Zeitschrift: Acta Tropica

Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)

Band: 13 (1956)

Heft: 1

Artikel: Malaria in tiefer und mittlerer Höhenlage : Untersuchungen in endemischen Gebieten Tanganyikas

Autor: Freyvogel, Thierry

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-310601

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweizerisches Tropeninstitut, Basel.

Malaria in tiefer und mittlerer Höhenlage.

Untersuchungen in endemischen Gebieten Tanganyikas.

Von THIERRY FREYVOGEL.

INHALT

I Einleitung 58
II Die Höhenanpassung des erythrocytären Systems junger Schwarzer 62
III Malariologische Erhebungen in Ifakara und Kwiro 67
IV Diskussion 75
V Literatur 80
VI. Zusammenfassung 80

I. *Einleitung.*

In den Monaten Juni bis September des Jahres 1954 bot sich uns die willkommene Gelegenheit, an einem Forschungsaufenthalt des Schweiz. Tropeninstituts unter der Leitung seines Vorstehers, Herrn Prof. Dr. RUD. GEIGY, in Tanganyika (Ostafrika) teilzunehmen. Dieses Unternehmen ist ermöglicht worden durch namhafte Unterstützungen von seiten der «Fritz Hoffmann-La Roche-Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Arbeitsgemeinschaften in der Schweiz». In den Dörfern Ifakara und Kwiro im Ulanga-Distrikt ergab sich die Möglichkeit, mit Hilfe der Kartotheken der dortigen Krankenhäuser vergleichende Erhebungen über die Malaria-Situation der eingeborenen Bevölkerung im Tal und in der Höhe anzustellen. Zum besseren Verständnis sei zunächst einiges über Lage und Bewohner wie auch über die Anophelen und Plasmodien unseres Arbeitsgebietes vorausgeschickt.

Ifakara (233 m ü. M.) liegt in einem ebenen, fruchtbaren Tal, nahe der Einmündung des Rumemo in den Kilombero. Während und einige Monate nach der großen Regenzeit, welche normalerweise von Februar bis Mai dauert, sind weite Teile der Gegend versumpft. Mit Anbruch der Trockenperiode verdunstet das Wasser nach und nach, wobei die Anophelen je nach Art bald früher, bald später die günstigsten Brutbedingungen vorfinden. Nach PHIPPS (1951 [8])[1] lösen sich *A. gambiae, A. funestus, A. coustani* und wiederum *A. gambiae* in der gegebenen Reihenfolge ab; Beobachtungen, die sich auch für Ifakara zu bestätigen scheinen. Daneben wurden von uns im Monat Juli noch Exemplare von *A. pharoensis, A. squamosus, A. pretoriensis* und *A. garnhami garnhami* festgestellt.

[1] Wir möchten an dieser Stelle dem Autor, den aufzusuchen wir in Morogoro Gelegenheit hatten, für das Nachprüfen unserer eigenen Anophelen-Bestimmungen unsern herzlichen Dank abstatten.

Kwiro (1000 m ü. M.) liegt rund 50 km südlich Ifakara auf dem das Kilombero-Tal südlich begrenzenden Gebirgsmassiv. Entsprechend der Lage auf einer Terrasse am Bergeshang werden in Kwiro nur kleinere Gebiete zeitweilig überschwemmt. Hingegen fließen zahlreiche klare Bergbäche das ganze Jahr. An vielen Stellen werden sie zur Bewässerung in die Felder abgeleitet. So wie auch natürlicherweise bilden sich häufig Stellen, an denen das Wasser zwar stetig erneuert wird, aber nur langsam fließt. Selbst während der kältesten Jahreszeit (Juli—August), in der kurz vor Sonnenaufgang die Temperatur der Außenluft jeweils bis 14° C sank, konnten an solchen Orten mühelos Anopheles-Larven gefunden werden. Ihre weitere Bestimmung unterblieb; es kann aber, wie aus den statistischen Resultaten hervorgeht, kein Zweifel darüber aufkommen, daß es sich um gut übertragende Arten handelt.

Die *schwarze Bevölkerung Ifakaras* und seiner näheren Umgebung (für ausführlichere ethnographische Angaben über den Ulanga-Distrikt sei auf die Arbeiten von GEIGY und HÖLTKER [1951, 5] und von P. ANASTAS BRANTSCHEN [1953, 1] verwiesen) gehört zu einem großen Teil dem Stamm der Wambunga an, doch werden hier auch häufig Wandamba und Wapogoro getroffen. Daneben finden sich zahlreiche Inder als Krämer und Kaufleute. Der Anteil der weißen Rasse beschränkt sich auf den Arzt und die Missionare. Die Eingeborenen führen oft weite Wanderungen in entferntere Gebiete aus, doch ist die überwiegende Mehrzahl am Orte ansässig. Die Beschäftigung der Männer besteht vornehmlich aus Ackerbau, Fischerei und Jagd, diejenige der Frauen aus Feld- und Hausarbeiten. Ein gewisser Prozentsatz der Männer findet bei Indern und Weißen Anstellung als Bureau-Gehilfen, Handwerker, Hausboys und Handlanger.

Die Eingeborenen bewohnen entweder einfach gebaute Lehm- und Strohhütten oder neuerdings Backsteinhäuser. Sie schlafen auf geflochtenen Matten am Boden oder auf Bettstellen, in der Regel ohne Moskitonetz. Wo solche vorhanden sind, weisen sie meist zahlreiche Löcher auf. Frauen und Säuglinge, oft bis zu einem Alter von drei bis fünf Jahren, leben ständig zusammen. Tagsüber werden diese Kinder von ihrer Mutter oder Amme rittlings auf der Hüfte mitgetragen, nachts schlafen sie mit dieser unter derselben Decke. Dieses Zusammenleben kann so weit gehen, daß, wenn ein jähriger Säugling im Spital das Bett hüten muß, die Mutter sich mit ihm niederlegt.

Die *Bevölkerung Kwiros* besteht fast ausschließlich aus Wapogoro. In Mahenge, dem benachbarten Distrikts-Hauptort, finden sich nur wenige Inder, dagegen verhältnismäßig zahlreiche englische Regierungsbeamte. Die Lebensweise der Eingeborenen weicht

von derjenigen in Ifakara kaum ab. Von einer gewissen Bedeutung für das Folgende ist aber, daß ungefähr der dritte Teil der Frauen — und mit ihnen Säuglinge und Kleinkinder — jährlich im Mai und Juni für 14 Tage bis 4 Wochen ins Tal wandern, wo sie die Ernte ihrer Reisfelder einbringen.

Das Zentrum der Krankenpflege für weite Gebiete des Kilombero-Tales stellt das Missions-Spital in Ifakara dar. Zurzeit wird es von Herrn Dr. K. SCHÖPF geleitet, dem geschultes weißes Personal beisteht. Für Kwiro bildet die Poliklinik der Mission, die seit vielen Jahren von Frau Dr. A. SCHUSTER geleitet wird, den Mittelpunkt der medizinischen und hygienischen Tätigkeit. Nach beiden Orten unternehmen die Eingeborenen oft stundenlange Fußmärsche, selbst um sich nur ambulant behandeln zu lassen.

Ifakara wie Kwiro liegen beide in endemischem — wahrscheinlich holoendemischem — Malaria-Gebiet. An beiden Orten findet man alle vier menschlichen Plasmodien-Arten. Abgesehen von den reinen Infektionen kommen — vielleicht noch häufiger — Mischinfektionen vor. Folgende Kombinationen wurden vom Juni bis September 1954 gefunden:

dreifache Infektionen

P. falciparum	— *P. malariae*	— *P. vivax*	Ifakara
P. falciparum	— *P. malariae*	— *P. ovale*	Kwiro

zweifache Infektionen

P. falciparum	— *P. malariae*	Ifakara, Kwiro
P. falciparum	— *P. vivax*	Ifakara, Kwiro
P. malariae	— *P. ovale*	Ifakara
P. malariae	— *P. vivax*	Ifakara, Kwiro

Von den total sechs möglichen Kombinationen bei zweifacher Infektion konnten in der Beobachtungszeit also bloß zwei, beide mit *P. ovale,* nicht festgestellt werden.

Die vorliegende Arbeit stellt einen weiteren Beitrag einer Forschergruppe des Schweiz. Tropeninstituts dar, die sich seit 1951 mit Fragen der Wirkung des Höhenklimas auf die Malaria befaßt. Sie schließt unmittelbar an eine Reihe von Untersuchungen experimenteller Art an, welche mit *Plasmodium gallinaceum* BRUMPT am juvenilen Huhn durchgeführt worden sind (GEIGY und FREYVOGEL [1954, 4] und FREYVOGEL [1956, 3]). Für die Anordnung dieser Versuche und deren Ergebnisse wie auch für Fragen der allgemeinen Problemstellung sei deshalb ausdrücklich auf jene Publikationen verwiesen.

Wir möchten gleich schon an dieser Stelle auf die Schwierig-

keiten aufmerksam machen, welchen man bei einem allfälligen Vergleich der vorliegenden mit den vorerwähnten Arbeiten begegnet. Mensch und Vogel sind an sich schon stark voneinander verschiedene Organismen mit teilweise sehr abweichendem physiologischem Verhalten. Hinzu kommt, daß ausschließlich mit *jungen* Hühnern gearbeitet wurde, deren postembryonale Entwicklung keineswegs beendet war, deren Leber also noch im Dienste der Dotterresorption stand. Über den Zustand der dem reticulo-endothelialen System (RES) zugeordneten Zellen in dieser Wachstumsperiode ist nichts Näheres bekannt. Im Gegensatz hierzu wurden in Tanganyika Menschen verschiedenen Alters berücksichtigt. Doch selbst die Säuglinge können in diesem Punkt den Kücken nicht verglichen werden, da kein Dotter aufzunehmen ist und infolgedessen der Baustoffwechsel der Leber auch in der Wachstumsperiode ein anderer ist.

Ferner ist dem Umstand Rechnung zu tragen, daß die exoerythrocytären Stadien des *P. gallinaceum* nur die Zellen besiedeln, welche als zum RES gehörig betrachtet werden, während diejenigen der menschlichen Plasmodien-Arten im eigentlichen Leber-Parenchym getroffen werden. Diese Tatsache könnte um so mehr Bedeutung haben, als in der oben erwähnten früheren Arbeit vermutet worden ist, daß die Abwehrfähigkeit des Wirtes durch das Höhenklima ganz besonders gegenüber den präerythrocytären Stadien gesteigert werde. Für den Fall der Hühnchen könnte dies also eine Aktivierung des RES bedeuten.

Fragestellung. Nachdem seit v. NEERGARD (1920) bekannt ist, daß sich ein Aufenthalt in einem Alpenkurort bei Malaria-Kranken weißer Rasse günstig auswirkt, erhob sich die Frage, ob ähnliches auch in endemischen Gebieten Afrikas, an weißen und besonders an schwarzen Patienten festgestellt werden kann.

Die vorangegangenen experimentellen Untersuchungen an Kükken legten es nahe, einen Einfluß des Höhenklimas besonders auf die exoerythrocytären Formen, eventuell über das RES zu vermuten. Es interessiert uns, zu erfahren, ob trotz der aufgewiesenen Unterschiede der zwei verglichenen Wirte Mensch und Huhn und derjenigen ihrer Malaria-Erreger zwischen den beiden gewisse Parallelen zu finden sind.

Der erste Vergleich, welcher einerseits Schweizer Alpengebiet afrikanischem Gebirgsland, anderseits Menschen weißer Rasse solchen schwarzer Farbe gegenüberstellt, geht von Resultaten aus, die an Patienten mit chronischer Malaria gewonnen worden waren. Der zweite Vergleich — Mensch/Huhn — beruht auf Ergebnissen mit akuter Malaria. Wiewohl die Unterscheidung der akuten von der chronischen Form in nichtexperimentellen Untersuchungen auf

Schwierigkeiten stößt, soll auch die Frage nach der Beeinflussung dieser beiden Fälle durch das Höhenklima nach Möglichkeit beachtet werden.

Ferner wurden Blutbestimmungen ausgeführt, welche zeigen sollten, ob der menschliche Organismus auf einer Höhenlage von nur 1000 m ü. M. bereits den typischen Höhenklima-Einwirkungen unterworfen ist.

Die vorliegende Arbeit wurde ermöglicht durch die «Fritz Hoffmann-La Roche-Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Arbeitsgemeinschaften in der Schweiz». Ich möchte dieser Stiftung hiemit für ihre großzügige Hilfe meinen angelegentlichsten Dank abstatten. Es liegt mir daran, Herrn Prof. Dr. RUD. GEIGY, der mir die Teilnahme am Forschungsaufenthalt in Tanganyika ermöglicht hat, dafür wie für seine stete Anteilnahme an den Untersuchungen auch an dieser Stelle besonders herzlich zu danken. Herrn Prof. Dr. H. MOOSER (Zürich) sei für seine geschätzte Beratung bei der statistischen Beurteilung der gewonnenen Daten, Herrn Prof. Dr. A. PORTMANN für seine wertvollen Ratschläge und das große Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte, ebenfalls auf das beste gedankt.

In Tanganyika wäre das Arbeiten nicht möglich gewesen ohne die überragende Gastfreundschaft der Schweizer Kapuziner. In erster Linie kommt unsere Dankbarkeit S. E. dem Hochwst. Herrn Erzbischof EDGAR MARANTA (Dar-es-Salaam) zu. Ein herzliches «Vergelt's Gott» aber auch allen Patres, Brüdern und Schwestern, die unsere Forschungen in jeder erdenklichen Art förderten. Unser Dank gebührt ferner den Missionsärzten Frau Dr. A. SCHUSTER, Leiterin der Poliklinik Kwiro, und Herrn Dr. K. SCHÖPF, Vorsteher des Spitals in Ifakara; nur mit ihrer Einwilligung und tatkräftigen Hilfe konnten die zahlreichen Befunde über eingeborene Malariapatienten erhoben werden. Schließlich sei noch den englischen Amtsstellen, insbesondere dem Distrikts-Arzt, Herrn Dr. BUTTLER, für ihr verständnisvolles Entgegenkommen bestens gedankt.

II. *Die Höhenanpassung des erythrocytären Systems junger Schwarzer in Kwiro (1000 m ü. M.).*

Die im folgenden ausgeführten Bestimmungen wurden durchgeführt, um einen Hinweis darauf zu gewinnen, ob die klimatischen Faktoren, wie sie auf 1000 m vorherrschen, den menschlichen Organismus — in unserm Falle schwarzer Rasse — schon in meßbarer Weise zu beeinflussen vermögen. Als *Talnorm* für Erythrocyten-Zahl (EZ), Hämoglobin (Hb) und Färbeindex (FI) nehmen wir den Durchschnitt sämtlicher Bestimmungen, die an drei auf-

einanderfolgenden Tagen an 9 Schülern im Alter von 15 bis 20 Jahren in Ifakara (233 m ü. M.) ausgeführt wurden. Tab. 1 enthält die erhaltenen Einzel- und Durchschnittswerte; sie gibt zugleich einen Anhaltspunkt über die normal auftretenden täglichen Schwankungen sowie hauptsächlich über die üblicherweise vorkommenden Bestimmungsfehler. Aus den drei Tagesdurchschnitten wird ersichtlich, daß die geringfügigen individuellen Schwankungen untereinander unabhängig zustande kommen, wogegen diejenigen in Kwiro offensichtlich auf gemeinsame äußere Einflüsse zurückzuführen sind.

TABELLE 1.

Bestimmungen von EZ, Hb, FI in Ifakara (233 m ü. M.) an drei aufeinanderfolgenden Tagen.

Schüler		Alter Jahre	31. August			1. September			2. September		
			EZ	Hb %	FI	EZ	Hb %	FI	EZ	Hb %	FI
1	J. J.	15	5,28	81	0,78	5,49	78	0,70	5,00	77	0,77
2	F. S.	16	4,87	78	0,80	4,88	81	0,83	4,78	80	0,84
3	G. R.	16	4,46	80	0,90	4,57	72	0,79	4,06	74	0,91
4	S. S.	16	3,58	67	0,94	4,07	69	0,85	3,72	68	0,91
5	C. A.	17	4,87	61	0,63	4,65	56	0,60	5,10	55	0,54
6	C. M.	17	4,72	58	0,61	4,64	61	0,66	5,05	63	0,62
7	S. A.	17	4,24	87	1,03	4,45	90	1,01	4,65	88	0,95
8	K. T.	19	4,92	80	0,81	4,80	80	0,83	4,98	79	0,79
9	O. L.	20	4,68	96	1,02	5,41	99	0,91	4,72	97	1,03
Tagesdurchschnitt:			4,63	76,5	0,83	4,77	76,3	0,80	4,73	75,8	0,81
Durchschnitt sämtlicher Bestimmungen: EZ 4,71, Hb% 76,2, FI 0,81.											

In *Kwiro* (1000 m ü. M.) wurden EZ, Hb und FI von 9 Schülern ermittelt, die gleichen Alters waren wie diejenigen, die sich später in Ifakara zur Ermittlung der «Talnorm» zur Verfügung stellten. Alle neun Personen kehrten nach zwei Monaten Ferien, die sie bei ihren Eltern und Verwandten in verschiedenen Tal-Ortschaften verbracht hatten, am 31. Juli zur Schule in Kwiro zurück. Die Rückreise erfolgte in Lastwagen, so daß der Höhenunterschied von rund 700 m in annähernd zwei Stunden bewältigt wurde. Genauere Angaben über die einzelnen finden sich nachfolgend aufgezeichnet:

	Schüler	Alter	Ferienort	ungefähre Höhenlage
1	O. A.	15	Mofu	250 m
2	R. L.	16	Mofu	250 m
3	K. V.	16	Mpanga	250 m
4	M. W.	16	Ifakara	233 m
5	P. P.	17	Itete	400 m

	Schüler	Alter	Ferienort	ungefähre Höhenlage
6	N. M.	17	Mofu	250 m
7	M. C.	17	Sofi	300 m
8	A. I.	19	Mtimbira	400 m
9	R. V.	20	Mtimbira	400 m

Mit Ausnahme von P. P. (Nr. 5), der am 31. 7. im Verlaufe des Nachmittags eintraf und dem gleich nach Ankunft die erste Blutprobe entnommen wurde, konnte mit den Bestimmungen bei den übrigen 8 Schülern erst am folgenden Tag begonnen werden, da sie erst nach Anbruch der Dunkelheit in Kwiro anlangten. Im Gegensatz zu den entsprechenden Untersuchungen bei den Kücken konnten hier die Blutproben an allen Untersuchungstagen jeder beteiligten Person genommen werden, so daß wir individuelle Kurven aufzuzeichnen imstande sind.

Besprechung der Kurven. Obwohl die individuellen Unterschiede zum Teil recht beträchtliche sind und die Kurven in gewissen Zeitabschnitten in einander gerade entgegengesetztem Sinn verlaufen, können wir doch zwanglos einige allgemeine Züge feststellen.

EZ: Als erstes nimmt die EZ ab. Dieser Vorgang kann bei den einzelnen Personen verschieden lange anhalten. In zwei Fällen ist er schon am ersten Tag vollzogen, in andern dauert er bis zum dritten Tag. Daran schließt sich — meist am 4. Tag — eine oft starke Zunahme der Blutkörperchen an, die aber schon am nächsten Tag weitgehend rückgängig gemacht wird. Im weiteren sehen wir einen bei den einzelnen Individuen verschieden verlaufenden Anstieg der EZ zum 14. Tag, dem zum 17. Tag hin wiederum eine Tendenz zum Abfall folgt.

Hb: Die Hb-Kurven zeigen eine gewisse Übereinstimmung mit denjenigen der EZ: zunächst eine deutliche Abnahme, um den 4. Tag eine kurzfristige starke Zunahme und im folgenden einen verschiedenen Schwankungen unterworfenen, länger währenden und bedeutenderen Anstieg.

FI: Anhand der FI-Kurven wird klar, daß die Veränderungen des Hb-Gehalts, die bei oberflächlicher Betrachtung mit denjenigen der EZ parallel zu verlaufen scheinen, von diesen doch wesentlich verschieden sind. Denn von den 9 FI-Kurven zeigen 6 anfänglich einen deutlichen, wenn auch nur kurzfristigen Anstieg. Die Betrachtung der Kurve 5 (P. P.) läßt erwarten, daß eine initiale Steigerung des FI auch bei den Kurven 4, 6, 7 hätte beobachtet werden können, wäre mit den Messungen einen Tag früher begonnen worden. Zum dritten Tag fallen die Kurven meist stark ab, steigen aber in den nächsten Tagen, teilweise unter starken Schwankungen, wieder an. In der folgenden Zeit halten die Schwankungen in

vermindertem Maße an, liegen aber bei den einzelnen Individuen zeitlich zu verschieden, als daß hiefür ohne weiteres eine allgemeine Gesetzmäßigkeit gefunden werden könnte.

Diskussion. Um die Frage zu prüfen, ob es sich bei den vorliegenden Veränderungen des erythrocytären Systems um dieselben Vorgänge handelt, wie sie für den Menschen weißer Rasse auf einer Höhe von 3457 m ü. M. von VERZÁR und VÖGTLI festgestellt und wie ich sie in ähnlicher Weise für das juvenile Huhn beschrieben habe (FREYVOGEL [3]), benützen wir der Einfachheit und der besseren Übersichtlichkeit halber Durchschnittskurven. Hiezu wurden die Einzelwerte eines Tages zusammengerechnet und durch die Anzahl der ausgeführten Bestimmungen dividiert.

Die Durchschnittskurven für EZ und Hb entsprechen gut dem Bild, das man bei der Betrachtung der Einzelkurven erhält. Bei der Durchschnittskurve des FI kommt lediglich der kurzfristige anfängliche Anstieg nicht zur Geltung. Im übrigen entspricht auch diese Kurve dem Eindruck, den die Einzelkurven vermitteln. Man sieht, daß die erste Reaktion des erythrocytären Systems auf den Höhenunterschied in einem Abbau von Blutkörperchen besteht. Die Einzelkurven zeigen, daß mit diesem Abbau in vielen Fällen eine Erhöhung des FI einhergeht, d. h. daß die Abnahme des Hb-Gehalts der Verminderung der EZ nicht entspricht. Wir müssen daraus mit VERZÁR und VÖGTLI schließen, daß zu gleicher Zeit des Abbaus alter bereits neue Erythrocyten mit mehr Hb produziert und ausgeschüttet werden. Die Gleichartigkeit dieses Resultates mit demjenigen der beiden genannten Autoren wird noch verdeutlicht, wenn wir in die vorliegenden Kurven am Reisetag (0. Tag) die als «Talnorm» bezeichneten Durchschnittswerte aus Ifakara eintragen. Auf diese Weise wird das zeitliche Zusammenfallen der Verminderung der EZ mit der Erhöhung des Hb-Gehalts und somit auch des FI augenfällig gemacht.

Am 2. Tag nehmen EZ zu, Hb und demzufolge auch FI aber ab. Es gelangen also Blutkörperchen mit weniger Hb in den peripheren Blutkreislauf. Dabei dürfte es sich um das Ausschütten von Blutdepots handeln, ein Vorgang, der vielleicht ebenso wie die Neuproduktion Hb-reicherer Erythrocyten durch den anfänglichen Abbau von Blutkörperchen hervorgerufen wird. Am nachfolgenden Tag nimmt die EZ weiterhin zu, ebenso der Hb-Gehalt und der FI. Die Neubildung Hb-reicherer Erythrocyten hat voll eingesetzt. Am 4. Tag nimmt die EZ wieder ab, der FI steigt aber weiter. Möglich wäre, daß ein Teil der Hb-armen Blutkörperchen aus den Depots wieder zurückgezogen wird.

Am 14. Tag erreichen EZ und Hb während der 17tägigen Untersuchungszeit ihre Höchstwerte. Der vorangehende Anstieg verläuft

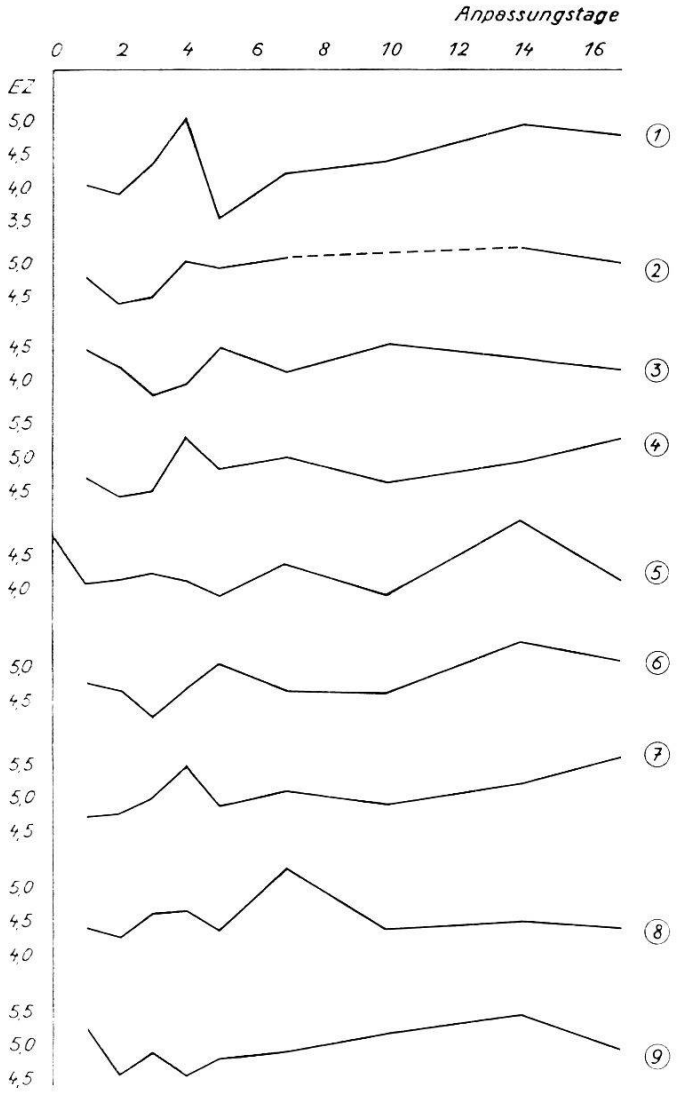

Abb. 1.

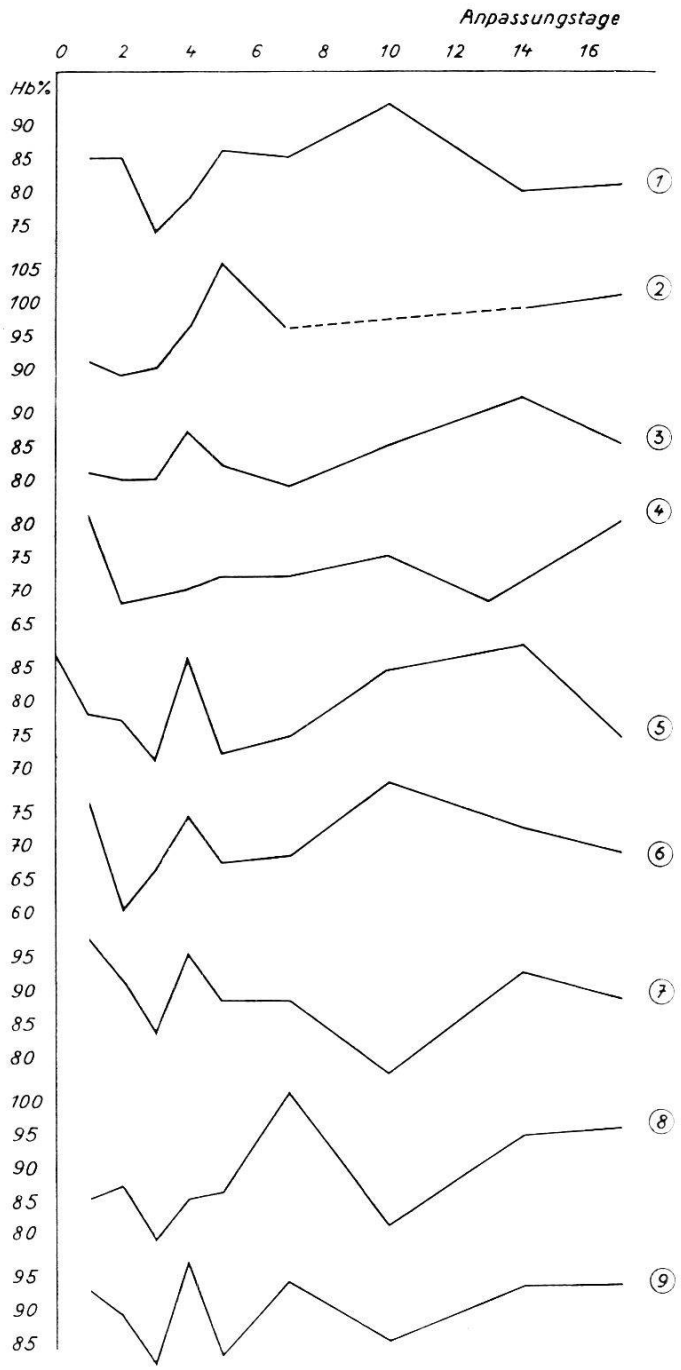

Abb. 2.

Abb. 1. Die Veränderungen der EZ bei jungen Schwarzen nach Ankunft in Kwiro (1000 m ü. M.).

Abb. 2. Die Veränderungen des Hb bei jungen Schwarzen nach Ankunft in Kwiro.

aber nur mehr oder weniger gleichmäßig; es scheint, daß Abbau und Neubildung von Erythrocyten wie auch die Ausgabe von Reserven sich nach bestimmten Gesetzen ablösen und daß gleichsam mit stets geringer werdenden Schwankungen ein neues Gleichgewicht angestrebt wird.

Zum Schluß darf wohl gesagt werden, daß

— das erythrocytäre System von Menschen schwarzer Rasse auf Höhenunterschiede in derselben Weise wie dasjenige von Menschen weißer Rasse reagiert.

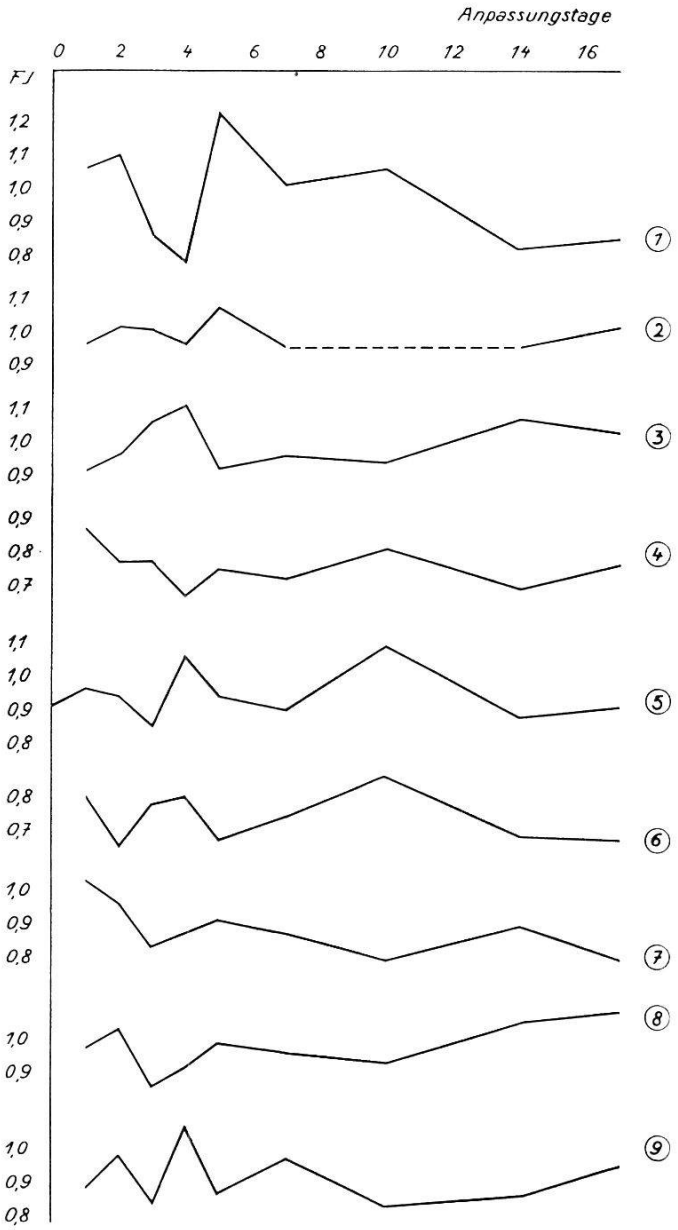

Abb. 3.

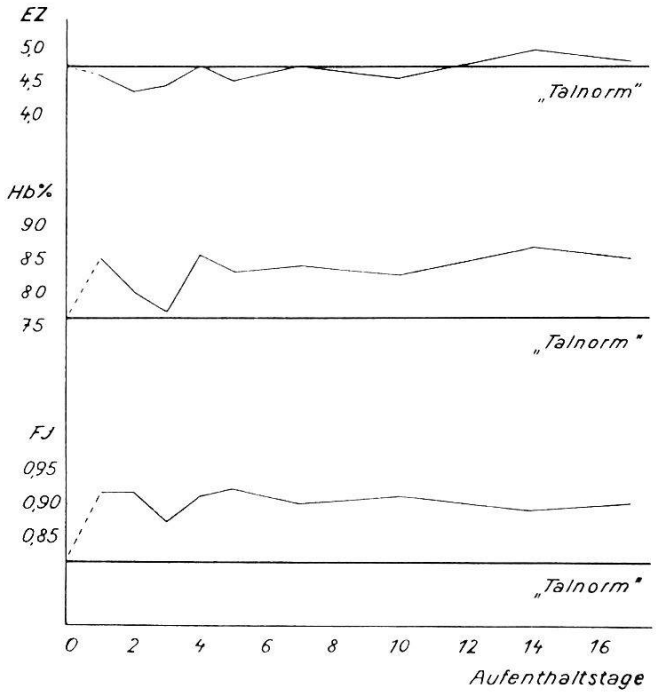

Abb. 4.

Abb. 3. Die Veränderungen des FI bei jungen Schwarzen nach Ankunft in Kwiro.

Abb. 4. Die initialen Veränderungen des erythrocytären Systems in Kwiro (1000 m ü. M.). Durchschnitt von 9 Personen.

der geringe Höhenunterschied von 300 m auf 1000 m diese Reaktionen bereits auszulösen vermag und

infolgedessen — im Hinblick auf die Wirkung des Höhenklimas auf die Malaria — anzunehmen ist, daß in Kwiro der Organismus auch anderen höhenspezifischen Einwirkungen unterliegt.

III. *Malariologische Erhebungen in Ifakara und Kwiro.*

Abgesehen vom Versuch, vergleichenderweise die Anzahl der eingeborenen Malaria-Patienten im Spital Ifakara und in der Poliklinik Kwiro zu erfassen, wurde unter den Angehörigen der Mission, Patres, Brüdern und Schwestern, Nachfrage über die persönlichen Erfahrungen mit Malaria gehalten.

a) *Die Umfrage unter den weißen Missionaren in Kwiro* sollte darüber Aufschluß geben, ob diese in der verhältnismäßig geringen Höhe von 1000 m ü. M. irgendwelche Erleichterung hinsichtlich der Malaria verspürt hätten. Es muß vorausgeschickt werden, daß (mit Ausnahme von Sali, das auf 850 m liegt) Kwiro bei weitem der höchstgelegene Ort der 21 Missionsstationen in der Erzdiözese Dar-es-Salaam ist, und daß sowohl die Kapuziner wie die Schwestern der Baldegger Kongregation im Laufe der Zeit hin und wieder von einer Station in eine andere versetzt werden. So kommt es, daß beinahe alle Mitglieder der Station Kwiro vor ihrem dortigen Aufenthalt jahrelang im Tal lebten, wo sie früher oder später trotz prophylaktischer Behandlung fast ausnahmslos an Paludismus erkrankten.

Es folgen die einzelnen *anamnestischen Berichte:*

Missionar	Aufenthaltsort	Aufenth.-Dauer in Jahren	Malariaanfälle	Bemerkungen
Schw. Vikarin	Sofi	7	alle 1½ bis 2 J.	leichte
	Sali	3	2	bes. nach Reisen ins Tal
	Kwiro	21	sehr selten	
Schw. W.	Msimbazi	3	chronisch	
	Kwiro	3	1	zu Beginn d. Aufenthaltes
Schw. H.	Kipatimu	5	2	langer Dauer
			1	auf d. Reise nach Kwiro
	Kwiro	1	—	
Schw. El.	Msimbazi	¼	1	stark
	Kwiro	4	(1)	nach Reise ins Tal
Schw. L.	Dar-es-Salaam	17	häufig	
	Schweiz. Urlaub	1	6	kein Höhenaufenthalt
	Dar-es-Salaam	1	chronisch	häufiger Anstieg d. Temp.
	Kwiro	1½		1953 Fieber seltener, 1954 nur noch selten Anzeichen beginnender Parasitaemie
Schw. S.	*Kwiro*	5	—	ohne Prophylaxe
Schw. J.	Dar-es-Salaam	3	häufig	starke Anfälle
	Ifakara	3	häufig	sehr stark
	Dar-es-Salaam	3	chronisch	
	Schweiz. Urlaub	1	1	
	Sali	14	—	
	Kwiro	7	—	
Schw. A.	Dar-es-Salaam	5	mehrmals	stark
	Ifakara	7	1	
	Sofi		—	
	Msimbazi		—	
	Kwiro		(1)	kurz nach Hinreise

Missionar	Aufenthaltsort	Aufenth.-Dauer in Jahren	Malariaanfälle	Bemerkungen
Schw. M. P.	Dar-es-Salaam	11	mehrmals	anfänglich sehr stark
	Ifakara	3	—	
	Kwiro	23	—	
Schw. V.	Msimbazi	½	1	stark
	Kwiro	12	(1)	unmittelbar nach Hinreise (Fußmarsch)
	Sofi	2	1	mit Rückfällen
	Kwiro		alljährl. 1 leicht. Rückf.	
P. Superior	Mozambique	4	2	sehr stark
	Dar-es-Salaam	½	—	
	Ifakara	¼	1	
	Mtimbira	3	2	
	Kwiro	2	—	
P. Gd.	*Kwiro*	9	—	
	Iringa	8	2	schwach
	Kwiro	6	(1)	unmittelbar n. Ankunft
P. C.	*Sali*	1½	mehrmals	
	Ruaha	1½	mehrmals	
	Itete	2½	mehrmals	
	Ruaha	1½	mehrmals	
	Luhombero	2	mehrmals	
	Ruaha	1½	mehrmals	
	Kwiro	4	selten	Rückfälle anläßlich jeder Reise ins Tal
P. Go.	Mchombe	2	—	
	Mofu	2	—	
	Kwiro	4	1	häufige Reisen ins Tal
P. D.	Dar-es-Salaam	4	1	mit leichten Rückfällen
	Kwiro	2	(1)	10 Tage nach Ankunft
P. A.	*Kwiro*	1	—	
P. J.	*Kwiro*	24	—	
P. Senior	Dar-es-Salaam	½	1	stark
	Ifakara	6	2	mit Rückfällen
	Dar-es-Salaam	1	1	
	Schweiz. Urlaub	1	3	
	Kisawasawa	2	—	
	Sali	3	—	
	Dar-es-Salaam	12	1	
	Kwiro	6	(1)	anläßlich einer Reise nach Luhombero
P. M.	Dar-es-Salaam	⅓	—	
	Kwiro	25	3	

Missionar	Aufenthaltsort	Aufenth.-Dauer in Jahren	Malariaanfälle	Bemerkungen
P. R.	Dar-es-Salaam	1½	1	mit Rückfällen
	Kwiro	3	(1)	anläßl. Ferien in Ifakara
	Danda-Gebiet	4		alljährlich zu Beginn des Schuljahres
	Kwiro	3	—	
	Schweiz. Urlaub	1	1	schwach
	Kwiro	4	(1)	anläßlich Veloreise nach Luhombero
B. J.	*Kwiro*	6	1	mit je 1 Rückfall in den folgenden 3 Jahren
B. A.	Talstationen	8	häufig	
	Kwiro	4	—	
	Ruaha	½	1	stark
	Kwiro	3	—	
B. Si.	*Kwiro*	4	(1)	anläßlich Veloreise nach Sofi
B. M.	Ifakara	2	mehrmals	
	Kwiro	30	—	hin und wieder Anzeichen beginnender Parasitaemie?
B. O.	Kipatimu	6	—	
	Igota	3	—	
	Danda-Gebiet	4½	—	
	Kwiro	8	—	
B. St.	Dar-es-Salaam	3	2	stark mit Rückfällen
	Ifakara	2	1	
	Sali	2	—	
	Kwiro	26	1	
B. F.	Itete	14	mehrmals	
	Igota	⅓	1	stark
	Kwiro	¾	—	

Malaria-Anfälle, die zwar in Kwiro zum Ausbruch kamen, für die aber der infektiöse Stich offensichtlich im Tal erfolgte, sind eingeklammert. Der prophylaktischen Behandlung wird im Tal mehr Aufmerksamkeit geschenkt, wiewohl sie auch da oft nur unregelmäßig betrieben wird. Trotz diesem Umstand und trotz der individuell stark verschiedenen Anfälligkeit geht aus der gegebenen Zusammenstellung doch klar hervor, daß in Kwiro die Gefahr, an Malaria zu erkranken, bedeutend geringer ist als im Tal. Da in der Hauptsache Leute aufgeführt wurden, die vor ihrem Kwiro-Aufenthalt schon ein oder mehrere Male Malaria-Anfälle über sich ergehen lassen mußten, könnte an eine geringfügige erworbene

Immunität gedacht werden. Es folgen deshalb noch einige bezeichnende Beispiele von Personen, die schon seit langer Zeit Talstationen bewohnen.

Missionar	Aufenthaltsort	Aufenth.-Dauer in Jahren	Malariaanfälle	Bemerkungen
Schw. B.	Dar-es-Salaam	2	—	
	Msimbazi	13	1	
	Ifakara	8	mehrmals	Anzeichen beginnender Parasitaemie häufig
Schw. A.	Msimbazi	1½	1	mit Rückfällen
	Kwiro	5	alle 14 Tage	
	Msimbazi	5	häufig	
	Ifakara	4	alle 14 Tage	
P. Superior	Dar-es-Salaam	6	mehrmals	
	Ifakara	4	mehrmals	
	Schweiz. Urlaub	1	1	nach 6 Monaten, anläßlich einer Erkältung
	Ifakara	18	mehrmals	
B. H.	Ifakara	22	häufig	bis in die jüngste Zeit

Dabei zeigt sich, daß für den Weißen in der Häufigkeit der Anfälle auch nach langjährigem Aufenthalt in Tanganyika und nach wiederholten Malaria-Anfällen von einer allfällig erworbenen Immunität kaum etwas zu bemerken ist.

Wenn der Überblick über die Mitglieder der Station Kwiro auch veranschaulicht, daß diese einer geringeren Erkrankungsgefahr unterliegen, so gibt er doch keinerlei Aufschluß über die Möglichkeiten, von infizierten Mücken gestochen zu werden, über die Infektionsgefahr. Der Umstand, daß die Missionare oft anläßlich einer Reise ins Tal erkranken, scheint darauf hinzudeuten, daß die Gefahr einer Infektion in Kwiro verhältnismäßig gering ist. In diesem Punkt sei auf die folgenden Ausführungen statistischer Art verwiesen.

b) Beim Versuch, *die Anzahl der Malariapatienten in Ifakara und Kwiro statistisch zu erfassen,* beschränkten wir uns auf die Eingeborenen christlicher Religion. Weiße und Inder genießen meist prophylaktische Behandlung, während die Mission bei ihren Bemühungen, diese auch bei den Schwarzen einzuführen, immer wieder auf Schwierigkeiten stößt. Im Gegensatz zu den Heiden und Mohammedanern, deren Gesamtzahl nur annähernd richtig geschätzt werden kann, führen die Missions-Pfarreien Buch über ihre Mitglieder sowie über Geburten und Todesfälle, so daß die Angaben über die Gesamtzahl sehr genau sind. Überdies lassen sich die Christen im Krankheitsfalle eher vom Weißen behandeln, die-

weil Mohammedaner und Heiden in vielen Fällen noch den einheimischen Medizinmann aufsuchen.

Die Gesamtheit der Christen wird unterteilt in *4 Altersklassen:*

Säuglinge	0—18 Monate
Kleinkinder	1½— 6 Jahre
Schulkinder	7—14 Jahre
Erwachsene	15 Jahre und darüber

Die christliche Bevölkerung *Ifakaras* setzt sich wie folgt zusammen (August 1954):

Säuglinge	203, verstorben 22		181
Kleinkinder	bei 140 Geburten jährlich abzüglich 10% Sterblichkeit		700
Schulkinder	Knaben Primarschule	221	
	Mädchen Primarschule	230	
	Mittelschule 5 Kl.	37	488
Erwachsene			1 976
		Total	3 345

Für *Kwiro* gestaltet sich die entsprechende Aufstellung folgendermaßen (August 1954):

Säuglinge	642, verstorben 39		603
Kleinkinder	bei 398 Geburten jährlich abzüglich 6,5% Sterblichkeit		2 000
Schulkinder	Knaben Primarschule	744	
	Mädchen Primarschule	777	
	Knaben- Mittelschule	81	
	Mädchen-Mittelschule	45	1 647
Erwachsene			6 900
		Total	11 150

Im Spital Ifakara ebenso wie in der Poliklinik Kwiro wird jedermann, der zur Untersuchung kommt, auf einer Karte registriert. Da in Ifakara die Karten, wenn sie einmal voll beschrieben sind, nicht aufbewahrt werden, erstreckt sich unsere Statistik nur auf die Monate Mai, Juni und Juli 1954. Dabei zeigen die Monatsberichte über die Gesamtzahl der Malaria-Patienten (aller Rassen und Konfessionen), wie sie von beiden Spitälern erstattet werden, daß in diesen Monaten in Ifakara mit einer mittleren Zahl von Patienten zu rechnen ist, während in Kwiro zur selben Zeit die höchsten Zahlen zu erwarten sind. Demnach werden unsere Ergebnisse vergleichsweise für Ifakara eher zu niedrig, für Kwiro eher zu hoch sein.

Es werden nur Patienten aufgeführt, bei welchen die Blutuntersuchung positiv ausfiel. Milzpalpationen hätten in der kurzen, uns zur Verfügung stehenden Zeit nicht in genügender Anzahl durchgeführt werden können; zudem wird in beiden Kliniken nur das

Blut routinemäßig geprüft (Ausstriche und dicke Tropfen). Selbstverständlich konnte nicht die gesamte christliche Bevölkerung einer Blutuntersuchung unterzogen werden; doch gelangte eine mehrfache Zahl der als positiv Bezeichneten zur Prüfung. Das Beispiel Kwiros möge genügen: Vom Januar bis Juli 1954 wurden insgesamt 5129 Blutproben genommen, wovon 2158 (42%) Plasmodien enthielten.

Es wird im folgenden auf eine Differenzierung der einzelnen Plasmodien-Arten verzichtet, da die uns zur Verfügung stehenden Angaben in dieser Hinsicht zu ungenau waren. Am häufigsten tritt an beiden Orten *P. falciparum* auf (vermutlich über 50% aller Fälle). An zweiter Stelle ist *P. vivax* zu nennen; *P. malariae* scheint in Kwiro häufiger zu sein als in Ifakara, doch dürfte es auch in Kwiro hinter *P. vivax* zurückstehen. *P. ovale* ist auf Einzelfälle beschränkt.

TABELLE 2.

Anzahl der eingeborenen Christen, in deren Blut Plasmodien gefunden wurden. Mai, Juni, Juli 1954.

Ort	Altersgruppe	Totalzahl	erkrankt	%
Ifakara (233 m ü. M.)	Säuglinge	181	50	27,6
	Kleinkinder	700	123	17,6
	Schulkinder	488	—	—
	Erwachsene	1976	67	3,4
Kwiro (1000 m ü. M.)	Säuglinge	603	135	22,4
	Kleinkinder	2000	186	9,3
	Schulkinder	1647	126	7,7
	Erwachsene	6760	137	2,0

Bedauerlicherweise war die Anzahl der an Malaria erkrankten Schulkinder in Ifakara nicht zu ermitteln, da hierüber nicht im Spital, sondern von den Lehrern Aufzeichnungen gemacht werden, die sich aber für unsere Zwecke als völlig unzulänglich erwiesen. Aus den gegebenen Zahlen wird zweierlei ersichtlich. Prüft man die Signifikanz der Unterschiede Ifakara-Kwiro für die einzelnen Altersklassen, so findet man folgende t-Werte:

Säuglinge	$t = 1{,}4$	Unterschied unsignifikant
Kleinkinder	$t = 5{,}2$	Unterschied signifikant
Erwachsene	$t = 3{,}7$	Unterschied signifikant.

Einerseits ergibt sich, daß in Ifakara prozentual mehr Leute an Malaria erkranken als in Kwiro. Anderseits stellt man fest, daß die Unterschiede auf die einzelnen Altersstufen ungleichmäßig ver-

teilt sind. So besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Anzahl der erkrankten Säuglinge von Kwiro und Ifakara, während ein solcher für die Erwachsenen und besonders bei den Kleinkindern eindeutig ist. Ferner geht aus Tab. 2 ohne weiteres hervor, daß mit zunehmendem Alter die Anfälligkeit gegenüber einer Infektion geringer wird, mindestens in dem Sinne, daß es in höherem Alter weit seltener zur Parasitaemie kommt. In diesem Zusammenhang interessiert, wie hartnäckig die Blutinfektionen verlaufen. Hiezu wurde untersucht, wie viele weitere Blutproben, nach der ersten positiven, Plasmodien enthielten. Es ergaben sich folgende Resultate:

TABELLE 3.

Anzahl der auf die erste positive Untersuchung folgenden weiteren Plasmodienhaltigen Blutproben. 1. Januar 1954 bis 10. August 1954.

Ort	Altersgruppe	erstmals positiv	weitere Male positiv	%
Ifakara (233 m ü. M.)	Säuglinge	94	46	49
	Kleinkinder	249	81	32,5
	Erwachsene	125	10	8
Kwiro (1000 m ü. M.)	Säuglinge	298	235	79
	Kleinkinder	446	266	59,6
	Schulkinder	292	78	26,7
	Erwachsene	289	55	19

In Kwiro leiden mehr Personen nach einer ersten Parasitaemie in der Folge ein zweites, drittes Mal oder noch häufiger an Blutinfektionen. Bei den «weiteren positiven Untersuchungen» kann es sich um Re-Infektionen oder um Rückfälle handeln. Da in Kwiro die Erkrankungsziffer verhältnismäßig niedrig ist, ist im allgemeinen nicht anzunehmen, daß sich wiederholte Parasitaemien auf Neuinfektionen zurückführen lassen; dies um so weniger, als die aufeinander folgenden Klinik-Besuche zeitlich sehr nahe liegen (eine Woche bis einen Monat; Ifakara: mehrere Monate).

Für Ifakara erscheint die Wahrscheinlichkeit einer Neuinfektion besonders auch in Berücksichtigung folgender Tatsache gering: In derselben Zeit, da die statistischen Erhebungen ausgeführt wurden, wurde versucht, Weibchen von *A. gambiae* und *A. funestus* mit *Plasmodium vivax* zu infizieren. Einerseits war es sehr schwierig, aus den gesammelten Mückenlarven lebensfähige Weibchen zu erhalten; die Vitalität schien in dieser Jahreszeit stark beeinträchtigt zu sein; es äußerte sich dies zum Teil in der Unfähigkeit, zu schlüpfen, zum Teil in mangelhaftem Flugvermögen und teils in frühem Absterben. Anderseits war gleichzeitig ein beachtlicher

Rückgang in der Anzahl der Gametocytenträger zu bemerken; wo zuvor täglich einige Gametenträger im Spital zur Untersuchung gelangten, war in dieser Zeit nur noch höchst selten einer zu finden. Infolgedessen dürften — mit Ausnahme der ersten — die in der Untersuchungsperiode an einer Person auftretenden Blutinfektionen als Rückfälle zu bewerten sein.

Wenn wir also auf Grund dieser Überlegungen annehmen, daß es sich bei den «weitern positiven Untersuchungen» in Ifakara wie in Kwiro mehrheitlich um Rückfälle handelt, scheint es, daß die Eingeborenen Kwiros eine geringere Toleranz entwickeln als die Talbewohner, in dem Sinne, daß jene eine einmal zustande gekommene Infektion weniger leicht zu unterdrücken imstande sind als diese. Zum mindesten gilt diese Aussage für die ersten Monate nach der primären Infektion. Wie sich der Befall der innern Organe auf längere Dauer gesehen gestaltet — es wäre denkbar, daß im Tal ein größerer Prozentsatz der Bevölkerung an chronischer Malaria leidet —, konnte in der kurzen Zeit unseres Aufenthaltes nicht untersucht werden.

Daß es sich bei der Mehrheit der als «erstmals positiv» bezeichneten Fälle tatsächlich um Neu-Infektionen handelt, geht aus folgenden Punkten hervor:

— Die aufgeführten Säuglinge erkrankten in der Mehrzahl zum erstenmal in ihrem Leben an Malaria.
— Die Infektionen gehen in mehr als der Hälfte auf *Plasmodium falciparum* zurück, bei dem in Entsprechung zum Infektionsverlauf der innern Organe keine Rückfälle zu erwarten sind.
— Es wurden nur Personen berücksichtigt, die sich seit längerer Zeit nicht mehr krank gemeldet hatten.

IV. *Diskussion der Resultate.*

Aus dem vorangehenden Kapitel scheint hervorzugehen, daß, ausgenommen für den Säugling, in Kwiro, bei 1000 m ü. M., die Gefahr, an Malaria zu erkranken, kleiner ist als in Ifakara, auf 233 m ü. M. Ferner scheint, daß die Bevölkerung höher gelegener Gebiete Rückfällen gegenüber empfindlicher ist als diejenige des Tals.

Es müssen demnach die beiden untersuchten Bevölkerungsgruppen unter verschiedenen Bedingungen leben. Es liegt nahe, den Umstand, daß die Malaria in Ifakara häufiger ist und daß die Talbewohner mit zunehmendem Alter eine höhere Toleranz entwickeln als diejenigen Kwiros, auf eine größere Mückenpopulation zurückzuführen. Leider war die Zeit unseres Aufenthaltes zu

knapp, um Erhebungen über die Mückendichte und -infektionsrate anzustellen. Doch ist anzunehmen, daß in Kwiro tatsächlich weniger übertragungsfähige Mücken vorkommen als in Ifakara, wie ähnliches von andern Tal- und Höhenstationen bekannt ist. Damit läßt sich jedoch noch nicht erklären, weshalb die Prozentzahl der erkrankten Säuglinge an beiden Orten dieselbe ist. Es wäre denkbar, daß die Malaria-übertragenden Mücken die Säuglinge beim Stechakt bevorzugen.

DAVIDSON und DRAPER (2) führten im Nordosten Tanganyikas, in der Gegend der Usambara-Berge, auf einer Höhe von 250 m ü. M. Untersuchungen über die Bedingungen zur Übertragung der Malaria durch. Insbesondere gingen sie unter anderm der Frage nach, ob Kleinkinder und Säuglinge häufiger von Mücken gestochen würden als Erwachsene, und kamen zum Schluß, daß dies nicht zutreffe. Zu einem ähnlichen Ergebnis in bezug auf die Stechlust der Anophelen gegenüber Säuglingen kommt MUIRHEAD-THOMSON (5). Er arbeitete auf Jamaica und Trinidad mit *A. albimanus* an Neger- und Ostinder-Familien. Er konnte die Feststellung machen, daß erwachsene Menschen männlichen Geschlechts am häufigsten gestochen werden, und ging, was die Säuglinge anbetrifft, so weit, zu vermuten, daß die Mücken ihre Stechborsten hin und wieder in die Haut eines Säuglings einbohren, ihn aber, ohne Blut aufgenommen zu haben, wieder zurückziehen. Wie dem auch sei, die Säuglinge scheinen von *A. albimanus* geradezu gemieden zu werden.

Selbst wenn aber in Tanganyika die weiblichen Anophelen für ihre Blutmahlzeiten junge Menschen vorziehen sollten, so müßte sich dies erfahrungsgemäß auf die Kleinkinder bis zu 6 Jahren annähernd so stark auswirken wie auf die Säuglinge. Träfen diese Bedingungen zu, wäre in Tab. 2 einerseits mit einer geringeren, weniger sprunghaften Differenz zwischen Kleinkindern und Säuglingen zu rechnen und anderseits für die Kleinkinder wie für die Säuglinge eine unsignifikante Differenz der Patientenzahl in Ifakara und Kwiro zu erwarten. Gerade in der Klasse der Kleinkinder tritt aber der größte Unterschied in der Erkrankungsziffer in Ifakara und Kwiro auf. Es deutet dies darauf hin, daß die im Ulanga-Distrikt vorkommenden wichtigsten Überträger der Malaria junge Individuen nicht in überstarkem Maße bevorzugen.

Wenn dieser Erklärungsversuch auch nicht ganz ausgeschlossen ist — es wurden im Ulanga-Distrikt bisher keine Untersuchungen über die Stechlust der Mücken gegenüber verschieden alten Personen ausgeführt —, so mutet er doch sehr unwahrscheinlich an.

Drei Punkte,

— die persönlichen Erfahrungen der weißen Missionare,

— der gleiche Prozentsatz der erkrankten Säuglinge in Ifakara und Kwiro,

— die geringere Anfälligkeit der ältern Bergbewohner,

lassen die Vermutung aufkommen, daß der Unterschied der Lebensbedingungen hinsichtlich der Malaria im Tal und in der Höhe noch in etwas anderem besteht als bloß in der Verschiedenheit der Mückenpopulationen. Wir sehen in unserm Zusammenhang keinen andern als den Höhenunterschied beider Ortschaften.

Die Aussagen der Missionare erstrecken sich einerseits auf die größere Seltenheit akuter Erkrankung in der Höhe, was mit der geringen Zahl von übertragenden Mücken in Verbindung zu bringen ist; sie zeigen anderseits, daß bei der chronischen Form der Krankheit Rückfälle seltener sind, und bestätigen so die früheren Beobachtungen dieser Art in der Schweiz (v. NEERGARD; ANDERSON, v. DESCHWANDEN u. a.). Für den mildern Verlauf der chronischen Krankheit kann die geringere Mückenzahl nicht verantwortlich gemacht werden.

Versucht man in der geringern Anfälligkeit der ältern Bergbewohner einen Einfluß des Höhenklimas zu sehen, so erhebt sich sogleich die Frage, weshalb die Säuglinge vom Höhenklima keinen Vorteil ziehen sollten. Es kann sich bei bloß 1000 m ü. M. nicht darum handeln, daß die klimatischen Faktoren den Wirtsorganismus derart beeinflussen, daß jedes Wachstum injizierter Plasmodien verunmöglicht wird. Vielmehr ist zu erwarten, daß auch hier die anfälligeren Individuen eine weitgehend normale Infektion aufweisen. Zweifellos entwickelt auch der Mensch und ganz besonders der Eingeborene, der schon seit Generationen in durchseuchten Landstrichen lebt, infolge einer oder mehrerer Infektionen eine gewisse, wenn auch geringfügige Immunität gegenüber dem Plasmodium (vgl. Tab. 2, s. die Unterschiede in den verschiedenen Altersklassen). Sieht man von der umstrittenen ererbten Immunität ab, die ohnehin nur ungefähr 6 Monate währt, so stellen die Säuglinge, die in der Mehrzahl die erste Infektion durchmachen und infolgedessen noch keine aktive Immunität zu erwerben Gelegenheit hatten, die anfälligste Altersklasse dar. Mit zunehmendem Alter kommt der menschliche Organismus zu den günstigeren klimatischen Faktoren hinzu noch in den Genuß dieser erworbenen Immunität. Beides zusammen mag es dem Organismus ermöglichen, einer beginnenden Infektion Herr zu werden.

Der Umstand, daß die Rückfälle im Verhältnis zur Anzahl der Neuinfektionen in Kwiro häufiger auftreten, sowie, daß bei einer Parasitaemie erfahrungsgemäß die Anzahl der befallenen Erythro-

cyten eher höher ist, zeigt, daß eine Infektion, wenn sie einmal das Anfangsstadium überwunden hat, in höher gelegenen Gegenden keineswegs milder verläuft. Diese Tatsache war ROBERT KOCH (6) schon 1898 bekannt. Man fand in Dar-es-Salaam im «Pathological Laboratory» 1953 die handschriftlichen Aufzeichnungen KOCHS, die er niederschrieb, als er den Auftrag erhalten hatte, die westlichen Usambara-Berge (NO-Tanganyika) auf ihre Eignung zur Besiedelung durch deutsche Einwanderer und zum Bau eines Sanatoriums zu prüfen. Er beobachtete, daß zwar das betreffende Gebiet wegen der kühlen Temperatur von übertragenden Mücken frei war, daß aber die Krankheit bei Leuten, die auf der Hinreise von der Küste her infiziert worden waren, schwer verlief und in einzelnen Fällen gar zum Tod führte. Er schloß daraus, daß es im Hinblick auf die Malaria keinen Vorteil mit sich bringe, das Sanatorium in einer höheren Gegend zu errichten. Wir möchten diese Aussage in dem Sinne vervollständigen, daß — unter den üblichen Vorbehalten — ein Höhenaufenthalt nur dann nachteilige Folgen haben kann, wenn er kurz nach einer im Tal erfolgten Infektion angetreten wird; daß er aber in allen übrigen Fällen, sowohl zur Verhütung einer Erkrankung wie auch zur Heilung chronischer Fälle, von großem Nutzen sein kann.

Die Feststellung, daß die Parasitaemie in der Höhe ebenso stark ist wie im Tal, zeigt, daß die höhenklimatisch bedingten erythrocytären Veränderungen keinen direkten Einfluß auf das Plasmodium ausüben. Ferner deutet die vermehrte Häufigkeit der Rückfälle darauf hin, daß auch keine Erhöhung der Immunitätsbarriere im Sinn GARNHAMS eintritt. Die Wirkung des Höhenklimas, die sich in der geringeren Anzahl malariakranker Kleinkinder und Erwachsener ausdrückt, muß infolgedessen die exoerythrocytären Formen treffen.

DAVIDSON und DRAPER (2) fanden in der nächsten Nähe der östlichen Usambara-Berge (auf 250 m ü. M.), daß die Inokulationsrate bei Kindern *einem* infektiösen Mückenstich in 120 Tagen entspricht, wogegen die Anzahl der vorhandenen infizierten Mücken *einen* infektiösen Stich alle 1 bis 10 Tage erwarten ließe. Sie kommen zum Schluß, daß der Grund in einer Unterdrückung der Infektion vor der Parasitaemie zu suchen sei, und bemerken dazu, daß, wo eine solche zustande komme, die Krankheit ungeschwächt verlaufe. Dieses Ergebnis läßt sich durchaus mit den unsrigen vergleichen. Hier wie dort drängt sich die Vermutung auf, daß der Wirt eine größere Fähigkeit erlangt, frühe Plasmodien-Formen zu unterdrücken. Der Gedanke an eine Aktivierung des RES liegt nahe. Diese ihrerseits kommt auf verschiedenem Weg zustande. Im einen Fall wirken (uns unbekannte) äußere Faktoren des natürlichen

Höhenklimas, im andern Fall könnten (uns ebenfalls unbekannte) innere Faktoren im Sinne einer stammesgebundenen Immunität verantwortlich sein. Diese Konvergenz der Abwehrerscheinungen wirft ein interessantes Licht auf die offenbar beschränkten Reaktions-Möglichkeiten des Organismus gegenüber dem Plasmodium bei der akuten Form der Krankheit.

Tritt diese aber in den Zustand der chronischen Malaria ein, bei der v. NEERGARD und nach ihm ANDERSON, v. DESCHWANDEN und Mitarbeiter ein rasches Verschwinden der Parasiten aus dem Blut unter dem Einfluß des Höhenklimas festgestellt hatten, so wird es fraglich, ob hiefür ebenfalls das RES verantwortlich ist. Überträgt man unsere Ergebnisse auf die chronische Malaria, so wäre zu erwarten, daß auch bei ihr die verbesserte Abwehrlage des Wirtes sich nicht über das Blut auswirkt, sondern in einer größeren Leistungsfähigkeit des RES oder eines anderen Abwehrsystems zur Geltung käme. Auch die Tatsache, daß ein Teil der als geheilt entlassenen Patienten nach ihrer Rückkehr ins Tiefland erneut Rückfälle erleidet, spricht nicht gegen eine zeitweise gesteigerte Tätigkeit des RES, wenn man bedenkt, daß die menschlichen exoerythrocytären Plasmodienformen im Parenchym der Leber sitzen. Doch bleibt die Frage, in welcher Weise sich eine erhöhte Aktivität des RES im Falle chronischer Malaria auszuwirken vermag, noch nachzuprüfen.

Vergleichen wir schließlich trotz der in der Einleitung aufgewiesenen Unterschiede der Wirte und Erreger die beim Hühnerexperiment gemachten Erfahrungen mit denjenigen, die wir beim schwarzen Menschen sammelten, so zeigen sich weitgehende Übereinstimmungen. Beim Huhn wird im Hochgebirge (Jungfraujoch, 3457 m ü. M.) die Infektion anfänglich verzögert, verläuft aber im weiteren schwer und rasch. Die Parasitaemie gestaltet sich gleich wie im Tal. Beim Menschen findet man, daß die Infektion in der Höhe schwerer angeht als im Tal, daß sie aber in der Folge ungemildert verläuft und daß Rückfälle zahlreich sind. Das Blut wird eher stärker befallen als im Tal. Unabhängig voneinander legen das Tierexperiment wie die Beobachtungen am Menschen den Schluß nahe, daß durch die höhenklimatische Einwirkung in erster Linie ein Abwehrsystem stimuliert wird, wobei vornehmlich an das RES zu denken sein wird. Dabei trifft diese Erhöhung der Abwehrkraft vor allem die frühesten Entwicklungsstadien der Plasmodien. Die Gleichartigkeit beider Resultate läßt vermuten, daß die Reaktion von Mensch und Huhn auf das Höhenklima eine sehr ähnliche ist. Sie dürfte für den Warmblüter ganz allgemein gelten. Die genaue Art und Weise aber, in der dasselbe Ergebnis an verschiedenen Wirten erreicht wird, ist unbekannt. Es dürfte interessieren, wel-

ches die Situation bei einem Säugetier ist; erst eine vertiefte Kenntnis hierüber würde uns erlauben, die am Huhn experimentell gewonnenen Einsichten auch in ihren Einzelheiten mit den Verhältnissen beim Menschen zu parallelisieren.

V. *Literatur.*

Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich in der nachstehend verzeichneten Arbeit FREYVOGEL (2). An dieser Stelle werden nur Autoren angeführt, welche in der eben erwähnten Publikation nicht zitiert sind.

1. *Brantschen, P. Anastas.* (1953). Die ethnographische Literatur über den Ulanga-Distrikt, Tanganyika-Territorium. — Acta Tropica *10,* 150-185
2. *Davidson, G. & Draper, C. C.* (1953). Field studies of some of the basic factors concerned in the transmission of Malaria. — Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg. *47,* 522-535
3. *Freyvogel, T.* (1956). Zur Frage der Wirkung des Höhenklimas auf den Verlauf akuter Malaria. — Acta Tropica *13,* 1-57
4. *Geigy, R. & Freyvogel, T.* (1954). On the Influence of High Altitudes on the Course of Infection of Chicken Malaria *(P. gallinaceum).* — Acta Tropica *11,* 167-171
5. *Geigy, R. & Hoeltker, G.* (1951). Mädchen-Initiationen im Ulanga-Distrikt von Tanganyika. — Acta Tropica *8,* 289-344
6. *Koch, R.* (1898/1953). Report on West Usambara from point of view of health. — Tanganyika Notes and Records *35,* 7-13
7. *Muirhead-Thomson, R. C.* (1951). The Distribution of Anopheline Mosquito Bites among Different Age Groups. A New Factor in Malaria Epidemiology. — Brit. Med. J., May 19, 1114-1117
8. *Phipps, J.* (1951). Some ecological Aspects of Anopheline breeding in the Northern Coastal Area of Tanganyika. — East African Med. J. *28,* 341-353

VI. *Résumé.*

A la suite de recherches expérimentales effectuées en Suisse avec *Plasmodium gallinaceum,* qui concernaient l'influence des hautes altitudes sur le cours de l'infection paludéenne, des données statistiques ont été établies pour la malaria humaine à deux altitudes différentes au Tanganyika (Afrique orientale) : à Ifakara, situé à 230 m., ainsi qu'à Kwiro, situé à 1000 m., villages qui se trouvent dans des régions endémiques du district d'Ulanga.

La hauteur de 1000 m. n'étant point considérable, on a d'abord fait l'examen hématologique de prélèvements de sang pris sur neuf jeunes indigènes qui étaient en train de rentrer à Kwiro après avoir passé quelques mois dans de basses contrées. On a constaté que la manière d'augmenter de l'hémoglobine et du nombre d'hématies était identique à celle qu'on observe aussi chez le blanc en Europe. Cela prouve que l'altitude de 1000 m. influence l'organisme des indigènes africains de la même manière que celui des blancs.

Or, il est un fait connu de tous les missionnaires que la situation paludéenne est moins grave à l'altitude de Kwiro qu'à Ifakara. La statistique, elle aussi, démontre que le paludisme est plus fréquent aux altitudes inférieures — les enfants âgés de moins de six mois font exception. Par contre dans la région plus élevée une infection, une fois établie, est tout au moins aussi maligne et cause en général plus de rechutes que dans la vallée.

A l'aide de détails statistiques il est démontré que l'amélioration de la situation paludéenne dans les hauteurs ne peut être due uniquement au nombre

inférieur d'anophèles propageant la maladie. L'auteur en conclut que l'effet, produit par le climat des hautes altitudes, active la défense de l'hôte, tout spécialement envers les formes pré-érythrocytaires du *Plasmodium*. Ce résultat correspond en quelque sorte à ceux obtenus avec *Plasmodium gallinaceum*, bien qu'il faille tenir compte de la diversité des agents pathogènes, ainsi que de leurs hôtes.

Summary.

To complete previous studies on the influence of high altitudes on malaria, carried out in Switzerland with *P. gallinaceum* BRUMPT in chicks, a statistical survey of human malaria was made in two villages of different height in southern Tanganyika. The two villages chosen, namely Ifakara 230 m. a.s.l. and Kwiro 1000 m. a.s.l., are both situated in endemic areas of the Ulanga-District.

As 1000 m. do not constitute a considerable height, the erythrocytic changes taking place after a transfer to that level were first studied in 9 healthy young natives. The results confirmed that already at the height of 1000 m. the same increase of the number of erythrocytes and their hemoglobin content was produced as known to occur at higher altitudes.

It was well known among the missionaries of the region concerned that malaria is much less frequent in Kwiro than in Ifakara. The statistical survey shows that more people come down with malaria in the valleys, but on the other hand, that inhabitants from the mountain regions who become infected show the same severe symptoms and even more relapses than patients in the valley.

The statistical data seem to indicate that the reason of this improvement at higher altitudes cannot be due only to the lesser number of vectors, and the author therefore comes to the conclusion that high altitude must increase the resistance of the organism especially against the pre-erythrocytic stages of the Plasmodia. The statistical findings on human malaria in Africa are compared with experimental findings on chicken malaria in Switzerland, although the author points out that the difference of the species of host and that of the parasite has to be considered.