

Malaria in der Schweiz

Autor(en): **Geigy, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Acta Tropica**

Band (Jahr): **2 (1945)**

Heft 1

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-309929>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

(Aus dem Schweizerischen Tropeninstitut und der Zoologischen Anstalt
der Universität, Basel.)

Malaria in der Schweiz.

Von RUDOLF GEIGY.

Im Sommer 1944 richtete das Schweizerische Tropeninstitut im staatlichen Hilfsspital in Basel eine klinische Abteilung ein, in welcher, vom Monat Juni an bis zu Ende des Jahres, 163 an Malaria tertiana erkrankte Internierte, bzw. entwichene Kriegsgefangene gepflegt worden sind. Abgesehen von einigen wenigen Italienern, handelte es sich in der Hauptsache um jugoslawische Soldaten, welche zur Zeit ihrer Gefangenschaft in Italien, speziell in Sardinien, von Stechmücken mit *Plasmodium vivax* infiziert worden waren. Indem auf diese Weise eine größere Gruppe Malariakranker einer regelmäßigen klinischen Kontrolle unterstellt wurde, bot sich dem Tropeninstitut die Möglichkeit, mit seinen Mitarbeitern eine Reihe medizinischer, hämatologischer, serologischer und anderer Arbeiten in Angriff zu nehmen. Außerdem konnte auch der zoologisch-entomologischen Seite des Malariaproblems besondere Beachtung geschenkt werden, worüber hier berichtet werden soll ¹.

Seit den klassischen Veröffentlichungen von GRASSI (1901) und SCHAUDINN (1902), die später durch eine Reihe von Arbeiten anderer Autoren ergänzt worden sind, ist der Sporogonie-Zyklus von *Plasmodium vivax* in der Anophelesmücke gut bekannt. Es harren allerdings noch einige Punkte der weiteren Abklärung, so z. B. das Problem der Feinstruktur und des Verhaltens des Kerns im all-

¹ Die Konstituierung dieser Hospitalisationsgruppe ist vor allem ermöglicht worden durch das Entgegenkommen des Eidg. Kommandanten für Internierung und Hospitalisierung, Herrn Oberst *Probst*, des Chefarztes für Internierung, Herrn Oberst *Vuichod*, sowie des baselstädtischen Sanitätsdepartements, im besonderen des Herrn Dr. med. *T. Müller*, Stadtphysikus. Durch das unseren wissenschaftlichen Bestrebungen entgegengebrachte Interesse haben diese Instanzen zum Gelingen der Arbeit wesentlich beigetragen. Dankbar sei auch das große Verständnis und die Hilfe erwähnt, die uns die jugoslawische Gesandtschaft in Bern und das jugoslawische Konsulat in Basel bei der Betreuung ihrer Staatsangehörigen zuteil werden ließen, so daß sich der ganze Betrieb stets in bester Harmonie abwickeln konnte.

Ueber die klinischen Beobachtungen, die in dieser Periode gesammelt werden konnten, berichtet der an der Abteilung amtierende Arzt, Dr. *A. Perret-Gentil*, in *Acta Tropica*, Bd. 2, Heft 2, 1945.

gemeinen² und der Reduktionsteilung im Verlauf der Gametogenese, sowie dasjenige der Sporozoiten-Differenzierung in den Cysten. Ueber diesen mehr allgemeinen Problemen stellt sich für die Schweiz noch die besondere Frage, ob die Anophelen unseres Landes heute überhaupt noch fähig sind, Sporogonie zu entwickeln.

Malaria-Herde in der Schweiz und der Grund ihres Erlöschens.

Die heute in den subtropischen Zonen, im Mittelmeergebiet, im Balkan und in Rußland, dann auch in gewissen Gegenden Deutschlands und Hollands vorkommende Malaria tertiana hatte früher in der nördlichen Hemisphäre eine weitere Verbreitung. So berichtet RENKONEN (1944), daß noch im Jahre 1861 in Schweden bis 10 000 Malariafälle registriert werden konnten, daß sich dann aber in den darauffolgenden Jahrzehnten ein deutliches Absinken dieser Krankheitsziffer bemerkbar machte, bis schließlich zu Beginn dieses Jahrhunderts der Nullpunkt praktisch erreicht war. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in Finnland, wo die letzte größere Epidemie aus dem Jahre 1820 bekannt ist, mit 40 000 Krankheits- und 1044 Todesfällen auf eine damalige Kopfzahl von 1 177 500 Einwohnern. Auch dort erlosch die Malaria um 1905 fast gänzlich und ist seitdem kaum wieder aufgeflackert.

Für die Schweiz wissen wir, allerdings leider ohne genauere Zahlenangaben, hauptsächlich dank den Nachforschungen des bekannten Lausanner Parasitologen GALLI-VALERIO (1901, 1903, 1905), daß in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Malaria-Herde existierten in den Kantonen Genf, Waadt, Wallis und Neuenburg, dann bei Basel, St. Gallen, im Rheintal auf der Strecke Bodensee—Chur, in der Linthebene, bei Einsiedeln, im Gebiet von Thun, Interlaken und Brienz sowie um Alpnach und Flüelen, endlich am Luganer- und Langensee, speziell im Piano di Magadino und ziemlich weit aufwärts im Tessin- und Maggiatal. Es ist nun auffallend, daß, ähnlich wie in Schweden und Finnland, etwa zwischen 1870 und 1890 ein Malariaherd nach dem andern erloschen ist, obschon in den nordischen Ländern wie bei uns die Anophelesmücken immer noch in etwa gleichbleibender Dichte verbreitet waren. Das Verschwinden der Krankheit wurde von GALLI-VALERIO und von RENKONEN etwa in derselben Weise gedeutet; als mögliche Ursachen wird folgendes angeführt:

Gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts sind ziemlich zahlreiche Sanierungs- und Drainagearbeiten durchgeführt worden,

² Vgl. hiezu auch K. Schäffer in Acta Tropica, Bd. 2, S. 17—22, 1945.

die es mit sich brachten, daß größere Sumpfgebiete, Ueberschwemmungs- und Altwasserzonen längs der Flußläufe austrockneten und somit als Brutplätze für Anopheles nicht mehr in Frage kamen. Dies trifft jedenfalls zum Teil auch für frühere Malaria-gegenden zu (z. B. Wallis).

Zu derselben Zeit etwa haben sich die sanitären Einrichtungen in den menschlichen Wohnungen und die allgemeine Volkshygiene merklich gebessert. Die ärztliche Kontrolle erfaßte immer größere Teile der Bevölkerung. Bei Malariafällen setzte sich die Chinintherapie durch, wobei dieses Arznei- und Präventivmittel leichter und billiger erhältlich wurde. Dadurch erhöhte sich die Resistenz der Bevölkerung gegenüber der Malaria und verringerte sich die Ansteckungsgefahr.

Die etwa vorgebrachte Hypothese, das Klima sei im Laufe des letzten Jahrhunderts rauher und deshalb für die Entwicklung der Mücke und des Blutparasiten weniger günstig geworden, ließ sich nicht bestätigen. Es konnte im Gegenteil für mehrere Malaria-Lokalitäten festgestellt werden, daß die dort herrschenden mittleren Temperaturen vor und nach dem Erlöschen der Epidemie dieselben geblieben waren.

Als weitere Ursache für den Rückgang der Krankheit wurde die Ausbreitung der Viehzucht in unserem Lande angeführt, wodurch die ursprünglich fast ausschließlich anthropophilen Stechmücken zoophil geworden wären. Dies wohl nicht im Sinne einer absoluten und irreversiblen Instinktumstimmung, sondern vielmehr als eine Art Gelegenheits-Zoophilie, indem die Mücken in den Viehställen willkommene Unterkunft und gleichzeitig auf den Rindern ausreichende Blutnahrung finden konnten, so daß sie dadurch indirekt vom Menschen abgezogen wurden.

GALLI-VALERIO hat endlich die Vermutung ausgesprochen, daß vielleicht unsere Anophelen gegenüber *Plasmodium vivax* immun geworden seien, so daß sich der Sporogonie-Zyklus in ihrem Darm gar nicht mehr entwickeln könne. 1901 äußert er sich hiezu folgendermaßen:

«Une question importante serait celle de savoir, si ces foyers pourraient se rallumer par l'importation de cas de malaria venant de pays infectés. Pour résoudre cette question, il faudrait démontrer que les Anophèles du Canton de Vaud sont encore capables de permettre le développement, dans leur appareil digestif, de parasites de la malaria. Cette expérience, que j'avais projetée pour l'été passé, n'a pas pu être faite, pour des causes indépendantes de ma volonté, mais j'espère pouvoir la faire en Italie l'année prochaine.»

GALLI-VALERIO ist nie dazu gekommen, diesen Versuch durchzuführen. Infolge der Anwesenheit einer größeren Malariker-Gruppe in Basel war mir nun die seltene Gelegenheit geboten,

die Frage der Immunität unserer Anophelen im Sinne von GALLI-VALERIO experimentell nachzuprüfen.

*Sporogonie-Versuche an Anopheles maculipennis
und Anopheles bifurcatus.*

Die bei uns verbreitetsten Anopheles-Arten, welche in anderen Ländern als typische Sporozoiten-Ueberträger gelten, sind *Anopheles maculipennis var. typicus* und *Anopheles bifurcatus*. Ihre Verbreitung in der Schweiz ist von GALLI-VALERIO (1917) und seinen Schülern G. RÉGAMEY (1927), E. BORRANI (1937) und H. GASCHEN (1940 und 1944) und zu einem sehr bescheidenen Teil von mir selber untersucht worden. Die beigegebene Karte (Abb. 1) ist auf Grund der Angaben dieser Autoren von Herrn Dr. H. GASCHEN, einem Mitarbeiter des Schweizerischen Tropeninstituts, zusammengestellt und mir in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden; sie enthält die bisher für die beiden genannten Arten sichergestellten Fundorte. Es läßt sich daraus mit aller Deutlichkeit erkennen, daß die eingangs erwähnten ehemaligen Malariagegenden nach wie vor mückenreich sind (vgl. hierzu auch GUHL, 1944).

Im Juli 1944 ist in der Zoologischen Anstalt der Universität Basel eine kleine Anopheles-Station eingerichtet worden. Die dort gehaltenen Individuen von *Anopheles maculipennis* und *bifurcatus* stammten ausschließlich aus Fundorten bei Basel und aus den Kantonen Waadt und Wallis, die im Bereich früherer Malariaherde gelegen waren. Herr Dr. H. GASCHEN schickte uns aus der Gegend von Lausanne, Yverdon und Bex laufend frisches Material; während wir uns auch in Basel direkt solches beschafften. Die Aufzucht von Eiern und Larven wurde nur in geringem Maße betrieben. Gegen Ende Oktober machte sich bei beiden Arten, trotzdem sie im Wärmeschrank gehalten wurden, der Beginn der Winter-Diapause bemerkbar. Bei *Anopheles maculipennis* gehen offenbar alle männlichen und ein großer Teil der weiblichen Individuen zugrunde, während vereinzelte übrigbleibende befruchtete Weibchen überwintern mit halbreifen Ovarien, die im nächsten Frühjahr fertig ausreifen. Larven konnten keine gefunden werden. *Anopheles bifurcatus* dagegen verschwindet als Imago vollkommen, während die aus den zuletzt abgelegten Eiern schlüpfenden Larven das Stadium 3 oder 4 erreichen und in diesem Zustand überwintern. Sie können an bestimmten Fundorten, sogar in zugefrorenen Tümpeln oder langsam fließenden Gewässern, in wechselnder Zahl angetroffen werden.

Nach Versuchen von SAUTET (1933) in Korsika soll es durch Zugabe von Kaliumpermanganat oder Javellewasser zum Zuchtmedium möglich sein, beim überwinternden Stadium 4 von *Anopheles bifurcatus* die Verwandlung innert 10—14 Tagen (bei Zimmertemperatur) vorzeitig zu provozieren. Im Bestreben, uns für die Sporogonie-Versuche auch während der Wintermonate Imagines zu beschaffen, haben wir nach den Angaben von SAUTET bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von $+ 15^{\circ}$ C solche Provokations-Experimente angestellt, die jedoch nie zu einem positiven Resultat führten. Während Larven des Stadiums 3 auch in schwachen Dosen bald verendeten, zeigte sich das Stadium 4 bedeutend resistenter, ging aber früher oder später ohne irgendwelche Anzeichen von Metamorphose ebenfalls ein. Die Ergebnisse waren folgende:

<i>Versuche mit Javellewasser und Kaliumpermanganat an Larven von Anopheles bifurcatus aus dem Piano di Magadino.</i>				
Datum des Versuchsbeginns	Beigabe zu 300 cem Zucht-wasser	Dosis	Zahl der Versuchs-larven 4. Stadium	Endresultat
9. 1. 1945	Javellewasser	2 Tropfen	20	1.—10. Tag: 2 Larven eingegangen 11.—24. Tag: 18 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Javellewasser	5 Tropfen	20	1.—10. Tag: 2 Larven eingegangen 11.—21. Tag: 18 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Javellewasser	10 Tropfen	20	1.— 4. Tag: 1 Larve eingegangen 5.—19. Tag: 19 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Kaliumpermanganat	0,005 g	20	1.—10. Tag: 1 Larve eingegangen 11.—25. Tag: 19 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Kaliumpermanganat	0,01 g	20	1.— 7. Tag: 1 Larve eingegangen 8.—19. Tag: 19 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Kaliumpermanganat	0,02 g	20	1.—10. Tag: 1 Larve eingegangen 11.—25. Tag: 19 Larven eingegangen
9. 1. 1945	Kaliumpermanganat	0,05 g	5	1.—14. Tag: 5 Larven eingegangen

Werden Winter-Larven von *Anopheles bifurcatus* lediglich bei Zimmertemperatur gehalten, so schlüpft von Zeit zu Zeit eine Imago, jedoch sind diese Fälle allzu selten, um für eine regelmäßige Materialbeschaffung praktisch in Frage zu kommen.

Die aus der Natur, zum größten Teil aus Viehställen, ins Laboratorium eingebrachten Anophelen gingen stets ohne Zögern den Menschen an. Ihre Zoophilie scheint also in der Tat keineswegs fest verankert zu sein. Sie wurden den Kranken in kleinen, recht-

eckigen Tüllkäfigen (System ROUBAUD) aufgesetzt, und zwar vorzugsweise in den Abendstunden, wo sie im allgemeinen besser und rascher reagieren. Wenn sie sich mit Blut vollgesogen hatten, wurden die Käfige baldmöglichst in eine Temperatur von ca. 24° C gebracht, denn man weiß, daß sich die Befruchtung der Gameten im Mückendarm und die Bildung der Ookineten nur bei einer Temperatur zwischen ca. 18°—25° C vollziehen kann. Der hämatologische Dienst der Klinik konnte täglich darüber Auskunft geben, welche der Kranken reife, d. h. im Mückendarm evolutionsfähige männliche und weibliche Gametocyten im peripheren Blut aufwiesen; nur auf solche «Gametocytenträger» wurden die Mücken jeweils aufgesetzt.

Die Resultate dieser Versuche finden sich in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

<i>Sporogonie-Versuche (3. August bis 8. Dezember 1944).</i>				
		A. maculipennis	A. bifurcatus	Total
1.	Total der in den Versuchen verwendeten Mücken	69	113	182
2.	Davon einmal auf Gametocytenträger aufgesetzt (keine Infektion)	27	15	42
3.	Mehrmals auf Gametocytenträger aufgesetzt	42	98	140
4.	Davon infiziert (8,6 ⁰ / ₀)	6	6	12
5.	Ausschließlich Darmcysten	1 (L)	5 (L, Be, Y)	6
6.	Ausschließlich Speicheldrüsenbefall	2 (L, Y)		2
7.	Befall von Darm und Speicheldrüsen	3 (B, L)	1 (L)	4

B = Fundort zwischen Basel und Riehen.

Be = Fundort in einem Viehstall am Rhoneufer bei Bex.

L = Fundort in einem Viehstall der Ferme du Château de Dorigny, Vidy-Lausanne.

Y = Fundort bei Yverdon oder Yvonand.

Aus den in der Querkolonne 2 und 3 aufgeführten Ergebnissen geht hervor, daß die Infektion der Mücken anscheinend besser gelingt, wenn diese mehrmals auf Gametocytenträger aufgesetzt werden, d. h. in Abständen von 3 bis 4 Tagen vier-, fünfmal und öfter, indem bei den 42 nur einmalig verwendeten kein einziges positives Resultat erreicht wurde. Es ist an sich ohne weiteres verständlich, daß die Infektions-Chancen durch das Wiederholen der

Blutmahlzeiten auf Gametocytenträgern erhöht werden; ähnliche Beobachtungen haben vor mir schon M. CIUCA und seine Mitarbeiter (1942) gemacht bei Infektionsversuchen mit *Plasmodium falciparum* an *Anopheles maculipennis* var. *atroparvus*.

Die kürzeste Zeitspanne zwischen derjenigen Blutmahlzeit, die zur Infektion geführt haben mußte, und der Autopsie, bei der das Vorhandensein von Darmcysten festgestellt wurde, betrug 10 Tage. Diese Beobachtung stimmt im allgemeinen mit den Angaben verschiedener anderer Autoren überein. Das Heranreifen der Cysten bis zur Besiedlung der Speicheldrüsen mit Sporozoiten nahm dagegen längere Zeit, d. h. oft 20 und mehr Tage in Anspruch, obschon die Anophelen im Temperaturoptimum von 24° C gehalten wurden. Diese Verzögerung konnte in einigen Fällen direkt auf den Umstand zurückgeführt werden, daß sich die Mücken schon im Uebergang zur Winterdiapause befanden; da diese für sie entweder den Tod oder einen lethargischen Zustand mit sich bringt, ist in dieser Uebergangszeit die physiologische Aktivität trotz günstiger Temperaturen in jedem Fall heruntergesetzt, was sich auch bei den Parasiten in einer Verlangsamung ihrer Entwicklung und Ausbreitung auswirkt.

Wie ein Vergleich der Querkolonnen 5, 6 und 7 zeigt, wiesen 6 der infizierten Mücken lediglich Darmcysten auf, 4 Darm- und Speicheldrüsenbefall und 2 ausschließlich Speicheldrüseninfektion. Im letzteren Fall waren auf der Darmwand keine Cystenreste mehr zu finden, diese war völlig normal abgeheilt. In drei Fällen von Darmbefall ließ sich am Alter der Cysten einwandfrei feststellen, daß in Abständen mehrmals hintereinander Infektion stattgefunden hatte, indem sich ein- und vierkernige Cysten neben solchen mit reifen Sporozoiten befanden. Bei der Autopsie des Darmes oder der Speicheldrüse kam es vor, daß die Sporozoiten frei wurden und im Präparat sehr aktive Schängelbewegungen ausführten. Von Versuchen, den Menschen mit infektiösen Mücken zu reinfizieren, ist vorderhand ganz abgesehen worden; es besteht aber keinerlei Grund anzunehmen, daß die normal aktiven Sporozoiten hiezu nicht imstande wären.

Auf einem der am stärksten befallenen Därme (Abb. 2) konnten an die 400 Cysten gezählt werden. Die Mücken scheinen solche massive Infektionen sowie auch die Ueberschwemmung des Körpers mit Sporozoiten im allgemeinen ohne Nachteil zu ertragen. In einem einzigen Fall konnte ich feststellen, daß ein reichlicher Befall von einer deutlichen Schwächung der Mücke begleitet war, jedoch könnte dies natürlich auch andere Ursachen gehabt haben.

Aus den in den Querkolonnen 5, 6 und 7 beigegebenen Buchsta-

ben ist ersichtlich, daß Mücken aus verschiedensten schweizerischen Fundorten auf die Vivax-Gameten angesprochen haben, wodurch die Hypothese einer eventuellen Immunität hinfällig geworden ist.

Die Entwicklung der Cysten und die Besiedlung der Speicheldrüsen.

Die Autopsien der Därme und Speicheldrüsen wurden in RINGER'scher Lösung vorgenommen und das für das histologische Studium bestimmte Material unmittelbar anschließend in lebendem Zustand fixiert. Als Fixierungsflüssigkeiten wurden verwendet das alkoholische Pikrinsäuregemisch von DUBOSCQ oder die CARNOY'sche Flüssigkeit, oder ein Sublimat-Alkohol-Eisessig-Gemisch. Die $5\ \mu$ dünnen Schnitte wurden mit Hämatoxylin HEIDENHAIN gefärbt. Für das Studium der Präparate und besonders auch für die Herstellung der hier beigegebenen Mikrophotographien (Abb. 3—9 und 11) erwies sich die neue ZEISS'sche Phasenkontrast-Einrichtung als äußerst brauchbar. Sie ermöglichte es uns, die photographischen Resultate wesentlich zu verbessern³. Im ganzen genommen war das zur Verarbeitung gelangte Material nicht reichhaltig genug, um auf Grund davon eine eingehende cytologische Studie der Kern- und Plasmaverhältnisse in den Cysten sowie den Sporozoiten vorzunehmen. Ich muß mich deshalb vorderhand auf die Feststellung beschränken, daß der allgemeine Ablauf der Sporogonie, wie ich ihn verfolgen konnte, in sehr vielen Punkten mit den Beschreibungen übereinstimmt, welche sich hierüber bei GRASSI (1901), SCHAUDINN (1902) u. a. Autoren finden. Irgendein Unterschied zwischen der Evolution der Cysten bei *Anopheles maculipennis* und *Anopheles bifurcatus* konnte nicht entdeckt werden.

Es kann deshalb hier auf eine eingehende Beschreibung verzichtet werden. Die beigegebenen Abbildungen 3 bis 6 illustrieren die Entwicklung von der einkernigen zur vielkernigen Cyste, wobei in meinen Präparaten keine mitoseartigen Vorgänge beobachtet werden konnten. Mit zunehmender Kernvermehrung wächst die Cyste, ihr Inhalt wird durch auftretende Vakuolen zerklüftet, und die Kerne ordnen sich an der Peripherie der so entstehenden Plasmastränge und -lamellen linear an. Die Abbildungen 7 bis 9 zeigen die Differenzierung der Sporozoiten, die offenbar so vor sich geht, daß sich um jeden der kleinen peripheren Kerne ein

³ Der Firma Ganz & Co. in Zürich sowie unserer Mitarbeiterin Frl. Dr. K. Schäffer bin ich für fachmännischen Beistand bei der Herstellung dieser Aufnahmen zu größtem Dank verpflichtet.

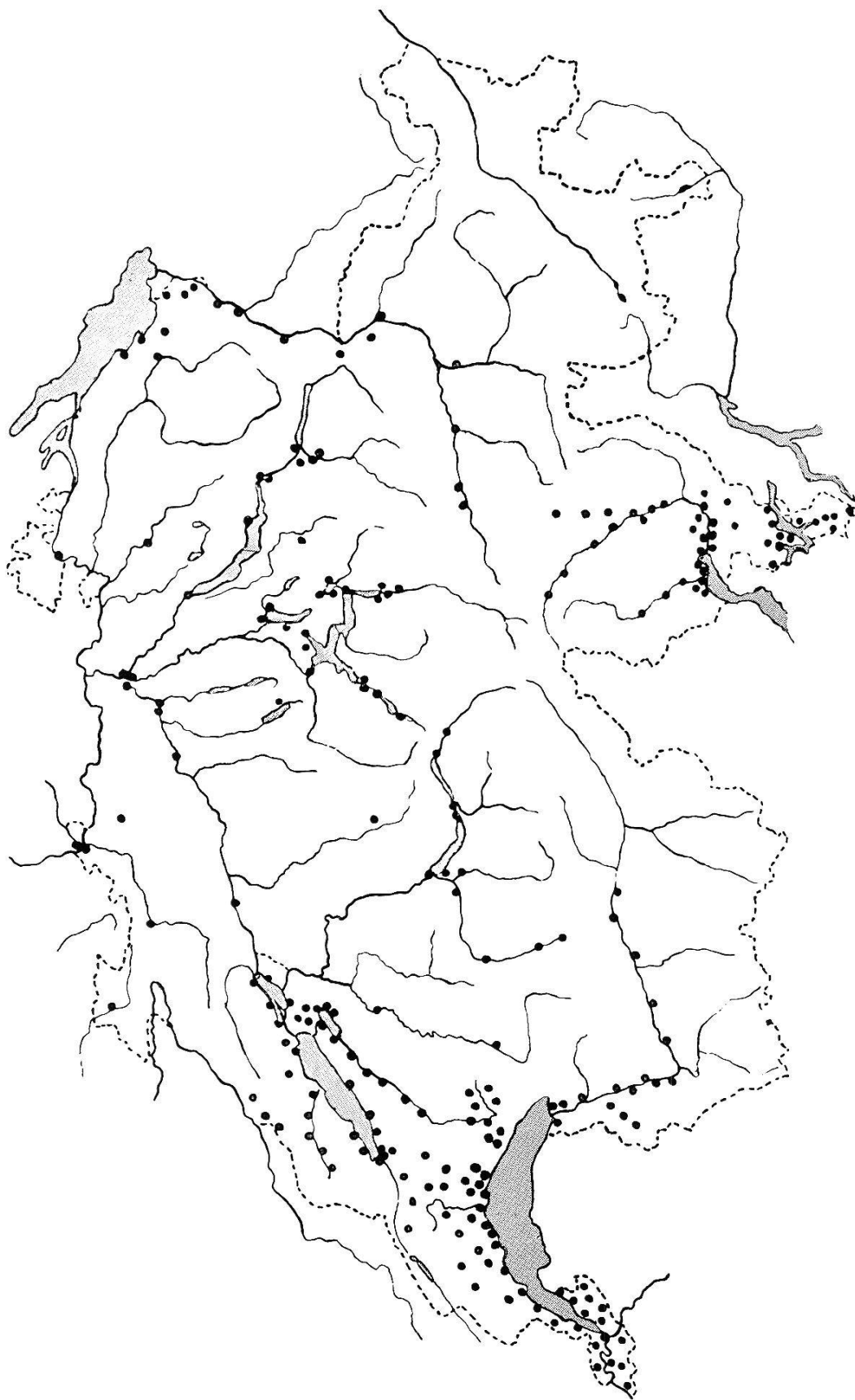


Abb. 1. Fundorte von *Anopheles maculipennis* und *Anopheles bifurcatus* in der Schweiz.
(Zusammengestellt von H. Gaschen.)

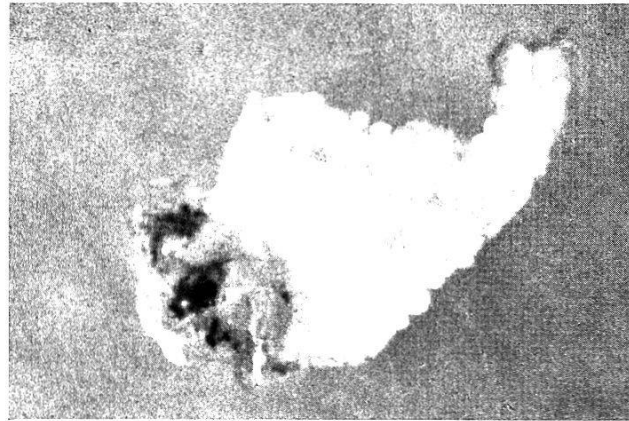


Abb. 2. *A. bifurcatus*: Fast gänzlich mit Cysten überdeckter Mitteldarm (Durchmesser der reifen Cysten ca. 35μ).

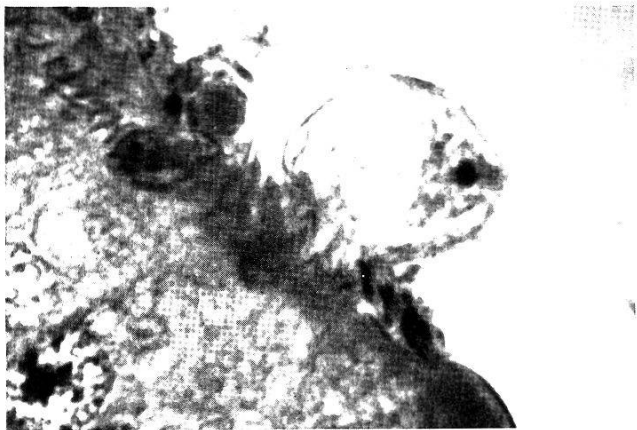


Abb. 3. *A. bifurcatus*: Junge, einkernige Cyste. (Vergr. $1150\times$.)

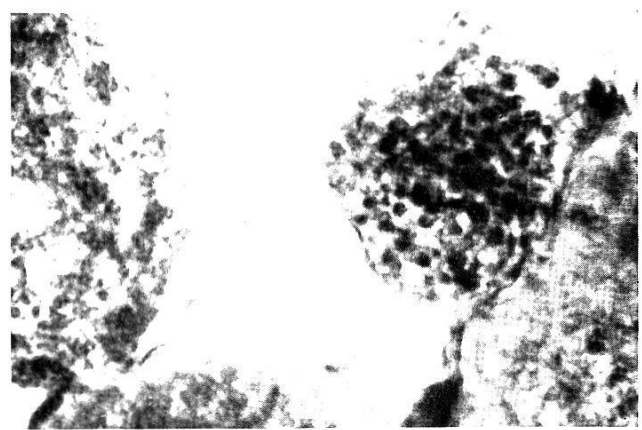


Abb. 4. *A. bifurcatus*: Mehrkernige Cyste. (Vergr. $1150\times$.)

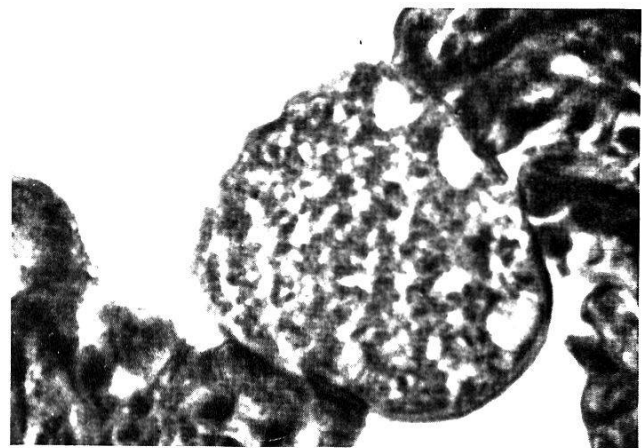


Abb. 5 und 6. *A. bifurcatus*: Heranwachsende Cysten, zunehmende Kernvermehrung, Auftreten von Vakuolen und Plasmasträngen. (Vergr. $1150\times$.)

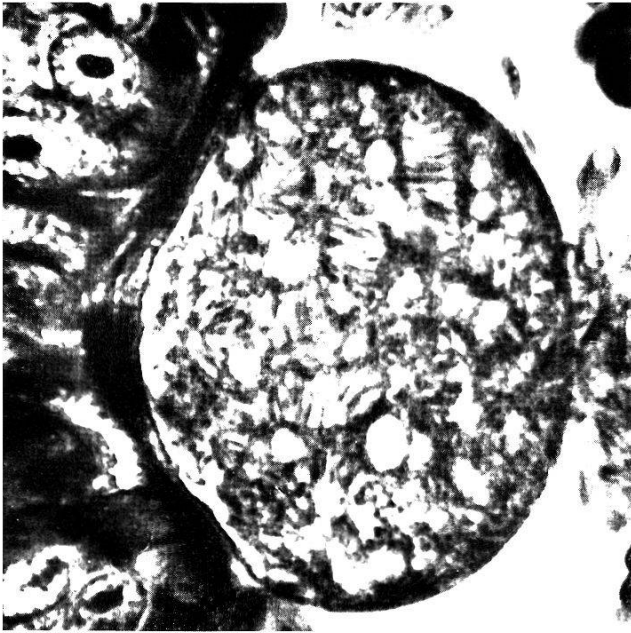


Abb. 7. *A. bifurcatus*. Sporozoitendifferenzierung (1150 \times).

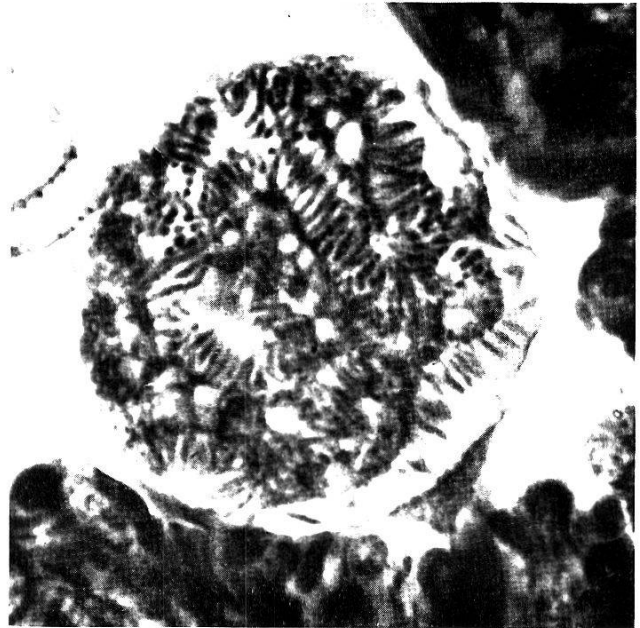


Abb. 8. *A. bifurcatus*. Ausdifferenzierte Sporozoiten (1150 \times).

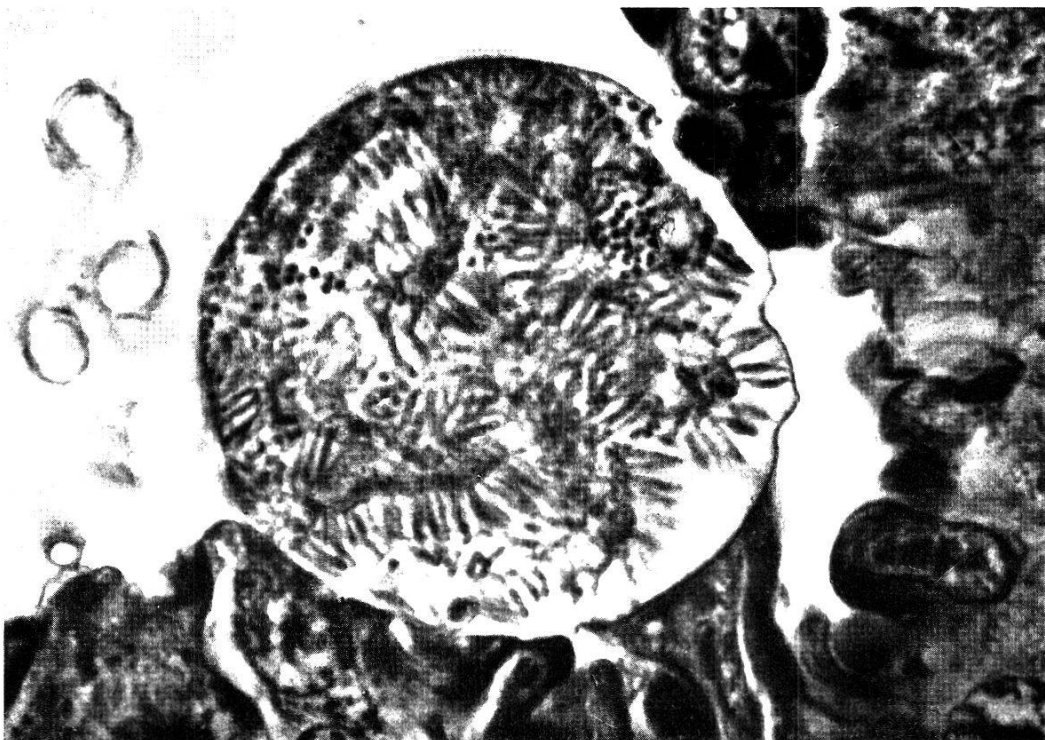


Abb. 9. *A. bifurcatus*: Reife Cyste mit ausdifferenzierten Sporozoiten. (Vergr. 1400 \times .)

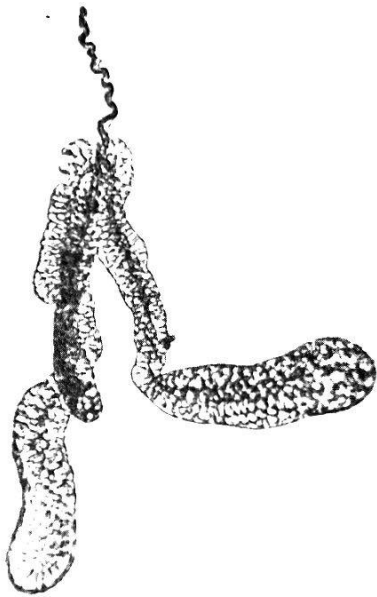
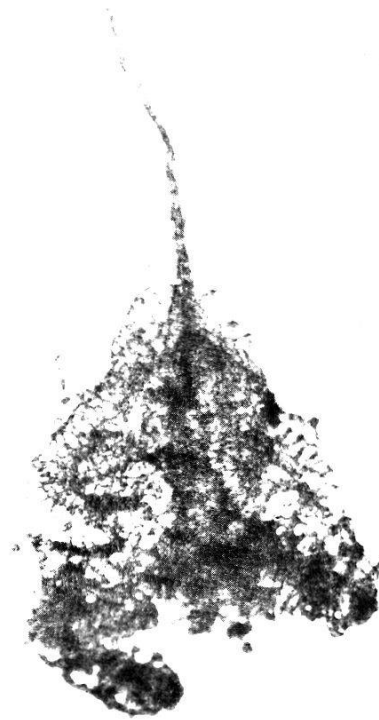
*Abb. 10 a.**Abb. 10 b.*

Abb. 10 a. Normale dreilappige Speicheldrüse von *A. maculipennis*.
Abb. 10 b. Stark infizierte Speicheldrüse von *A. maculipennis*.



Abb. 11. *A. maculipennis*: Sporozoiten in den Drüsenzellen und im Sekretkanal.
 (Vergr. 1150 \times .)

Plasma-Areal individualisiert, das allmählich die charakteristische Spindelgestalt annimmt. Jeder Sporozoit besitzt dann ein freies und ein an der Plasmalamelle verankertes Ende. Die Lamellen können beidseitig oder nur einseitig mit Sporozoiten besetzt sein. Beim Platzen der Cyste werden die Sporozoiten frei und sind dann fähig, sich selbständig fortzubewegen.

Das Aussehen der infizierten Speicheldrüse kann ziemlich variieren. Entweder sind alle drei Lappen opak, stark gequollen und lassen den Befall ohne Mühe erkennen (siehe Abb. 10 b). Oder aber die Drüsendifertikel sind kaum merklich gebläht und unterscheiden sich nur wenig von einer normalen Drüse. Um sicherzugehen, muß somit jede herauspräparierte Drüse mikroskopisch genau untersucht werden, wobei die Sporozoiten sehr wohl nur in einem der drei Schläuche sitzen können.

Schlußfolgerungen.

Die Mückenarten *Anopheles maculipennis* var. *typicus* und *Anopheles bifurcatus*, welche sich gegenwärtig in verschiedenen schweizerischen Gegenden aufhalten, wo früher Malariaherde bestanden haben, zeigen gegenüber *Plasmodium vivax* keine Immunität. Der Erreger kann auf ihrer Darmwand die typischen Cysten bilden, in denen Sporozoiten heranreifen, welche anschließend die Speicheldrüsen befallen.

Nachdem damit die Immunitäts-Hypothese dahingefallen ist, darf angenommen werden, daß die anderen von GALLI-VALERIO namhaft gemachten Faktoren vollauf genügen, um das Erlöschen der Malariaherde in der Schweiz gegen Ende des letzten Jahrhunderts zu erklären.

Was nun die Gefahr anbelangt, daß solche Herde durch irgendwelche besondere Umstände reaktiviert werden könnten, so scheint sie aus folgenden Gründen äußerst gering zu sein.

Eine *Anopheles* wird in der Schweiz nur ganz ausnahmsweise Gelegenheit haben, einen Gametocytenträger zu treffen, und selbst wenn dies der Fall wäre, würde auf Grund meiner Erfahrungen voraussichtlich eine einmalig auf ihm genossene Blutmahlzeit für die Infektion der Mücke nicht ausreichen.

Die Aussichten für Infektion verbessern sich, sobald an einem Ort größere Ansammlungen von Malarikern vorhanden sind, wie dies z. B. in einem Interniertenlager der Fall ist. Das ist auch der Grund, weshalb im letzten und in diesem Weltkrieg von den Militärbehörden mit Recht Maßnahmen ergriffen worden sind, um die Malariakranken in mückenfreie Gegenden zu dislozieren und sie möglichst in kleinere Gruppen aufzuteilen.

Aber selbst wenn solche Ansammlungen vorhanden sind, kann die Mücke nur dann zum Ueberträger werden, wenn bestimmte Temperaturbedingungen erfüllt sind. Damit die Befruchtung der Gameten und das Eindringen der Ookineten stattfinden kann, darf die Temperatur in den ersten 24 Stunden nach dem Saugakt nicht unter ca. 18° C fallen; das Optimum liegt etwa bei 24° C. In unserem Klima werden solche Temperaturen sogar in den Sommernächten selten erreicht; auf die Nachtstunden kommt es aber deshalb an, weil die Mücken ja vor allem am Abend auf Blutnahrung ausgehen, somit die darauffolgende Nacht für die Weiterentwicklung des Parasiten entscheidend ist.

In meinen Untersuchungen sind nur 9% aller Versuchsmücken nach mehrmaliger Blutmahlzeit infektiös geworden. In der freien Natur kann sich dieser Prozentsatz noch dadurch vermindern, daß die Mücken allen möglichen Gefahren ausgesetzt sind, so daß es sich leichter als bei sorgfältiger Laboratoriumspflege ereignen kann, daß sie den Tag gar nicht erleben, an dem die Sporozoitien die Speicheldrüsen besiedeln würden. Bei günstigsten Temperaturbedingungen kommt hierfür wohl frühestens der 11. Tag in Betracht. Damit also ein Malariaherd reaktiviert werden kann, braucht es als Ausgangsbedingung nicht nur eine größere Ansammlung von Gametocytenträgern und, in den auf den Saugakt folgenden 12 bis 24 Stunden, eine Temperatur um 20° C, sondern auch eine große Zahl von Anophelen.

Literatur.

- Borrani, Edoardo.* Osservazioni e ricerche sulla distribuzione dei culicidi e soprattutto delle anofeline del Cantone Ticino in relazione con gli antichi focolai malarici, 44 pp. Diss. Istituto d'igiene sperimentale e di parasitologia dell'Università di Losanna, 1937.
- Ciucà, M. A. R., L. Ballif, M. Chelarescu et A. Cristescu.* Capacité d'infection du sang des porteurs de gamétocytes de *Plasmodium falciparum* pour *Anopheles maculipennis* (v. *atroparvus*). Académie Roumaine, Bull. Section Scientifique, Tome 25, p. 96-102, Bucuresti, 1942.
- Galli-Valerio, Bruno.* Etudes relatives à la Malaria. La distribution des Anophèles dans le Canton de Vaud en relation avec les anciens foyers de malaria et contribution à l'étude de la biologie des Anophèles. Bull. Soc. Vaudoise des Sciences naturelles, Vol. 37, p. 581-609, Lausanne 1901.
- Galli-Valerio, Bruno.* Etudes relatives à la Malaria. La distribution des Anophèles dans le Canton de Valais en relation avec les anciens foyers de Malaria. Bull. Soc. Vaudoise des Sciences Naturelles, vol. 39, p. 101-113, Lausanne 1903
- Galli-Valerio, Bruno.* I Focolai malarici del Cantone Ticino, 31 pp. Bellinzona: Tipografia e Litografia cantonale. 1905.

- Galli-Valerio, Bruno.* La distribution géographique des Anophélines en Suisse au point de vue du danger de formation de foyers de malaria. Bull. du Service de l'hygiène publique, N° 39/40, 1917, p. 440-454.
- Gaschen, H.* Contribution à l'étude des anophèles en Suisse. Mémoires de la Soc. Vaudoise des Sciences naturelles, vol. 6, p. 280-304, Lausanne, 1940.
- Gaschen, H.* Moustiques et Paludisme dans le Canton de Vaud à l'heure actuelle. Bull. de la Soc. Vaudoise des Sciences naturelles, vol. 62, p. 379-390, Lausanne, 1944.
- Gaschen, H., et N. Bichara.* Les stations anophéliennes dans le Canton de Vaud. Bull. de la Soc. Vaudoise des Sciences naturelles, vol. 62, p. 391-394, Lausanne, 1944.
- Grassi, Battista.* Die Malaria. Studien eines Zoologen. 2. Aufl. — Jena: Gustav Fischer, 1901.
- Guhl, Rudolf.* Ueber die Möglichkeit der Malariaverbreitung durch Plasmodienträger in der Schweiz. Vierteljahresschrift für Schweizerische Sanitätsoffiziere, Jg. 21, Nr. 4, S. 180—189; Basel, 1944.
- Perret-Gentil, A.* L'observation des réfugiés malariens dans le service clinique et le laboratoire de l'Institut Tropical Suisse. Acta Tropica, Bd. II, Heft 2; Basel, 1945.
- Régamey, Gustave.* Etudes relatives à la Malaria, La distribution des Anophèles dans le Canton de Genève en relation avec les anciens foyers de Malaria. 108 pp. Thèse, faculté des sciences, Lausanne, 1927.
- Renkonen, K. O.* Ueber das Vorkommen von Malaria in Finnland. Acta Medica Scandinavica, vol. 119, S. 261—275. Stockholm, 1944.
- Sautet, Jacques.* La diapause hibernale des larves d'*Anopheles bifurcatus*. Ann. de Parasitologie, vol. 11, p. 161-172. Paris, 1933.
- Schäffer, K.* Plasmodium vivax und die Feulgensche Nuklealreaktion. Acta Tropica, Bd. II, S. 17—22; Basel, 1945.
- Schaudinn, Fritz.* Studien über krankheitserregende Protozoen. II. *Plasmodium vivax* (Grassi u. Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. 19, S. 169—250, Berlin, 1902.

Résumé.

L'hospitalisation dans la section clinique de l'Institut Tropical suisse d'un groupe de 163 internés atteints de malaria tertiana a permis de faire, pour la première fois en Suisse, des recherches de sporogonie. Il en résulte que les espèces *Anopheles maculipennis* var. *typicus* et *Anopheles bifurcatus*, vivant actuellement dans des régions d'anciens foyers de malaria, n'ont acquis aucune immunité vis-à-vis du *Plasmodium vivax*, mais sont parfaitement capables de développer une sporogonie typique avec cystes intestinaux et infection des glandes salivaires. La réinfection de l'homme n'a pas été tentée.

Malgré que cette constatation anéantit l'hypothèse d'une immunité éventuelle, la réactivation d'un foyer de malaria en Suisse semble toutefois très peu probable ; car les résultats expérimentaux montrent qu'il faudrait pour cela un concours de circonstances extraordinaire qui ne risque guère de se produire.

Summary.

The hospitalization, in the clinical section of the Swiss Tropical Institute, of a group of 163 interneers suffering from malaria tertiana has enabled us to make, for the first time in Switzerland, sporogonic tests. The results showed, that the species of *anopheles maculipennis* var. *typicus* and *anopheles bifurcatus*, existing actually in the regions of former malaria-seats, have acquired no immunity from the *plasmodium vivax*, but are quite capable of developing a typical sporogony with intestinal cysts and infection of the salivary-glands. The reinfection of man has not been attempted.

Although this ascertainment destroys the hypothesis of an eventual immunity, the recurrence of a malaria-seat in Switzerland is not probable; as the experimental results show that for this to happen it would need a concurrence of extraordinary circumstances, which are hardly likely to occur.
