

# Ueber den angeblichen Einfluss des Höhenklimas auf die Hämoglobinbildung.

Von

**Dr. J. Weiss.**

---

(Aus dem Laboratorium von Herrn Professor v. Bunge in Basel.)  
(Der Redaction zugegangen am 25. December 1896.)

---

Paul Bert<sup>1)</sup> sprach zuerst im Jahre 1877 die Vermuthung aus, dass vielleicht bei der Adaptation von Menschen und Thieren an die dünne Luft grosser Höhen eine Vermehrung der Blutkörperchenzahl oder der Hämoglobinmenge eine Rolle spiele und forderte zu diesbezüglichen Blutuntersuchungen auf. A. Müntz<sup>2)</sup> setzte 1883 auf dem Gipfel des Pic du Midi in den Pyrenäen (2877 m) eine Heerde Kaninchen aus, in der Absicht, nach Jahr und Tag die verwilderten Nachkommen derselben zu untersuchen. Im Jahre 1889 machte Viault<sup>3)</sup> eine Reise nach Peru und Bolivia und beobachtete dabei in Morococha, einer 4392 m hoch gelegenen peruanischen Minenortschaft, dass nicht nur die eingeborenen oder seit Jahren dort wohnhaften Menschen und Thiere, sondern auch er selbst und sein Begleiter eine ungewöhnlich hohe Blutkörperchenzahl zeigten; bei letzterem hatte in 3 Wochen die Zahl von 7 auf 8 Millionen per cbmm. zugenommen. Auch Müntz erinnerte sich bei dieser Gelegenheit wieder seiner auf dem Pic du Midi verwilderten Kaninchen und fand in der That, dass das Blut derselben viel mehr Eisen enthielt und viel mehr Sauerstoff absorbirte als das Blut beliebiger Kaninchen aus der Ebene. Auch das Blut von Schafen, welche

---

<sup>1)</sup> P. Bert, La pression barométrique, Paris 1877, S. 1109.

<sup>2)</sup> Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, Paris 1891, A. 112, S. 298.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, A. 111, S. 917.

einige Wochen an den Abhängen des Pic du Midi geweidet hatten, fand er ungewöhnlich reich an festen Bestandtheilen und Eisen.

Im Jahre 1891 nahm Egger<sup>1)</sup> in Arosa diese Versuche wieder auf und constatirte ebenfalls eine bedeutende Zunahme der Zahl der rothen Blutkörperchen unter dem Einfluss der Höhe sowohl bei Menschen als bei Thieren, welche sogar bis zu 63% betrug und ihr Maximum theils in 11—15 Tagen, theils in mehreren Wochen erreichte. Wurden die Thiere wieder in die Ebene verbracht, so trat in gleicher Weise eine Verminderung der Zahl der rothen Blutkörperchen ein. In der Mehrzahl der Fälle blieb die Zunahme des Hämoglobingehaltes hinter derjenigen der Blutkörperchenzahl Anfangs zurück, nur in 2 Fällen von 12 nahm schon in den ersten 1½—4 Wochen der Blutfarbstoff erheblich mehr zu als die Blutkörperchenzahl. Bei neun Personen ergab sich innerhalb

12,7 Tagen Zunahme der Blutkörperchen	= 19,72%
12,7 » » des Hämoglobingehaltes	= 7,23 »

innerhalb 36,2 Tagen Zunahme der Blutkörperchen	= 23,27%
36,2 » » des Hämoglobingehaltes	= 15,32 »

Müntz hatte in 100 gr. Blut von Bergkaninchen 70,2 mgr. Eisen bei einem specifischen Gewichte von 1060,1, bei Kaninchen in der Ebene nur 40,3 mgr. bei einem specifischen Gewichte von 1046,2 gefunden.

Aber auch unter anderen Bedingungen kommen auffallende Schwankungen in der Zahl der rothen Blutkörperchen vor. So hat Malassez<sup>2)</sup> gefunden, dass sich bei Inanition die Zahl der rothen Blutkörperchen im Anfang steigerte. Andreesen<sup>3)</sup> hat dies durch Versuche bei Geisteskranken, welche jede Nahrungsaufnahme verweigerten, bestätigt. Wurde den Hungernden Wasser zugeführt, so wurde die Zahl der

<sup>1)</sup> Verhandlungen des XII. Congresses für innere Medicin. Wiesbaden 1893, S. 262.

<sup>2)</sup> Archives de Physiologie normale et pathologique 1875, S. 261.

<sup>3)</sup> A. Andreesen. Ueber die Ursachen der Schwankungen im Verhältniss der rothen Blutkörperchen zum Plasma. Inaug.-Diss., Dorpat, Schnakenburg 1883.

Blutkörperchen für kurze Zeit herabgesetzt. Auch bei Versuchen mit Gaben von Alkohol, Chloralhydrat und Amylnitrit, welche Stoffe einen Einfluss auf die Weite der Blutgefäße ausüben, wurde eine deutliche Herabsetzung der Zahl der Blutkörperchen constatirt. Formanek und Haškovec<sup>1)</sup> wiesen bei Thieren, die sie durch Gaben von Strychnin und Brucin oder durch Reizung des centralen Endes des durchschnittenen N. ischiadicus in Krampfzustand versetzt hatten, sowohl eine Vermehrung der Blutkörperchen, als des Hämoglobin- und Eisengehaltes gegenüber dem Normalzustande nach.

Bei allen diesen Versuchen ist es schon a priori unwahrscheinlich, dass es sich um Schwankungen in der Hämoglobinmenge des Gesamtorganismus handelt. Es ist weit wahrscheinlicher, dass der Rauminhalt des geschlossenen Gefässsystems unter den genannten Einflüssen sich ändert. Wenn die Schwankungen im Hämoglobingehalte und in der Blutkörperchenzahl nicht immer proportional gefunden wurden, so erklärt sich dieses vielleicht aus der Ungenauigkeit der Hämoglobinbestimmung. Bunge<sup>2)</sup> äusserte sich über diese Frage folgendermaassen: «In Betreff der Erfolge, die man erzielt haben will in Bezug auf die Blutkörperchenbildung und Hämoglobinbildung durch das Höhenklima, durch den veränderten Luftdruck, ist es doch sehr auffallend, wie rasch dieser Vortheil, den man oben erzielt, wieder verloren geht, sobald die Individuen zurück ins Thal kommen. Dort stellt bald wieder der alte Hämoglobingehalt sich her. Ich möchte daher fragen, ob hier nicht eine andere Erklärung auch zulässig ist. Ich gebe ja die Möglichkeit zu, dass in der Höhenluft viel Blutkörperchen gebildet werden, aber wir können es uns auch anders denken. Es ist sehr wohl möglich, dass oben die Blutgefäße sich zusammenziehen, ein Theil des Plasmas heraustritt in die Lymphräume und nur relativ die Hämoglobinmenge vermehrt wird. Dass dies geschieht, ist teleologisch ganz plausibel; es kann nämlich bei gleicher

<sup>1)</sup> Wiener medicinische Blätter, Nr. 7, 1896.

<sup>2)</sup> Verhandlungen des Congresses für innere Medicin. München, 1895, S. 192.

Herzarbeit umsomehr Hämoglobin durch die Lungen getrieben und umsomehr Sauerstoff trotz des verminderten Partiardruckes aufgenommen werden, je grösser der Hämoglobingehalt in der Volumeinheit des Blutes. Es handelt sich also um einen von den Processen der Selbstregulirung, denen wir so häufig in der Natur begegnen».

Auf Anregung von Herrn Professor Bunge beschloss ich daher, durch den directen Versuch die Frage zu entscheiden, ob unter dem Einfluss des Höhenklimas der Hämoglobingehalt des Gesamtorganismus steigt. Ein Versuch wurde auf dem Pilatus (2070 m), zwei Versuche in Andermatt (1444 m) vorgenommen, indem von je zwei Wurfen Kaninchen die eine Hälfte jedes Wurfes nach diesen hochgelegenen Orten verbracht wurde, während die andere Hälfte als Controlle in Basel (265 m) verblieb; die Nahrung war die gleiche. Nach Ablauf von vier Wochen wurde die Zählung der Blutkörperchen vorgenommen. Darauf wurden die Thiere mit Aether getödtet und in Eis verpackt nach Basel gebracht. Dort wurde das Fell und der Verdauungstractus vom Rachen bis zum After entfernt, sowie die Gallenblase und der Inhalt der Harnblase, da die dem Felle allenfalls anhaftenden Unreinigkeiten sowohl als die specifischen Farbstoffe des Darminhaltes und des Inhaltes der Harn- und Gallenblase eine Störung der colorimetrischen Bestimmung hätten verursachen können. Man erhält auf diese Weise zwar keine richtigen absoluten, dafür aber unter einander um so besser vergleichbare Werthe. Nachdem dann das Gewicht durch Subtraction bestimmt war, wurden die Thiere zerhackt und so lange mit Wasser extrahirt, als noch eine Färbung der ablaufenden Flüssigkeit erkennbar war. Die gewonnene Flüssigkeit wurde dann durch ein dickes Papierfilter filtrirt, nachdem vorher ihre Menge festgestellt war, und dann mit einer Lösung von Pferdebluthämoglobin verglichen, welches nach Zinoffski<sup>1)</sup> dargestellt war. Der Hämoglobingehalt war vorher bestimmt worden. Von der grossen Genauigkeit dieser Methode hatte

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr., Bd. 10, S. 16, 1885.

ich mich vorher durch viele Versuche überzeugt, welche bis auf drei Stellen genaue Resultate ergaben. Die Vergleichung erfolgte mit Hilfe der planparallelen Gläser im auffallenden Tageslichte. Mit den in Basel verbliebenen Controllthieren wurde in ganz gleicher Weise verfahren. Die Ergebnisse waren folgende:

### I. Versuch.

Pilatus.	Basel.
Hämoglobingehalt pro 1000 gr. Körpergewicht.	
I. 5,05	I. 5,6
II. 4,25	II. 4,09
III. 4,25	III. 4,20
Blutkörperchen pro cbmm.	
I. 6,7 Mill.	I. 6,0 Mill.
II. 6,4 »	II. 5,6 »
III. 6,3 »	III. 5,8 »
Alter der Thiere bei der Tödtung: 7 Wochen.	

### II. Versuch.

Andermatt.	Basel.
Hämoglobingehalt pro 1000 gr. Körpergewicht.	
I. 4,1	I. 7,1
II. 5,7	II. 5,56
III. 5,4	III. 5,5
Blutkörperchen pro cbmm.	
I. 6,8 Mill.	I. 4,7 Mill.
II. 6,4 »	II. 4,0 »
III. 6,7 »	III. 4,4 »
Alter der Thiere: 12 Wochen.	

### III. Versuch.

Andermatt.	Basel.
Hämoglobingehalt pro 1000 gr. Körpergewicht.	
I. 6,5	I. 6,25
II. 6,41	II. 6,40
III. 6,78	III. 6,13
Blutkörperchen pro cbmm.	
I. 6,4 Mill.	I. 5,6 Mill.
II. 6,8	II. 5,24 »
III. 6,5	III. 5,4 »

Während also eine relative Vermehrung der rothen Blutkörperchen innerhalb 4 Wochen von 12—24% bei den Thieren, welche in die Höhe verbracht wurden, gegenüber den unten Bleibenden eintrat, blieb der Hämoglobingehalt des Gesamtorganismus derselbe. Es liegt somit vorläufig kein Grund vor, einen günstigen Einfluss des Höhenklimas auf die Assimilation des Eisens und die Hämoglobinbildung anzunehmen.