**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 113 (1932)

**Artikel:** Der Mensch bei Sauerstoffmangel

**Autor:** Fleisch, A.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-90385

**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:** 11.07.2025

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

# Der Mensch bei Sauerstoffmangel

Von

A. Fleisch, Dorpat[1]

Bei der bequemen Fahrt auf diese Höhe von rund 3500 m haben die meisten von Ihnen an sich selbst Wahrnehmungen gemacht von Symptomen, die Ihnen im Tieflande fremd sind, so z. B. leicht bläuliche Verfärbung der Fingernägel und der Lippen, oder beschleunigte und vielleicht auch mühsame Atmung, Pulsbeschleunigung, Unwohlsein und eventuell Schwindelgefühl. Einzelne empfinden vielleicht eine geistige Benommenheit, und es ist nicht ausgeschlossen, dass schon in dieser Höhe kurzdauernde Ohnmachten auftreten. Es sind dies alles die Initialsymptome einer leichten Bergkrankheit.

Auf die älteren Theorien über die Entstehung der Bergkrankheit brauche ich kaum einzugehen. Die Annahme von Longstaff, dass die Bergkrankheit auf einem Zusammentreffen von körperlicher Anstrengung, Ungewohntheit und Nahrungsmangel beruhe, ist längst widerlegt, und ebenso die Behauptung des italienischen Physiologen Mosso, dass ein Verlust der Blutkohlensäure die Ursache sei.

Es ist heute sicher, dass der Sauerstoffmangel die Ursache der Bergkrankheit ist. Und da wir alle mehr oder weniger von einem gewissen Sauerstoffmangel hier oben betroffen sind, so dürfte wohl die Erörterung dieses Themas von Interesse sein.

Zum Verständnis, wieso es in dieser relativ geringen Höhe von 3500 m, wo der Luftdruck nur von 720 auf 500 mm Hg reduziert ist, schon zu einem Sauerstoffmangel kommen soll, muss ich einige Worte über die physiologische Regulierung der Atmung vorausschicken; denn auf den ersten Blick erscheint es unverständ-

[1] Vortrag, gehalten an der Tagung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft auf Jungfraujoch, 8. August 1932.

lich, warum wir den Sauerstoffmangel nicht einfach durch verstärkte Atmung kompensieren, wie wir das im Tiefland machen, wo die Sauerstoffbelieferung unseres Organismus bei schwerer Arbeitsleistung beinahe zehnmal grösser werden kann als in der Ruhe. Die Erklärung dafür, dass der Sauerstoffmangel nicht durch verstärkte Atmung kompensiert wird, ist gegeben durch das regulatorische Agens der Atmungsgrösse. Die Stärke unserer Atmung wird nämlich reguliert durch die Kohlensäure, bzw. die Wasserstoffionen-Konzentration ($C_H$), welche im Atmungszentrum herrscht, das im verlängerten Marke gelegen ist. Wird durch verstärkte Körperarbeit mehr Kohlensäure gebildet, so wird die Reaktion des Blutes und infolgedessen dann auch die Reaktion im Atmungszentrum nach der sauren Seite verschoben. Dadurch wird die Atmung vergrössert und beschleunigt, wodurch in vergrössertem Masse Kohlensäure aus der Lunge und damit aus dem Blute entfernt wird. Die verstärkte Atmung dauert so lange, als überschüssige Kohlensäure im Blute vorhanden ist. Ist aus irgendeinem Grunde, z. B. willkürlich verstärkte Atmung, der Kohlensäurespiegel des Blutes unter die Norm gesunken, so dass das Blut und damit auch die Reaktion im Atmungszentrum zu alkalisch geworden ist, so steht das Atmungszentrum still, bis durch die fortwährend im Körper sich bildende Kohlensäure die Reaktion genügend nach der sauren Seite verschoben ist, um das Atmungszentrum wiederum zu erregen. Dies ist der Fall, wenn die Spannung der freien Kohlensäure im arteriellen Blute, welches das Atmungszentrum umspült, 40 mm Hg beträgt, und diese Kohlensäurespannung von 40 mm Hg ist im arteriellen Blute dann vorhanden, wenn in der Alveolarluft der Lungen ebenfalls eine Kohlensäurespannung von 40 mm vorhanden ist. Dies ist tatsächlich immer der Fall, indem unsere Alveolarluft immer 5—6 % Kohlensäure enthält.

Damit haben wir bereits das Verständnis erhalten, warum wir den Sauerstoffmangel nicht einfach durch verstärkte Atmung kompensieren können. Da die Kohlensäure der hauptsächlichste Regulator der Atmungsgrösse ist, so ist es dem Organismus unmöglich, den Sauerstoffmangel grosser Höhen durch verstärkte Atmung zu kompensieren. Denn durch verstärkte Atmung würde die Kohlensäure ausgewaschen, das Blut würde alkalisch und dadurch würde die Atmung stillstehen. Im Tiefland kommt es, auch bei intensiver Arbeit, hingegen nicht zu einem Sauerstoffmangel, weil im Tiefland der

Sauerstoffbedarf sich annähernd parallel verändert mit der Kohlensäureproduktion.

Wenn ich gesagt habe, dass nur die Kohlensäure die Atmungsintensität reguliere und dass infolgedessen die Kohlensäurespannung in der Lungenluft konstant bleiben müsse, so gilt dies nur in erster Annäherung. Bei schwerem Sauerstoffmangel wird nämlich die Atmung auch ohne vergrösserte Kohlensäureproduktion etwas verstärkt, und infolge der vermehrten Kohlensäureauswaschung sinkt dann die Kohlensäurespannung in den Lungen. Es ist bis heute noch nicht klar geworden, welcher Faktor bei Sauerstoffmangel die Atmung vergrössert. Es kommen hierfür folgende Mechanismen in Frage:

1. Sauerstoffmangel erregt direkt das Atmungszentrum, aber weniger stark als Kohlensäure.
2. Infolge Sauerstoffmangel entstehen im Atmungszentrum fixe Säuren, wie Milchsäure, welche die $C_H$ und damit die Atmung vergrössern.
3. Sauerstoffmangel steigert die Empfindlichkeit des Atmungszentrums, so dass es auf die gleiche $C_H$ stärker reagiert. Diese Empfindlichkeitssteigerung kommt wahrscheinlich, wie Fleisch zeigen konnte, durch nervöse Impulse vom Grosshirn zustande.

Auf Grund der eben gewonnenen Erkenntnis, dass die Kohlensäure in erster Linie die Atmungsintensität reguliert, und dass deshalb immer eine gewisse Kohlensäurespannung in der Lungenluft vorhanden sein muss, sind wir nun imstande, die Zusammensetzung der Alveolarluft in der Tiefe und in der Höhe kausal zu verstehen. Schon auf Meeresniveau fällt auf, dass die Sauerstoffspannung in der Lungenluft nur 100 mm beträgt, währenddem sie in der atmosphärischen Luft 152 mm ist. Dies hängt damit zusammen, dass einmal die Luft in der Lunge immer wasserdampfgesättigt ist, so dass vom Gesamtdruck rund 45 mm auf den Wasserdampf entfallen; vom restlichen Druck entfällt dann $^1/_5$ auf Sauerstoff. Da aber in der Lunge Sauerstoff absorbiert und ersetzt wird durch Kohlensäure, so ist von der Sauerstoffspannung die Kohlensäurespannung zu subtrahieren. Nur dieser Rest entspricht dann der Sauerstoffspannung unserer Lungenluft, und nur diese Sauerstoffspannung ist massgebend für die Sauerstoffresorption ins Blut. Dadurch, dass in der Höhe durch Akklimatisationsvorgänge die

Kohlensäurespannung in der Lunge kleiner wird, wird erreicht, dass die Sauerstoffspannung in der Lunge höher ist, als diese Berechnung ergibt. Namentlich in extremen Höhen ist der Unterschied ausserordentlich wirksam. Ohne diese Reduzierung der Kohlensäurespannung in der Lunge wäre in 9000 m Höhe die Sauerstoffspannung in der Lunge auf Null gesunken. Wir sehen daraus, einen wie ungeheuren Anteil die Akklimatisation daran hat, dass der Mensch in Höhen über 6000 m vorstossen kann.

Da für den Transport des Sauerstoffes durch das Lungenepithel hindurch ins Blut nur die reinen Diffusionskräfte ohne jede aktive Sekretion zur Verfügung stehen, so kann im arteriellen Blute die Sauerstoffspannung höchstens gleich gross sein wie in der Lunge. Auch bei den kleinen Sauerstoffspannungen ist das Blut relativ noch stark gesättigt, wie aus der Dissoziationskurve des Hämoglobins entnommen werden kann. Bei 40 mm Sauerstoffspannung z. B., wie in 7000 m Höhe gefunden worden ist, ist das Blut noch zu über 70 % seiner maximalen Kapazität mit Sauerstoff gesättigt. In bezug auf die Dissoziationskurve des Hämoglobins macht sich ein neuer Akklimatisationsvorgang geltend, weil die Dissoziationskurve um so höher verläuft, je kleiner die Kohlensäurespannung im Blute ist. Je niedriger die Kohlensäurespannung im Blute ist, um so mehr Sauerstoff kann das Blut bei gleicher Sauerstoffspannung aufnehmen. Wir kommen somit zur Feststellung, und die experimentellen Befunde bestätigen dies, dass in der Höhe der Sauerstoffgehalt des Blutes relativ wenig sinkt, dass hingegen die Sauerstoffspannung stark zurückgeht. So fand Barcroft in den Anden in 4500 m Höhe die Sauerstoffsättigung des Blutes noch zu 85 %, während die $O_2$spannung von 100 auf 50 mm gefallen war. Die Ursache für die Bergkrankheit ist somit nicht der Sauerstoffmangel im Blute — denn es wäre im Blute genügend Sauerstoff vorhanden — sondern ursächlich für die Bergkrankheit ist der ungenügende Druck des Sauerstoffes, wodurch er in nur ungenügender Weise ins Gewebe diffundiert. Offenbar verlangen die empfindlichen Teile des Organismus, wie das Zentralnervensystem und namentlich das verlängerte Mark, dass der Sauerstoff mit einer gewissen Druckhöhe angeboten wird.

Nun möchte ich Ihnen die hauptsächlichsten Symptome des Sauerstoffmangels kurz aufzählen, um Ihnen zu zeigen, wie vielfältig seine Einflüsse sind.

Die Atmung wird erhöht, hauptsächlich durch Zunahme der Atmungsfrequenz. Allerdings ist diese Steigerung nicht bedeutend. In der Unterdruckkammer bei einem Luftdruck entsprechend einer Höhe von 7000 m fanden wir selbst eine Zunahme des Atmungsvolumens um etwa 50 %. Das ist wenig, wenn wir bedenken, dass durch körperliche Arbeit die Atmung auf das Sieben- bis Zehnfache gesteigert werden kann.

Die Zahl der roten Blutkörperchen steigt, wie Ihnen allen bekannt ist, schon in den klimatischen Stationen der Schweiz deutlich an. Auf dem Pamir-Plateau fand Hingston, der Mediziner der Mount Everest-Expedition im Jahre 1924, in 5000 m Höhe die Erythrocytenzahl im Kubikmillimeter zu rund 8 Millionen, gegenüber 4,5 bis 5 Millionen in der Tiefe. Diese Vermehrung kommt zustande teils durch Ausschwemmung der Erythrocyten aus den Depots, wie der Milz, zum Teil durch verstärkte Neubildung im Knochenmark, wodurch zahllose Jugendformen von Erythrocyten im Blute kreisen. Es handelt sich dabei nicht etwa nur um eine Eindickung des Blutes, sondern um eine wirkliche Vermehrung, indem auch der totale Hämoglobinbestand des Organismus vermehrt wird.

Genau so wie die Verstärkung der Atmung, so ist auch die Vermehrung der roten Blutkörperchen als Akklimatisationsvorgang aufzufassen, indem dadurch die Sauerstoffkapazität des Blutes vermehrt wird. Anderseits hat die Vermehrung der roten Blutkörperchen auch eine ungünstige Konsequenz, indem dadurch die Viskosität des Blutes stark erhöht und dadurch die Herzarbeit vergrössert wird.

Auch diese vergrösserte Blutviskosität versucht der Körper wiederum zu kompensieren, indem der Eiweissgehalt des Blutserums vermindert wird, was seinerseits die Viskosität etwas herabsetzt.

Es wurde eben gesagt, dass die Vermehrung der roten Blutzellen die Kreislaufarbeit vergrössere. Dementsprechend kommt es in der Höhe beim ruhenden, nicht akklimatisierten Menschen zu einer Pulsbeschleunigung und häufig, aber durchaus nicht immer, zu einem Anstieg des Blutdruckes. So wurde auf dem Mount Everest keine charakteristische Änderung des Blutdruckes festgestellt. Nach der Akklimatisierung kann der Puls selbst in 5000 und 7000 m Höhe bei absoluter Körperruhe Normalfrequenz aufweisen. Bei der Kangchendzönga-Expedition 1931 wurde von dem medizinischen Mitglied Hartmann bei einem Teilnehmer in 7600 m Höhe

bei absoluter Ruhe noch der normale Ruhepuls von 64 gefunden. Im allgemeinen aber steigt, auch nach guter Akklimatisation, die Pulsfrequenz in Ruhe, sofern die Höhe über 6000 m beträgt, was zeigt, dass auch in absoluter Ruhe ein ungedecktes Sauerstoffbedürfnis im Organismus besteht, welches auf nervösem Wege zu Pulsbeschleunigung führt. Dass über 6000 m die Zirkulation stark gestört ist, beweisen die kalte Haut und die kalten Extremitäten, die nicht mehr warm zu bringen sind. Offenbar wird hier der Blutstrom zugunsten der lebenswichtigen Organe gedrosselt. Sobald aber reiner Sauerstoff geatmet wird, werden Haut und Extremitäten wieder warm. Auffällig ist, dass der normale Ruhepuls schon durch kleinste körperliche Arbeit stark und für lange Zeit in die Höhe getrieben wird. Bei der Mount Everest-Expedition 1922 hatte ein Mitglied in 8200 m Höhe fast dauernd eine Pulsfrequenz von 200, was als Alarmsignal für einen versagenden Kreislauf zu deuten ist; denn bei dieser hohen Pulsfrequenz sinkt das vom Herzen geförderte Minutenvolumen wegen der geringen Herzfüllung.

Über das Verhalten des vom Herzen geförderten Minutenvolumen liegen wenig Befunde vor. Barcroft fand in den Anden in 4300 m keine Veränderung, währenddem Grollmann in gleicher Höhe in Colorado eine Zunahme bis 40 % fand, die allerdings nach Akklimatisierung wieder verschwand. Sicher wirken die extremen Höhen von zirka 8000 m herzschädigend, indem 1. Pulsunregelmässigkeiten auftreten, und 2. alle Teilnehmer der Everest-Expedition eine Herzdilatation davontrugen, die erst nach drei Wochen wieder verschwand.

Die Reaktion des Blutes wird in verschiedener Hinsicht beeinflusst. Einmal entstehen fixe Säuren des Intermediärstoffwechsels, wie Milchsäure, die namentlich bei Arbeitsleistung im Urin ausgeschieden werden. Anderseits haben wir gesehen, dass die freie Kohlensäure im Blute stark absinkt. Um das Blut durch diesen Kohlensäureverlust nicht alkalisch werden zu lassen, scheiden die Nieren eine entsprechende Menge von Alkali, speziell Natriumbikarbonat, aus. Durch diesen gleichzeitigen Verlust von sauren Valenzen durch die Atmung und alkalischen Valenzen durch den Urin wird die $C_H$ des Blutes kaum verändert; wenigstens liegen einheitliche Resultate über $C_H$-Änderungen nicht vor.

Der Stoffwechsel wird bei den meisten Personen beim Übergang zur Höhe etwas gesteigert. In den klimatischen Höhenlagen

kommt es gerne zu einem Eiweissansatz, über 4000 m hingegen zu einem intensiven Eiweisszerfall. Auf noch viele andere Änderungen, die der Höhenaufenthalt bewirkt, will ich nicht eingehen; Interessenten finden alles Wünschenswerte in dem Werke von Loewy „Physiologie des Höhenklimas“.

Nur zwei Punkte seien noch erwähnt, nämlich das Verhalten der Muskelkraft und der Sinnesorgane. Bei der Kangchendzönga-Expedition 1931 stellte Richter durch fortlaufende Messungen der Unterarmbeuger mit dem Dynamometer fest, dass in 7600 m Höhe keine Verringerung der Muskelkraft eingetreten ist. Hingegen ist in diesen Höhen die Funktion der Sinnesorgane herabgesetzt. Für eine Druckempfindung braucht man die doppelte Reizschwelle, und bei allen Himalaya-Expeditionen beobachteten viele Teilnehmer eine Reduzierung der Geschmacks-, Geruchs- und Gehörsempfindung.

Für denjenigen, der in die Höhe steigt oder fährt, sind am auffallendsten die psychischen Änderungen, die Ihnen allen aus dem Aufenthalt in klimatischen Stationen bekannt sind. Sobald man in die Höhe kommt, fühlt man sich psychisch angeregt, die Müdigkeit ist verschwunden und man fühlt sich viel frischer als im Tiefland; es setzt auch sofort ein vermehrter Tätigkeitsdrang ein. Mit dieser Erregung der psychischen Funktionen geht parallel ein vermindertes Schlafbedürfnis. Wenn man zum erstenmal in 2000 bis 2500 m übernachtet, so ist der Schlaf oberflächlich, von aufgeregten Träumen und häufigem Erwachen unterbrochen, und trotz des schlechten und kurzen Schlafes fühlt man sich am folgenden Tage nicht müde. Ferner ist man resistenter gegen Narcoticis. Diese Veränderungen unserer Psyche und ebenso vieler körperlicher Symptome erklären sich von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus, nämlich, dass im Höhenklima etwa bis zu 3000 m ein verstärkter Tonus des sympathischen Nervensystems sich geltend macht, eine Anschauung, die ich schon 1926 geäussert habe. Zum Symptomenbild eines Überwiegens des sympathischen Nervensystems gehören auch die meisten Symptome des mässigen Höhenklimas, nämlich Steigerung der Pulsfrequenz, des Blutdruckes, der Atmung, des Grundumsatzes und der Körpertemperatur. Im gleichen Sinne spricht auch, dass im Höhenklima der Organismus stärker empfindlich wird gegen Adrenalin, dieses stärkste Sympathicus-Reizmittel. Die physiologische Wirkung des Höhenklimas als die Konsequenzen eines Überwiegens

des sympathischen Nervensystems aufzufassen, ist allerdings nur angängig, wenn es sich um eine Höhe bis zirka 3000 m handelt. Steigen wir höher empor, so tritt zusehends immer mehr das Bild der Bergkrankheit auf. Der Beginn ist individuell verschieden, selten schon bei 2000 m, über 4000 m hingegen sind fast alle Nicht-Akklimatisierten krank.

Das Bild der Bergkrankheit ist folgendes: Bläuliche Verfärbung der Nägel, Lippen und Wangen infolge ungenügender Sauerstoffsättigung des Blutes. Puls und Atmung werden beschleunigt, die Atmung wird beschwerlich. Am auffälligsten sind die psychischen Veränderungen, es erfolgt eine geistige Erschlaffung, Verlust an Willensenergie, starke Müdigkeit, die einen sofort einschlafen lässt, Kopfschmerzen sind häufig. Am wohlsten fühlt man sich noch liegend bei vollkommener Körperruhe. Jegliche Körperarbeit, überhaupt alles, was den Stoffwechsel und damit den Sauerstoffbedarf erhöht, also auch die Kälte, verstärkt die Symptome rapid. Schwere Atemnot und Muskelschwäche treten auf, das Bewusstsein wird unklar, die psychischen Funktionen versagen, Übelkeit und gelegentlich auch Erbrechen können auftreten, Ohnmachten sind keine Seltenheit. Auffällig ist, dass bei den schweren Stadien der Bergkrankheit der Intellekt sehr viel mehr leidet, als man selbst glaubt. Als ich in der Unterdruckkammer des Physiologischen Institutes Zürich bei einem Luftdruck entsprechend 7000 m Höhe zum erstenmal experimentierte, fühlte ich mich zwar sehr elend, empfand aber noch die Befriedigung, trotz der Bergkrankheit noch exakte Beobachtungen anstellen und klare Protokolle schreiben zu können. Bei der Rückkehr zu Normaldruck entpuppten sich diese Protokolle dann allerdings zu nichts anderem brauchbar als zum Beweis der psychischen Insuffizienz bei 7000 m Höhe. Die Ablesungen mussten falsch gemacht oder falsch notiert worden sein; zudem waren die Protokolle unvollständig, und kaum leserliche Zahlen standen sinnlos auf dem Papier. Dem bekannten englischen Physiologen Haldane passierte in der Unterdruckkammer mit einem Luftdruck entsprechend einer Höhe von 7200 m folgendes: Er will die blaue Verfärbung seines Gesichtes beobachten und hält zu diesem Zweck die Rückseite eines Spiegels lange Zeit vors Gesicht; zudem gibt er andauernd falsche Befehle durchs Telephon. Falsche Reaktionen sind häufig. Bei der berühmten Ballonfahrt von Tissandier mit zwei Begleitern im Jahre 1875 werden alle drei Insassen in 8000 m

ohnmächtig. Einer erwacht wieder, erkennt die Lebensgefahr und will den Ballon senken. Zu diesem Zwecke wirft er Sand aus, der Ballon steigt und zwei Insassen sterben zwischen 8000 und 8500 m Höhe.

Die Bergkrankheit beruht ganz sicher auf einem Mangel an Sauerstoff, bzw. ungenügendem Sauerstoffdruck; denn Einatmung von reinem Sauerstoff bringt die Symptome sofort zum Verschwinden.

Ich habe Ihnen die Symptome der Bergkrankheit zum Teil aus eigener Erfahrung in der Unterdruckkammer beschrieben. Bei aktivem Emporsteigen in die Berge sind die Symptome genau die gleichen, wie die vielen Himalaya-Expeditionen dartun. Allerdings kommt bei allen Himalaya-Expeditionen ein neues Moment hinzu, das das Vordringen stark erleichtert. Das ist die Akklimatisation, indem ein wochenlanger Aufenthalt in 5000—7000 m Höhe dem eigentlichen Gipfelsturm vorangeht. Nur durch die Akklimatisation ist es möglich geworden, eine Höhe von 8540 m ohne Zuhilfenahme von Sauerstoff zu erreichen, während beim Nicht-Akklimatisierten diese Höhe tödlich wirkt. Der erreichte Punkt von 8540 m war noch 300 m unter dem Gipfel, und die grosse Frage lautet, ob die restlichen 300 m ohne Zuhilfenahme von Sauerstoff vom Menschen überhaupt erreicht werden können. Die meisten Teilnehmer glauben es; aber wir müssen daran erinnern, dass die Teilnehmer in der genannten Höhe von schwerster Bergkrankheit befallen waren. Sie konnten nur eine Strecke von 20 m gehen und mussten dann wiederum 1—2 Minuten lang ausruhen unter willkürlich verstärkter Atmung. Die Stundenleistung war nur noch 33 m Höhendifferenz. Ich neige eher zur Ansicht von Finch, der schreibt, dass der Mount Everest nur mit Hilfe von Sauerstoff erreichbar sei, und der bekennt, dass in jener Nacht in 7800 m bei stärkstem Sturm und Kälte nur der Sauerstoff ihnen das Leben gerettet habe. Auf jeden Fall ist der Versuch, ohne Sauerstoff in 8900 m Höhe vordringen zu wollen, ein Wagnis, das mit hoher Wahrscheinlichkeit mit dem Leben zu bezahlen ist.

Dass bei Atmung von reinem Sauerstoff viel grössere Höhen erreicht werden können, ist physiologisch selbstverständlich und durch Ballonfahrten und Fliegen bewiesen. Allerdings ist über zirka 15,000 m auch mit reinem Sauerstoff und vorheriger Akklimatisation nicht hinauszukommen wegen der ungenügenden Sauerstoffspannung. Wer noch höher will, der steige in die Gondel unseres Landsmannes Piccard.