuchungen des englischen Arztes Dr. Patrick Manson die weitere Entwicklung der jungen Filarien vor sich geht. Sie saugen mit dem Blute des an Filariose Erkrankten auch die Embryonen auf, und da sie in der Abenddämmerung oder in der Nacht auf Nahrung ausgehen, zu einer Zeit, wo die Würmchen zahlreich in den Capillaren der Haut kreisen, wird die Übertragung eine ganz sichere. Im Mitteldarm des weiblichen Mosquito verlassen die Embryonen die sie umhüllende Scheide und wandern in die Muskeln des Thorax des Insectes ein, bei dieser Minierarbeit trefflich unterstützt von einer an ihrem Vorderende vorhandenen Bohrspitze. Dort gehen sie in einigen Tagen eine durchgreifende Metamorphose ein. Sie wachsen beträchtlich, bekommen Mund und After und einen dreilappigen Schwanz. Das Insect legt nach etwa einer Woche seine Eier auf die Oberfläche des Wassers und stirbt bald darauf. Die Würmer schlüpfen aus der ins Wasser gefallenen Leiche heraus und können wie das *Schistosomum* in Ägypten durch den Genuss des Wassers wieder in den Magen eines Menschen gelangen. Durch die Magenwand hindurch suchen sie sich einen Weg in die Lymphgefäße, wo sie geschlechtsreif werden und eine neue, das Blutgefäßsystem überschwemmende Brut erzeugen. Die Mosquitos sind demnach die Zwischenwirte der *Filaria sanguinis hominis*, und die Übertragung auf den Menschen findet durch das Wasser statt. Die im Blute kreisenden Embryonen scheinen keine nach-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

theiligen Folgen für die Gesundheit mit sich zu bringen. Alle krankhaften Erscheinungen hängen vielmehr mit einer Affection des Lymphgefäßsystems zusammen, die durch die darin hausenden geschlechtsreifen Thiere erzeugt wird. Verstopfung der Lymphgefäße, Stauung der Lymphe mit nachfolgender Erweiterung der Gefäße vor dem Hindernis, Berstung von Lymphgefäßen, Lymphgefäßentzündungen können unmittelbare Folgen sein. Wird der Abfluss der Lymphe dauernd gehindert, so treten Anschwellungen und Gewebswucherungen auf, die zu einer enormen Vergrößerung des einen oder anderen Körpertheiles, namentlich der Extremitäten, führen können. Bei diesen bedauernswerten Kranken ist oft das eine Bein normal, das andere aber um das Vierfache vergrößert, einem Elephantenfuße gleich. Man nennt darum auch diese in den Tropen weit verbreitete Krankheit Elephantiasis. Zur Erklärung dieses Vorganges genügt jedoch nicht die Anwesenheit des geschlechtsreifen Thieres in den Lymphgefäßen allein, sondern man nimmt an, dass das Weibchen des Wurmes ab und zu erkranke und dann nicht die uns bekannten kleinen Würmchen zur Welt bringt, sondern ihre Eier ausstoße, durch welche die feinen Lymphgefäße oder die Lymphdrüsen verstopft würden. Stauungen der Lymphe, wiederholte Lymphgefäßentzündungen, dadurch gesteigerte Schwierigkeiten in der Aufsaugung der Lymphe werden endlich die Vergrößerung oder Hypertrophie einleiten. Die Elephantiasis ist in den Tropen ein leider sehr häufiges Übel. In den meisten in Frage kommenden Gegenden kann von einer energisch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

durchzuführenden Schutzmaßregel, die den Leuten das Wasser nur im gereinigten Zustande zuführt, nicht die Rede sein. Man müsste also zum mindesten dahin wirken, dass die Gelegenheit zur Ansteckung seltener wird; das könnte nur erreicht werden, indem man den Mosquitos den Krieg erklärt, ein, wie sich noch in der Folge ergeben wird, auch in anderer Hinsicht sehr nützliches Unternehmen, oder dadurch, dass der an Elephantiasis Erkrankte sich ernstlich davor bewahrt, von Mosquitos gestochen zu werden, da es ja nur die Mosquitos sind, welche in unfreiwilliger Weise fort und fort den Lebenscyklus unserer Parasiten in Gang erhalten.

Vorübergehend beherbergt das Blut wohl auch noch Jugendzustände anderer Würmer als der genannten, wenn sie auf ihrer Wanderung aus dem Darmtracte, wohin sie eingeführt wurden, in Blutgefäße eindringen und durch die Blutwelle an ihren bleibenden Aufenthaltsort befördert werden.

Viel näher als die Würmer im Blute gehen aber uns Europäern die Sporozoen.

Es war der französische Arzt Laveran, welcher 1880 die Entdeckung dieser Thiere in den rothen Blutscheiben des Menschen machte. Seitdem wurde ihr Vorkommen und ihre Lebensweise genau studiert, und man unterscheidet jetzt drei, auch in ihren Wirkungen verschiedene Arten. Um die farblosen Parasiten im Innern der Blutscheiben deutlicher zu machen, färbt man sie. Bei der richtigen Anwendung eines Gemenges von Methylblau und Eosin erscheinen gewisse Theile des Thieres

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

blau, andere roth. Ich will vorläufig die drei Arten mit *T* (Tertianaparasit), *Q* (Quartanaparasit) und *S-H* (Spätsommer-Herbstparasit) bezeichnen.

Die Art *Q* erscheint im Beginn als ein winziges blasses Scheibchen von 0·002 *mm* Durchmesser im Innern der rothen Blutscheibe. Die amöboiden Bewegungen sind schwach. Langsam strecken sich kurze Fortsätze aus und werden wieder eingezogen. Das Protoplasma ist stark körnig, und die Körner sind ziemlich groß. An dem gefärbten Präparate sieht man einen excentrisch gelagerten, dem Kerne entsprechenden rothen Punkt, dem eine helle Zone anliegt, und nach außen von dieser die Leibessubstanz blau. Allmählich wächst der Parasit, und in seinem Leibe häuft sich dunkelbraunes, körniges oder stäbchenförmiges Pigment an, das aus dem rothen Farbstoff der zum Opfer fallenden rothen Blutscheibe stammt. Nach 36 Stunden nimmt das Thier schon die Hälfte seiner Behausung ein. Nach 48 Stunden ist nur mehr ein schmaler Saum der Blutscheibe vorhanden, der sich in Farbe und Größe nicht verändert hat. Nun treten im Innern wichtige Veränderungen ein. Die Beweglichkeit hört auf, der dunkelbraune Farbstoff concentriert sich in der Mitte. Der rothe Punkt theilt sich in 6—20 Theilstücke, jedes von einer hellen Zone und Protoplasma umgeben, und diese lagern sich in Form einer Rosette um das centrale Pigment. Eine neue Brut ist entstanden, die ausschwärmt, um in anderen Blutscheiben das Zerstörungswerk zu beginnen. Im Verlaufe von 70 Stunden sind auf dem Wege der Theilung 6—20 neue Individuen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

entstanden. Neben den sich auf diese Art vermehrenden Individuen gibt es auch solche, die größer werden als diese, aber ihre Gestalt behalten, sich nicht theilen. Ihr Körper ist kugelig, und in ihrem Innern befindet sich das braune Pigment in lebhafter Bewegung. Sie sind zweierlei Art. Die einen verändern sich nicht weiter, bei den anderen treten unter Umständen 2—4 lange, geißelartige Gebilde aus, die sich auch loslösen können. Beide Formen werden auch frei in der Blutflüssigkeit angetroffen. Man hielt sie lang für unfruchtbare sterile Individuen. Ihre wirkliche Bedeutung hat der Amerikaner Mac Callum 1897 klargestellt. Es sind geschlechtlich entwickelte Individuen, und zwar sind die geißelbildenden die Männchen, die anderen die Weibchen.

Die zweite mit *T* bezeichnete Art gleicht in der Jugend sehr der früher beschriebenen. Aber bald zeigen sich Unterschiede. Die Bewegungserscheinungen sind viel lebhafter, die sich ausstreckenden Fortsätze feiner und länger. Das Protoplasma ist feinkörniger, die im Innern sich ablagernden Farbstoffe sind feiner. Besonders auffallend sind die Veränderungen an den rothen Blutscheiben. Sie blassen ab und blähen sich auf. Nach 36 Stunden sind sie fast um das Doppelte größer geworden, und der Parasit füllt sie bis zur Hälfte oder zwei Drittel aus. Nun schickt sich auch bei dieser Art der Parasit zur Theilung unter gleichen Erscheinungen wie bei der früheren Art an. Die junge Generation ist aber zahlreicher. 15—20 neue Individuen gruppieren sich um das im Centrum liegende Pigment, häufig in Form einer Maulbeere.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Von der inficierten Blutscheibe ist endlich keine Spur mehr vorhanden. Die Brut trennt sich und sucht neue Blutscheiben auf. Der ganze Process vollzieht sich in 48 Stunden. Männchen und Weibchen sind wie bei *Q*.

Sehr charakteristisch ist die Gestalt der dritten, für den Menschen verderblichsten Art *S-H*. Man hat sie zwar auch bei den jüngsten Studien der zwei anderen Arten gesehen, aber doch nicht so ausschließlich. Der außerordentlich kleine Körper, der nur 0·0015 *mm* im Durchmesser misst, ist ringförmig. Auch diese Parasiten zeigen Bewegungserscheinungen. Mit dem Wachsthum nimmt das Protoplasma an einer Stelle an Dicke zu, die Ringe werden zu Siegelringen. Allmählich verwandeln sie sich aber unter gleichzeitigem Erscheinen von braunem Pigment im Innern in runde, oder ovale ziemlich scharf abgegrenzte Scheiben. Der Parasit wächst bis er die Hälfte oder ein Viertel der Blutscheibe, welche nicht größer wird, einnimmt, und dann beginnt die Theilung. Es entstehen auf diesem Wege 8—16 Abkömmlinge, die sich in einem Haufen um das centrale Pigment lagern. Nicht selten begegnet man bei dieser Art mehreren Individuen in einer und derselben Blutscheibe. Wie bei den beiden anderen Arten treten auch hier Individuen auf, die sich nicht theilen. Es sind 0·008—0·01 *mm* lange, 0·002—0·003 *mm* breite, halbmondförmige Körper von ganz charakteristischer Gestalt. Man findet sie entweder noch von einem Rest der Blutscheibe umschlossen oder frei in der Blutflüssigkeit. Ein Theil verändert sich nicht weiter. Das sind die Weibchen. Ein anderer nimmt eine

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

rundliche Gestalt an, und es bilden sich im Innern eine oder mehrere Geißeln, welche hervorgeschleudert werden können. Das sind die Männchen. Die Entwicklungszeit dieser Art schwankt zwischen 24 und 48 Stunden. Sie ist nicht so sicher zu verfolgen wie bei den *Q* und *T*, weil die späteren Phasen in weniger zugänglichen Stellen, in der Milz, im Knochenmark verlaufen.

Die Einwanderung eines Sporozoen in eine rothe Blutscheibe ist gleichbedeutend mit der Vernichtung derselben. In 24—70 Stunden ist sie vollendet. Für den Parasiten aber gibt es kein Sterben. Sobald er alle Räume des Hauses, das er bezogen, erfüllt und die gesammten Vorräthe verzehrt hat, verlässt er verjüngt den zugrunde gerichteten Wirt. Er hat sich getheilt, und die Blutscheiben beginnen in anderen Blutscheiben ein neues Leben. Unter der Voraussetzung, dass die Brut stets neue Wohnungen findet, dass noch unbesetzte Blutscheiben vorhanden sind oder der Ersatz für die zerstörten fort und fort und in hinreichender Anzahl stattfindet und kein feindliches oder störendes Element in den Weg tritt, würden unzählige Generationen einander ablösen. Und da in jedem Abkömmling noch minimale Antheile der lebendigen Substanz des ersten Einwanderers vorhanden sind, so wäre das Leben dieser Wesen endlos, wenn nicht zuletzt mit der Vernichtung des Menschen, den sie heimgesucht, ihre eigene Existenz zerstört würde.

Es ist begreiflich, dass die Blutparasiten schwere Störungen der Gesundheit hervorrufen werden, da sie den Organismus gewissermaßen an seinen Wurzeln angreifen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Unter normalen Verhältnissen finden zwar auch beständig Zerfall und Neubildung von rothen Blutscheiben statt — man kann sagen, dass einer rothen Blutscheibe nur eine vierwöchentliche Lebensdauer beschieden ist — aber bei einer Invasion durch die sich so ungeheuer rasch vermehrenden Blutparasiten muss der Körper außerordentliche Anstrengungen machen, um den Verlust zu decken. Es kommt zu tiefgreifenden Veränderungen in den verschiedensten Organen, die mit der Blutbereitung zu thun haben. In kurzer Zeit wird die Qualität des Blutes so sehr verschlechtert, dass auffällige Störungen der Ernährung auftreten, die allmählich zur Erschöpfung, zum Tode führen können.

Krankheit und Tod sind also die Wirkungen dieser Parasiten im Blute des Menschen. Das Leiden ist ein allbekanntes und leider weit verbreitetes. Es ist die Malaria, auch Sumpffieber, Wechselfieber, kaltes Fieber, Tropenfieber genannt. Die Malaria zeigt einen sehr verschiedenen Verlauf, und es ist erwiesen, dass dieser immer abhängig ist von der Sporozoenart, welche eingewandert ist. Zuvor war von drei verschiedenen Arten die Rede. Möglicherweise gibt es noch mehr. Wir sehen in der milden Form der Malaria, die in unseren Gegenden einheimisch ist, auf einen heftigen Frostanfall ein Hitzestadium folgen, in welchem die Temperatur bis 41° steigen kann. Dann leitet ein starker Schweißausbruch eine Pause des relativen Wohlbefindens ein, das kürzer oder länger dauern kann, bis wieder ein neuer Frostanfall erfolgt. Bei den reinen Formen sind die Pausen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zwischen zwei Anfällen immer gleichlang, und man kann unterscheiden die sogenannte Tertiana und die Quartana. Bei der ersten liegt zwischen zwei Anfällen immer eine Ruhepause von 24 Stunden. Wenn z. B. heute mit dem ersten Anfalle der erste Tag der Krankheit zählt, so erfolgt der nächste Anfall am dritten Tage. Daher der Name Tertiana. Bei der Quartana ist der Zwischenraum um einen Tag größer. Über diesen merkwürdigen gesetzmäßigen Verlauf hat man sich in früherer Zeit viel den Kopf zerbrochen. Er findet jetzt eine höchst einfache Erklärung. Man braucht nur in den verschiedenen Phasen der Krankheit dem Patienten aus den Fingerspitzen einen Tropfen Blut zu entnehmen und ihn unter dem Mikroskop zu untersuchen. Es hat sich gezeigt, dass, wenn man Blut untersucht, sobald die Körpertemperatur ihre größte Höhe erreicht hat, der Fieberanfall also am Gipfel ist, in den rothen Blutscheiben nur ganz junge Parasiten zu finden sind. Setzt man diese Untersuchung in angemessenen Zwischenräumen fort, so kann man eine beständige Größenzunahme im Wachsen der Parasiten beobachten. In der Ruhepause haben sie ihre größte Höhe erreicht, und kurz vor dem Ausbruche eines neuen Frostanfalles sieht man jene Veränderungen eintreten, die ich früher als Theilung bezeichnete. Das Auftreten einer neuen Generation und die Überflutung der Blutscheiben mit der neuen Brut, die vielleicht giftige Stoffe (Toxine) absondert, ruft in dem menschlichen Organismus einen Sturm von Erscheinungen hervor, die dem Arzte den Beginn eines neuen Anfalles anzeigen. Der Zeitpunkt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

tritt also am dritten, beziehungsweise am vierten Tage ein, je nachdem die Parasiten der Tertiana *(T)* oder Quartana *(Q)* eingewandert sind. Es gibt aber auch eine Form der Malaria, bei welcher sich der Anfall täglich wiederholt. In diesem Falle leben im Menschen Parasiten derselben Art, aber mit zwei verschiedenen Entwicklungscyklen. Wenn die eine Reihe langsam der vollen Größe zureift, ist die andere eben in Theilung begriffen, und umgekehrt. Dies setzt eine doppelte Infection in kurzen Zwischenräumen voraus. Tertianafieber sind Wirkungen des mit *T*, Quartanafieber des mit *Q* bezeichneten Parasiten, deren wissenschaftliche Bezeichnungen lauten: *Plasmodium malariae tertianum* Golgi und *Plasmodium malariae quartanum* Golgi.

Viel schwerer als die Malaria der Tertiana- und Quartanaparasiten ist die durch die dritte Art, *S-H* = *Plasmodium praecox* Grassi et Feletti, hervorgerufene Form. Sie kommt in Europa, besonders häufig in Italien vor und wird nach der Zeit ihres Auftretens als Spätsommer-Herbstfieber, Aestivo-autumnalfieber der Italiener, bezeichnet; dann überall in den Tropen. Der Verlauf des Fiebers ist unregelmäßig. Es ist zwar auch der Typus der Tertiana oder der Quotidiana ausgeprägt, aber das Hitzestadium ist außerordentlich verlängert, oft auch 24 Stunden und mehr. Dadurch wird das Stadium der Ruhe beträchtlich gekürzt. Der Fieberanfall wird von vielen beunruhigenden Nebenerscheinungen begleitet, die auf ein Ergriffensein des Nervensystems und auf Störungen der Blutcirculation hinweisen. Der Verfall der Kräfte

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ist der hohen, lang andauernden und in kurzen Zwischenräumen sich wiederholenden Steigerungen der Körpertemperatur wegen ein sehr rascher und ein tödlicher Ausgang bei langer Dauer oder bei wiederholter Erkrankung nicht selten. Die Reconvalescenz geht langsam, und unter häufigen Recidiven vor sich.

Zum Glück besitzen wir im Chinin gegen alle Malariaarten ein Mittel, das, wenn es sogleich und zur rechten Zeit angewendet wird, den besten Erfolg hat. Die Erfahrung lehrte, schon zu einer Zeit, als man von Malariaparasiten noch nichts wusste, dass das Chinin bei unserer milden Fieberform am wirksamsten ist, wenn man es 5—6 Stunden vor dem neuen Anfall gibt. Jetzt weiß man warum: weil um diese Zeit die neue Brut heranreift und das Chinin auf die jüngsten Stadien, besonders wenn sie eben nach der Theilung neue Blutscheiben aufsuchen, also frei im Blute schwärmen, vernichtender wirkt als auf die älteren.

Mit der Entdeckung des Krankheitserregers ist aber die Lebensgeschichte des Parasiten nicht erschöpft. Nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern auch vom rein menschlichen Standpunkte aus drängt die Frage nach einer Lösung: Woher kommen die Malariaparasiten, und wenn wir dies wissen, können wir uns vielleicht davor schützen? In früheren Zeiten hätte man sie wie alle anderen Parasiten im Innern des Leibes des Menschen auf dem Wege der elternlosen oder Urzeugung entstehen lassen. Dieser bequeme Ausweg wurde aber längst durch die unumstößliche Thatsache verlegt, dass die Organis-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

men der Jetztwelt, Thiere und Pflanzen, nur Abkömmlinge von ihresgleichen sind. Die Malariaparasiten gelangen also von außen in den menschlichen Körper. Das steht fest. Wo aber verbergen sie sich? Die Umstände, unter welchen man die Malaria acquirieren kann, sind jedermann bekannt. Im Hochgebirge bekommt man diese Krankheit nicht, aber wo in der Niederung Sümpfe bestehen oder sich bilden, dort ist sie zuhause, und man braucht sich nur in solchen verrufenen Gegenden aufzuhalten, um von dem „Fieber“ befallen zu werden. Solange man von den Sporozoen in den rothen Blutscheiben nichts wusste, suchte man die Veranlassung in einer Substanz, die man Sumpfmiasma oder Malaria nannte. Wie diese Substanz beschaffen sei, davon hatte man allerdings keine Ahnung. Der hohle Begriff Miasma gewann jedoch dadurch eine Bedeutung, dass man ihn dem Begriffe Contagium gegenüberstellen konnte. Die Erfahrung hatte gezeigt, dass das durch Miasma entstandene Sumpffieber nicht übertragbar sei, während andere Krankheiten im hohen Grade ansteckend sind. Die oft nicht minder räthselhafte Ursache dieser nannte man Contagium. Laveran hat zwar der Miasmatheorie den Todesstoß versetzt, denn das Miasma der alten medicinischen Schule sind ja die Keime der Plasmodien, aber erst nach 18 Jahren gelang es festzustellen, auf welchem Wege die Infection des Menschen erfolgt. Man suchte die Krankheitserreger nach wie vor im Boden der Fiebergegenden und meinte, dass die Keime von der Luft vertragen und von den Menschen eingeathmet würden. Jetzt, wo vollständige Klarheit

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

herrscht, erfahren wir, dass schon die Römer die verheerende Krankheit auf den Stich von Insecten zurückführten. Es ergibt sich ferner, dass zu unserer Zeit wiederholt von verschiedener Seite die gleiche Ansicht ausgesprochen wurde, und dass von der Bevölkerung der Hauptherde der Malaria in der ganzen Welt direct Insecten als die Veranlasser und Verbreiter der Krankheit beschuldigt werden.

Diese Mosquitotheorie, wie die Betheiligung blutsaugender Insecten an der Erzeugung der Malaria auch genannt wird, hat sehr viel Bestechendes für sich. Wie ich bereits bemerkte, fasst man unter dem Namen Mosquito alles zusammen, was Fliege ist, sticht und Blut saugt. Mosquitos sind also die verschiedensten Arten von Stechmücken, unter welchen natürlich die bei uns Gelsen genannten nicht fehlen werden. Jedermann weiß, dass diese blutdürstigen Insecten aus dem Wasser kommen, das heißt dort ihre erste Entwicklung, den Larvenzustand durchgemacht haben. Sie sind umso häufiger, je ausgebreiteter die Sumpfflächen sind, je wärmer und feuchter der Sommer, je ruhiger das Wasser ist. Schwere Regengüsse, Hochwässer vermindern ihre Zahl, weil sie die Brut wegschwemmen oder vernichten. Die Stechmücken verbergen sich untertags an dunkleren Orten; erst nach Sonnenuntergang gehen sie, und zwar sind es stets die Weibchen, an ihre Arbeit. Ihr leichter Körper folgt der Windrichtung. Sie selbst erheben sich nicht viel in die Höhe, sondern bewegen sich mehr in horizontaler Richtung. Baumbestände, Gemäuer bilden für sie Verkehrs-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

hindernisse. Rauch, gewisse starke Gerüche halten sie fern. Am wohlsten befinden sie sich in jenen Gegenden, wo die Temperatur das ganze Jahr hindurch nur geringen Schwankungen unterliegt. Bei uns verschwinden sie mit dem Eintritte der kühleren Jahreszeit. Und nun schlage man in irgend einem medicinischen Werke das Capitel über die Umstände, unter welchen die Malaria entsteht und sich ausbreitet, auf, und man wird sich sagen müssen: Das ist ja dieselbe Melodie, nur der Text lautet anders. Dort wird man finden: „Die Malaria ist in sumpfigen Gegenden zuhause. Sie ist häufiger in nassen warmen Sommern, aber Hochwasser beeinflusst sie in gutem Sinne. Das Ausgehen nach Sonnenuntergang, das Schlafen bei offenen Fenstern oder gar im Freien ist streng zu meiden. Die Malaria verbreitet sich am leichtesten in der Richtung des Windes und horizontal, nicht vertical. Gemäuer und Baumbestände bilden einen Wall gegen ihre Verbreitung. Die Malaria tritt in ihrer heftigsten Form in den warmen Gegenden, speciell in den Tropen auf. Niedere Temperatur schränkt die Krankheit ein oder hebt sie mit der Zeit auf. Im hohen Norden gibt es keine Malaria. Entsumpfung nützt radical. Man macht Anpflanzungen der stark riechenden *Eucalyptus*-Bäume und hält sie für antimiasmatisch.“

Trotzdem aber die Mosquitotheorie alt war und auf dem ganzen Erdball Gläubige hatte, musste für sie, wie es im Leben häufig geschieht, erst durch analoge Beobachtungen Stimmung gemacht werden wie für eine neue Idee. Die Entdeckung der Rolle, welche die Mosquitos

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in der Lebensgeschichte der *Filaria sanguinis hominis* spielen, der zweifellose Nachweis, dass die unter dem Namen Texasfieber bekannte bösartige Krankheit der Rinder durch Insecten veranlasst wird, die Übertragung der Surrakrankheit der Rinder in Südafrika durch die Stiche der Tsetsefliege von einem Thiere auf das andere, blieben nicht ohne Einfluss.

Das Texasfieber herrscht in den südlichen Theilen der Vereinigten Staaten und ist von da durch den Rindertransport weithin verbreitet worden. Die Ursache sind wie bei der Malaria Sporozoen (*Piroplasma bigeminum* Th. Sm. et Kilb.) in den rothen Blutscheiben. Man hielt diese Krankheit für sehr ansteckend; denn wenn man gesundes Vieh auf eine Weide trieb, welche einige Zeit zuvor von Rindern besucht worden war, in deren Blut der Parasit nachgewiesen wurde, so erkrankte jenes mit Sicherheit. In Gegenden, wo das Texasfieber endemisch ist, erwerben sich die Rinder allmählich eine Immunität und scheinen gesund, obwohl sie die Parasiten im Leibe beherbergen. Sobald sie aber irgendwo anders mit gesundem Vieh in Berührung kommen, erkrankt dieses in heftigster Weise. Man stand somit vor der überraschenden Erscheinung, dass, wiewohl Malaria und Texasfieber durch Blutparasiten allerdings verschiedener Art erzeugt werden, die erste Krankheit niemals von einem Individuum auf ein anderes übertragbar war, die zweite aber stets. Erst vor einigen Jahren ist es gelungen zu zeigen, dass das Texasfieber ebensowenig contagiös ist wie die Malaria. Man braucht nur alle Zecken zu entfernen, die sich in großer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Menge in die Haut des Weideviehes einbohren. Bringt man andererseits diese Zecken auf gesundes Vieh, so erkrankt es unausweichlich, und selbst wenn es viele Tagereisen von dem Infectionsherde entfernt ist. Die Zecken also oder vielmehr ihre Brut ist es, welche die Krankheit vermittelt und die Weideplätze verseucht. Bei der Surrakrankheit der Rinder in Südafrika lebt in der Blutflüssigkeit, nicht in den Blutscheiben, ein Wesen von fischähnlicher Gestalt, das zwei- bis dreimal so lang ist wie eine Blutscheibe, gleichfalls zu den Protozoen oder Urthieren, aber nicht in die Classe der Sporozoen, sondern der Flagellaten oder Geißelthiere gehört. Die Tsetsefliege, eine mit unserer Stubenfliege verwandte Art, saugt sie mit dem Blute auf und liefert die Keime zu neuer Ansteckung für andere, noch gesunde Individuen. Während aber bei der Filiarose die Insecten nur die Zwischenträger der Krankheit sind, indem sie die jungen Würmer aus dem Menschen schaffen und an einen anderen Ort, ins Wasser bringen, von wo sie wieder eingeführt werden können, impfen in den anderen Fällen, des Texasfiebers und der Surrakrankheit, die Insecten direct die Krankheit ein.

Dementsprechend formulierten auch die Anhänger der Mosquitotheorie ihre Ansichten in ziemlich divergenter Weise. Die Möglichkeit der Übertragung der Malaria direct von einem Kranken auf einen Gesunden durch das Insect wurde von niemandem behauptet, weil man wusste, dass das vollgesaugte Insect für einige Zeit kein Nahrungsbedürfnis habe, weil es ferner nicht erklärlich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

war, wie der Malariaparasit aus dem Darme des Insectes bei einem neuen Saugacte in die Wunde und in das Blut kommen sollte, und weil endlich, selbst den unwahrscheinlichen Fall angenommen, dass an dem Rüssel des Insectes noch lebende Parasiten haften geblieben wären, Versuche ergeben hatten, dass eine geringe Anzahl die Krankheit zu erzeugen nicht imstande sei. Einspritzungen von 0·5 cm^3 Malariablut unter die Haut eines Gesunden blieben ganz wirkungslos. Erst wenn man 2 cm^3 direct in die venösen Blutgefäße einführte, stellte sich das Fieber ein. Wie viele Mückenstiche wären nöthig, um eine solche Quantität zu liefern! Von einer Seite wurde nach dem Muster der Filiarose angenommen, dass die Malariaparasiten von blutsaugenden Fliegen aufgenommen werden. Im Innern derselben gehen sie eine Verwandlung ein, gelangen nach dem Tode des Insectes ins Freie, in die Erde oder in das Wasser, und von da wieder in den Menschen. Von anderer Seite wurde die Meinung vertreten, dass die Stechmücken die Keime der Malariaparasiten irgendwo in der Erde oder im Wasser auflesen und auf den Menschen mit ihren Stichen übertragen. Die Insecten wären also Exporteure der Malariaparasiten nach außen oder Importeure. Wie rasch darauffolgende Beobachtungen und Versuche zeigten, sind sie beides, aber die Parasiten verlassen niemals die Stechmücken bis zu dem Momente, wo sie wieder in veränderter Form dem Menschen eingeimpft werden.

In Europa wird Italien von der Malaria am schwersten und in ihrer bösesten Form heimgesucht. Die meisten, die dieses herrliche Land zu ihrem Vergnügen oder

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zu ihrer Belehrung bereisen, haben keine Ahnung von dem Jammer, den Jahr für Jahr die Malariaparasiten über die Bevölkerung bringen. Zwei Drittel des ganzen Gebietes stehen unter ihrer Geißel, beständig sind einige Millionen Menschen krank, und 15.000 erliegen alljährlich dem Übel. Es ist unter diesen traurigen Umständen begreiflich, dass es die italienischen Ärzte und Naturforscher für ihre Pflicht hielten, sich der auf dem Gebiete der Malariaforschung in den letzten vier Jahren eingetretenen Bewegung anzuschließen, allen voran B. G. Grassi, Professor der Zoologie an der Universität Rom. Im Vorjahre bildete sich auch eine Gesellschaft zum Studium der Malaria, welcher von den italienischen Eisenbahnen die Mittel geliefert wurden.

Von großer Wichtigkeit war vor allem festzustellen, welche Stechmücken bei der Verbreitung der Malaria thätig seien, um sodann durch Versuche die Entscheidung herbeizuführen. Diesen einzig richtigen Weg war kurz zuvor der englische Stabsarzt R. Ross gegangen, als er seine wichtigen Untersuchungen über das Verhältnis der Blutparasiten der Vögel zu den Mosquitos in Indien anstellte, welche nicht nur den Italienern neue Impulse gaben, sondern auch zu einer wesentlichen Stütze wurden, als sie zu ganz analogen Resultaten hinsichtlich der Blutparasiten des Menschen kamen. Grassi machte sich zuerst mit den Stechmücken an malariafreien Localitäten vertraut. Als er diese Arten später auch in notorischen Malariagebieten fand, konnte er sie als harmlos ausschließen und seine Aufmerksamkeit jenen Arten zuwen-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

den, die er in den gesunden Örtlichkeiten nicht angetroffen hatte. Diese waren zum mindesten verdächtig. Die Versuche mussten nun zeigen, welche die eigentlichen Schuldigen seien. Das Urtheil lautete vernichtend für alle Arten der Gattung *Anopheles*, die der „Gelse" *(Culex pipiens)* sehr ähnlich sieht, doch leicht an drei borstenartigen, gleichlangen, nach vorne gerichteten Anhängen des Kopfes, dem Rüssel und den zwei Palpen zu erkennen ist, während bei dieser die Palpen viel kürzer als der Rüssel sind und der Kopf daher nur einen Anhang zu tragen scheint. Man ließ Malariakranke von *Anopheles* stechen, die aus einer Gegend stammten, wo sie zuvor nicht Gelegenheit hatten, Malariablut zu saugen, und fand nach einiger Zeit im Innern der Fliegen die charakteristischen Veränderungen der Malariaparasiten, von welchen sogleich die Rede sein wird. Setzte man dann eine solche inficierte Stechmücke auf die Haut eines Menschen, in dessen Blut keine Parasiten nachgewiesen werden konnten, und ließ sie saugen, so erkrankte dieser selbst nach einem einzigen Stiche unter den bekannten Symptomen der Malaria; ja dasselbe Insect konnte mehrere Individuen krank machen. Parallelversuche mit anderen Insecten misslangen. Das war nur eine Bestätigung der alten Erfahrung, dass Parasiten stets bestimmter Wirte zu ihrer Entwicklung bedürfen. Kommen sie in andere, gehen sie zugrunde. Nachdem man die experimentell herbeigeführten Veränderungen, welche die Blutparasiten im Leibe des *Anopheles* erleiden, kennen gelernt hatte, war es ein leichtes zu constatieren, ob in

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fiebergegenden in der freien Natur gefangene *Anopheles* inficiert seien und wieder inficieren könnten. Auch diese Controlversuche gelangen vollständig.

Eine Frage von großer Tragweite war entschieden! Vor dem Lichte dieser Aufklärung zerfließen die Spukgestalten, welche die Miasmentheorie noch nach der Entdeckung Laverans aus Erde und Wasser heraufbeschwor. Fortan wird man nicht mehr von den „giftigen Dünsten, welche über den stehenden Wässern brüten", oder von den verderbenbringenden miasmatischen Schwaden, die nach Sonnenuntergang aus den Sümpfen aufsteigen, reden oder schreiben, aber man wird die Wolken der ihnen entsteigenden Mosquitos fürchten und sich vor ihnen zu schützen trachten.

Die Lebensgeschichte der Malariaparasiten ist nach den Forschungsergebnissen der Italiener kurz zusammengefasst folgende:

Es wurde bei der Beschreibung der drei Plasmodienarten bereits erwähnt, dass es im Blute des Menschen außer geschlechtslosen, durch Theilung sich fortpflanzenden Individuen auch geschlechtliche gibt. Sie erreichen aber hier nie die volle Reife. Grassi nennt sie Verlobte, die niemals Hochzeit feiern. Wird ein Malariakranker von einem Insect gestochen, der nicht der geeignete Wirt für sie ist, gehen sie zugrunde, wie dies unter allen Umständen mit den geschlechtslosen Plasmodien geschieht. Im Darme der *Anopheles*-Arten aber erreichen sie ihre volle Reife und findet die Vereinigung der Männchen mit den Weibchen statt, indem eine losgelöste Geißel in das Innere der Weibchen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

eindringt. Das Ergebnis ist etwa 40 Stunden nach deren Reife ein 0·014—0·018 *mm* langes wurmähnliches Wesen, das durch die Zellen des Darmes in die darunter liegenden Gewebsschichten eindringt, dort sich zu einer in die Leibeshöhle vorragenden Kapsel vergrößert, die eine Hülle ausscheidet. In ihrem Innern entstehen dann die Sporoblasten , die, ohne sich mit einer Hülle zu umgeben, sogleich an zehntausend 0·014 *mm* lange, dünne, spindelförmige Sporozoiten erzeugen. Es platzt dann die Kapsel, die Sporozoiten werden frei, kommen in die Leibeshöhle und gelangen passiv mit dem Lymphstrom bis in die Speicheldrüsen, welche sie dichtgedrängt erfüllen. Dieser Zustand tritt am 8., 9. oder 10. Tage nach der Infection ein. Eine wesentliche Bedingung des Processes ist eine geeignete Temperatur. Bei 14—16° C. findet er nicht statt. Eine Temperatur von 30° C. beschleunigt ihn. Dadurch wird erklärlich, warum im Norden Malaria gänzlich fehlt, und warum mit dem Eintritt der kühlen Jahreszeit auch in Italien keine neuen Fälle mehr auftreten. Die *Anopheles*-Weibchen überwintern. Vom Jänner bis Mai findet man inficierte nur in den Wohnräumen der Malariakranken, wo sie, an dunklen Stellen verborgen, ab und zu zum Vorschein kommen, um sich von deren Blute zu ernähren. Meist wurde mit den Parasiten der Spätsommer-Herbstfieber *(Plasmodium malariae praecox)* experimentiert, aber *Anopheles* erwies sich ebenso als richtiger Wirt für die Parasiten der Tertiana und Quartana, und auch diese Krankheitsformen konnten erzeugt werden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wir haben also viele geschlechtslose Generationen im Blute des Menschen. Das sind die durch Theilung entstandenen Abkömmlinge der eingeführten Sporozoiten und eine einmalige geschlechtliche Generation im Darme der *Anopheles*. Da diese eine höhere Stufe bedeutet, so ist das Insect als der definitive Wirt, der Mensch jedoch nur als Zwischenwirt zu bezeichnen.

Zur Fortzüchtung der Malariaparasiten, zur Erhaltung dieser Lebewesen als Art gehören also *Anopheles* und Mensch. Es braucht nur der eine dieser beiden Wirte zu verschwinden, und die Malaria wird zum mindesten an dem Orte aussterben, wo dieser günstige Fall eingetreten ist. Also Krieg den Mosquitos ohne Wahl! Am rationellsten wäre es, wenn man ihnen die Bedingung zur Entwicklung der Brut, das ist das Wasser, entziehen, also die Sümpfe austrocknen würde. Dieses Mittel wurde bereits zu einer Zeit empfohlen, als man nur an Miasmen dachte, und es hat, wenn es angewendet wird, stets geholfen. Aber es wird nicht angewendet. Somit bliebe nur die Vernichtung der Brut im Wasser übrig. Sie gelingt im kleinen bei Anwendung verschiedener Mittel, wie Petroleum oder gewisser Theerfarben leicht und rasch, im großen dürfte sie aber nicht ausführbar sein. Wenn man also die *Anopheles* nicht vertilgen kann, so ist es unsere Pflicht, dafür zu sorgen, dass sie nicht inficiert werden. Es sieht komisch aus, dass wir einmal unseren ganzen Scharfsinn aufwenden, um die *Anopheles* von der Erde zu vertilgen, und dann, nachdem wir unsere Ohnmacht in dieser Hinsicht eingesehen, ängstlich für ihr Wohlsein

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

uns bemühen. Und doch haben wir keinen anderen Ausweg. Gelingt es uns nicht mit dem definitiven Wirt, mit den *Anopheles* die geschlechtliche Generation der Parasiten zu vernichten, so müssen wir trachten, die geschlechtslose Generation im Menschen auszumerzen. Natürlich ist das nicht so zu verstehen, dass man in Fiebergegenden die Menschen tödtet, damit die Anopheles nicht die Malaria bekommen. Es ist dies auch gar nicht nöthig, da wir in dem Chinin ein souveränes Mittel besitzen, um die durch Theilung entstehenden Sprösslinge zu vernichten, nur müsste es sogleich und zweckmäßig angewendet werden, unter Umständen sogar zwangsweise. Hand in Hand müssten Belehrungen gehen über die Gefahren, welchen man in Fiebergegenden durch die Stechmücken ausgesetzt ist, und die Mittel, sich davor zu schützen: durch Ausrottung der *Anopheles* in den Wohnräumen, durch Anbringung von Drahtgittern vor den Fenstern, durch Anwendung von Mitteln, welche wie z. B. Schwefel, Rauch, aromatische Substanzen die Stechmücken verscheuchen, endlich durch ausgiebige Bedeckung der Haut. Jeder Malariakranke muss wissen, dass er eine Gefahr für seine Mitmenschen ist, da sich an ihm *Anopheles* inficieren können, die wieder gesunde Menschen krank machen. Deshalb kann durch malariakranke Menschen eine Malariaepidemie an Orten erzeugt werden, wo sie früher nicht existierte, wenn nur dort *Anopheles* vorkommen. Diese gibt es aber fast überall. Professor Grassi spricht die Ansicht aus, dass man durch systematische Pflege und Heilung der Malaria-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

kranken Italien in zehn Jahren mit einem Aufwand von hundert Millionen Lire von seiner furchtbaren Plage befreien könnte.

So ist es denn den Naturwissenschaften wieder einmal gelungen, Thatsachen an den Tag zu bringen, die für die Menschheit von außerordentlichem Werte sind. Die großen Erfolge sind aber nur vorbereitet und ermöglicht worden durch viele kleine Errungenschaften, die, falls sie zur Kenntnis der großen Menge gelangt wären, keine Beachtung oder nur eine geringschätzende erfahren hätten. Nur durch die großen Fortschritte welche die Sporozoenkunde im allgemeinen im Laufe der letzten Jahre machte, durch die Aufdeckung der Rolle, welche Insecten bei der Filiarose des Menschen und gewisser Thierkrankheiten spielen, endlich durch die Arbeiten anderer, welche im Sammeln und in der Beschreibung der in Frage kommenden Thiere ihre Lebensaufgabe erblickten, ist die Malariaforschung endlich zum Ziele gelangt. Es gleicht die Waffe, welche uns nunmehr die Wissenschaft gegen einen furchtbaren Feind in die Hand gegeben, einer edlen Damascenerklinge, deren Kraft auf die unscheinbaren Stahldrähte zurückzuführen ist, aus welchen sie zusammengeschweißt wurde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 40

Autor(en)/Author(s): Marenzeller Emil Edler von

Artikel/Article: Thiere im Blute des Menschen und ihre Wirkungen. 83-117