

Zeitschrift:	Acta Tropica
Herausgeber:	Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band:	13 (1956)
Heft:	1
Artikel:	Zur Frage der Wirkung des Höhenklimas auf den Verlauf akuter Malaria
Autor:	Freyvogel, Thierry
Kapitel:	VI: Die Sauerstoff-Sättigung des arteriellen Blutes juveniler Hühner in Basel (280 m) und auf dem Jungfraujoch (3457 m)
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-310600

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: 13.01.2026

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

Tier-Nr.	Anpassungstag						
	11	14	17	19	21	23	25
701	1,10				1,26		
703	1,06			1,19			1,04
707		1,06			1,15		
709		1,12				1,09	
711			1,09			0,96	
712			1,31	1,22			1,15

Es ergibt sich im einzelnen dasselbe Bild der Steigerung und des nachfolgenden Absinkens des FI wie bei den Durchschnittswerten.

Kein Tier starb im Verlaufe des Versuches. Wenn wir uns bei 3500 m für junge Kücken vielleicht nahe der «kritischen Höhe» befinden, so scheint der zuletzt besprochene Versuch mit genügender Deutlichkeit zu zeigen, daß nicht die allfällige Nachbarschaft der «kritischen Höhe» den Rückgang der Produktion von Erythrocyten und Hb zu verursachen braucht.

Vielmehr dürfte der Umstand zu berücksichtigen sein, daß der gesamte Anpassungsprozeß überlagert ist von den wachstumsbedingten Schwankungen im Blutsystem juveniler Kücken. Nach SANDREUTER (25) sinkt die EZ vom 20. bis gegen den 50. Alterstag konstant ab, der Hb-Gehalt vom 20. gegen den 30. Zudem ist bekannt, daß adulte Hühner bei der Anpassung an das Höhenklima eine geringere Steigerung von EZ und Hb aufweisen als juvenile (vgl. SANDREUTER [24]). Beides zeigt, daß wir in unseren Versuchen mit zunehmendem Alter der Kücken abnehmende Erythrocyten- und Hb-Werte zu erwarten haben, wie es nach Erreichen des Maximums in der vierten Woche tatsächlich in allen Fällen auftritt.

VI. Die Sauerstoff-Sättigung des arteriellen Blutes juveniler Hühner in Basel (280 m) und auf dem Jungfraujoch (3457 m).

Indem wir ausgingen von der Hypothese, die höhenklimatisch bedingten Veränderungen des Blutsystems könnten direkt auf das *Plasmodium* wirken, fragten wir uns, ob die Sauerstoff-Sättigung des Hb in der Höhe geringer sei als im Tal und ob dadurch eine Beeinflussung des Parasiten zustande käme.

VERZÁR und VOGELLI (27) zeigten, daß eine Verminderung der Sauerstoff-Sättigung beim Menschen bis 1880 m nicht zu bemerken ist. Sie schließen daraus, daß für die Heilwirkung mittlerer Höhenlagen nicht der verminderte Partialdruck des Sauerstoffs als ausschlaggebender Faktor in Frage komme. Bei einer Höhe von 3450 m finden sie ein Absinken der «O₂-Sättigung» gegenüber der «O₂-Kapazität». Dazu muß bemerkt werden, daß im Gegensatz zu den genannten Autoren, die ihre Messungen an Menschen ausführten, die soeben in der Höhe eingetroffen waren, im Hinblick auf unsere Malaria-Infektionsver-

suche unsere eigenen Bestimmungen auf JJ an durchschnittlich 24 Tage angepaßten Tieren durchgeführt wurden.

Die Resultate sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt.

In Basel auf 280 m und bei einem mittleren Barometerdruck von 738 mm Hg finden wir bei 17 Tieren, daß die «O₂-Sättigung» und «O₂-Kapazität» einander praktisch gleich sind. Die Differenz ist insignifikant. Bei der «% O₂-Sättigung» fallen uns besonders die enormen individuellen Unterschiede wie auch die an sich teilweise sehr niederen Werte auf.

Auf dem JJ (3457 m und mittlerer Barometerdruck von 503 mm Hg) zeigt sich bei 13 Tieren, daß «Totale O₂-Sättigung» und «Totale O₂-Kapazität» einander immer noch gleich sind. Die größern individuellen Unterschiede in der «Totalen O₂-Sättigung» lassen sich zurückführen auf die höheren und verschiedeneren Hb-Werte der Versuchstiere. «Relative % O₂-Sättigung» und «% O₂-Sättigung» sind miteinander identisch, sie betragen im Mittel 78,9%. Die individuellen Unterschiede, wie sie in diesen beiden Größen zum Ausdruck kommen, sind geringer als in Basel.

Diskussion. Wir stellen fest, daß weder im Tal noch auf 3457 m ein Unterschied besteht zwischen experimentell bestimmter O₂-Sättigung und der berechneten theoretischen O₂-Kapazität. Wir können demnach vom Standpunkt des Blutes aus nicht von einem Sauerstoff-Mangel sprechen.

Auffallend ist der Unterschied zwischen dem Mittel der «% O₂-Sättigung» in Basel (54,3%) und auf dem JJ (78,9%). Prüfen wir hingegen den Unterschied zwischen diesen zwei Durchschnitten mit Hilfe der t-Verteilung (LINDER [21]) bei einer Streuung von $s = 55,5$ nach der Formel

$$t = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{s} \sqrt{\frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2}},$$

wo \bar{x}' = durchschnittliche «% O₂-Sättigung» auf JJ,

\bar{x}'' = durchschnittliche «% O₂-Sättigung» in Basel,

N_1 = Anzahl der Bestimmungen auf JJ (13),

N_2 = Anzahl der Bestimmungen in Basel (17),

erhalten wir für t den Wert von 1,2. Bei einer Zahl von 28 Freiheitsgraden ($N_1 + N_2 - 2$) finden wir

zu $P = 0,05 : t = 2,048$.

Das berechnete $t = 1,2$ liegt somit innerhalb der Sicherheitsgrenzen. Die vorhandene Streuung ist demnach bei der geringen Anzahl von Analysen zu groß, als daß die gefundene Differenz als gesichert anzusehen wäre. Demzufolge können wir höchstens sagen, daß die prozentuale Sauerstoff-Sättigung auf 3457 m scheinbar nicht geringer ist als die prozentuale Sauerstoff-Sättigung auf 280 m.

Dieses Resultat steht im Gegensatz zu den Befunden von VERZÁR und VOEGTLI (27) am Menschen, was nicht zu erwarten war, vergleicht man dessen Dissoziationskurve mit derjenigen des Hühnerblutes von CHRISTENSEN und DILL (5) und MORGAN und CHICHESTER (22), die in ihrem rechten Teil flacher verläuft als die menschliche. Einerseits läßt sich dagegen einwenden, daß wir es mit drei Wochen angepaßten Tieren zu tun hatten. Den Einfluß der Anpassung auf die Affinität des Blutes zum Sauerstoff kennen wir nicht. Andererseits waren die Tiere juvenil, was, wie HALL (15) nachwies, die Affinität des Blutes zum Sauerstoff erheblich steigert.

Daß wir mit haemolysiertem Blut arbeiteten, vermag die an sich sehr niedere Sauerstoff-Sättigung von 54%, resp. 78% kaum zu erklären (vgl. hiezu

CHRISTENSEN und DILL [5]). Noch unverständlicher aber scheint die — statistisch zwar nicht zu sichernde — Tatsache, daß die prozentuale Sättigung in Basel, bei höherem Partialdruck des Sauerstoffs, geringer sein soll als auf dem JJ. Es könnte dies darauf hinweisen, daß der Atemmechanismus des Vogels ein anderer ist als derjenige des Menschen. Wir möchten es unterlassen, in diesem Zusammenhang voreilige Erklärungsversuche zu unternehmen, verweisen aber auf die im Physiologischen Institut Basel im Gang befindlichen Arbeiten. Unsere oben gegebenen Daten sollen lediglich die komplexen Verhältnisse beim angetasteten Problem beleuchten.

Einzig hinsichtlich unserer Infektionsversuche scheint folgender *Schluss* zu gelten: Unter der Voraussetzung, daß der befallene Wirtsorganismus gleich reagiert wie der gesunde, liegen für den Malaria-Parasiten im Tal und in der Höhe in bezug auf Sauerstoff-Gehalt des Hb analoge Verhältnisse vor. Wenn also eine Beeinflussung des Plasmodium durch das Höhenklima vorliegt, so beruht diese nicht auf dem geringeren Sauerstoff-Partialdruck der Höhenluft.

VII. Resultate der Untersuchungen über den Infektionsverlauf.

Die Resultate der Untersuchungen über den Infektionsverlauf in Basel, in der UDK und auf dem JJ sind in Tab. 11 zusammengestellt. Über die Zunahme des Blutbefalls im Verlaufe der Infektion orientiert Tab. 12. Die eigentliche Besprechung der Ergebnisse möchten wir weiter unten anhand der übersichtlicheren Kurvenbilder durchführen.

Zunächst ist noch die Frage zu prüfen, wieweit die Zahlen der einzelnen Serien mit denen ihrer Ergänzungsserien (vgl. S. 35) übereinstimmen, und unter welchen Vorbehalten sie mit diesen in derselben Kurve vereinigt werden dürfen. Hierzu benützen wir vor allem die Angaben aus Tab. 12, da es wohl möglich ist, vom selben Tier täglich Blutproben zu entnehmen, Organsektionen dagegen nur einmal stattfinden können. Übereinstimmende Zahlen befallener Erythrocyten geben einen brauchbaren Hinweis in der Frage, ob die Infektion verschiedener Tiere allgemein auf ähnlicher Entwicklungsstufe steht; es kann allerdings immer wieder beobachtet werden, daß Einzeltiere, deren innere Organe normal befallen sind, ausgesprochen hohe oder seltener besonders niedrige derartige Werte aufweisen. In Tab. 12 sind in Serien, an denen solche «Ausnahme-Tiere» teilhatten, diejenigen Durchschnittswerte eingeklammert (runde Klammer), in denen die Zahlen dieses Einzeltieres berücksichtigt sind, nicht eingeklammert die Zahl, die ohne deren Einbeziehung errechnet wurde. Die Vernachlässigung dieser «Ausnahme-Tiere» ist insofern gerechtfertigt, als die betreffenden Tiere in allen Fällen vor Versuchsabschluß seziert wurden, womit die Berücksichtigung ihrer Blutbefallszahlen die Durchschnittswerte ungleichmäßig belasten würde, was graphisch dargestellt als Zacke zum Ausdruck käme. In erster Linie interessieren uns aber Normalkurven.