

Untersuchungen über die Wirkung einiger Kobaltverbindungen und der Höhenluft durch Beeinflussung des Blutes und der Konstitution der Haustiere im Tiefland und in Höhenstationen

Autor(en): **Duerst, U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **5 (1949)**

Heft 4

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-309183>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Aus dem Veterinär-hygienischen Institut der Universität Bern
Direktor: Prof. Dr. U. Duerst

Untersuchungen über die Wirkung einiger Kobaltverbindungen und der Höhenluft durch Beeinflussung des Blutes und der Kon- stitution der Haustiere im Tiefland und in Höhenstationen

Von U. Duerst

Gegenüber der Auffassung älterer schweizerischer Forscher, insbesondere der Herren Prof. Sir *Arnold Theiler* und Prof. *Anton Krupski*, daß die bei unseren Haustieren und ganz besonders bei den Wiederkäuern auftretenden Mangelkrankheiten ausschließlich auf dem Mangel an Phosphor und Kalk beruhen, haben uns die Beobachtungen vieler Gelehrter in den verschiedensten Gebieten der Erde in den letzten zwei Jahrzehnten einen nie geahnten Blick in die Bedeutung der *Spurenelemente* bei der Genese der Mangelkrankheiten eröffnet. Schon 1914 hatten *Kent* und seine Mitarbeiter beim Menschen Stoffwechselversuche mit Kobaltsalzen durchgeführt und gefunden, daß Männer bis 20% der in der Nahrung aufgenommenen Kobaltmenge im Harn ausgeschieden, während injizierter Kobalt besonders durch die Nieren weit langsamer ausgeschieden wurde; möglicherweise erfolgte sogar eine Speicherung. In der Veterinärmedizin lenkte aber die Heilung großer Enzootien in Neuseeland durch *McNaught* im Jahre 1938 eine allgemein vermehrte Aufmerksamkeit auf dieses Spurenelement. Zwar hatte gleichzeitig in Australien *Marston* ebenfalls eine bisher unbekannte Rinderkrankheit durch Kobalt heilen können und bald mehrten sich in Afrika, Nord- und Südamerika, Indien und endlich dann auch in Europa Publikationen über die unter den verschiedensten Namen beschriebenen, durch Kobaltgaben heilbaren Endemien der Haustiere. Ob wir allerdings, wie dies die ersten britischen und auch die skandinavischen Autoren *Bendixen* und *Pedersen* (1945) und *Ender* und *Tanager* (1948) annehmen, von «Acobaltosis», also von Kobaltmangel als einziger Ursache sprechen dürfen, werden wir wohl erst später mit Sicherheit sagen können. Dagegen steht heute schon einwandfrei fest, daß durch Verabreichung schon sehr kleiner Mengen von Kobaltverbindungen verschiedene Formen dieser Art von

Mangelkrankheiten geheilt werden konnten. Die Symptome dieser Krankheit wechseln zwar etwas nach der Tierspezies. Stets aber ist Anämie vorhanden, dazu kommen Appetitlosigkeit, Konstipation oder Diarrhöe, Abmagerung, Steifheit der Glieder, beim Rinde Rückgang der Milchleistung, Ausbleiben der Brunst, Frühgeburten, abwegige Geschmacksgelüste, wie typische Lecksucht bei den Wiederkäuern, was sich alles bis zum allgemeinen Kräftezerfall steigern kann. Im Arbeitsbericht der Kommission für Mangelkrankheiten aus dem Jahre 1947 (Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss., 4, 1948, 262) konnten wir darauf hinweisen, daß in den Engadiner Alpen, auf Grevas Alvas bei Maloja z. B., trotz des hohen Kobaltgehaltes des dortigen Bodens (*de Quervain*, Bull., 4, 1948, 228–242) typische Lecksucht auftritt. Wir folgerten hieraus, daß in unseren Verhältnissen die Kobaltaufnahmefähigkeit der Futterpflanzen und der konstitutionelle Habitus der Tiere für das Ausbleiben oder Auftreten der Lecksucht ausschlaggebend sind. Diese Erkenntnis führte uns dazu, die Wirkung des Kobaltes im Körper physiologisch genau zu verfolgen. Untersuchungen von *Ender* und *Tanager* ergaben, daß Heu mit nur 0,027–0,080 mg Co pro kg Trockensubstanz Mangelkrankheitssymptome veranlaßte, während Kobaltmengen von 0,075–0,25 mg pro kg Trockensubstanz dieselben verhindern konnten. Die amerikanischen Autoren meldeten eine nach 2–3 Tagen Kobaltverabreichung erfolgte Besserung, während bei uns die Wirkung langsamer eintrat und die Heilung durchschnittlich erst nach einem Monat Kobalttherapie erreicht werden konnte. So kamen wir – ohne sämtliche Kobaltsalze prüfen zu können – dazu, die Differenzen der Wirksamkeit der Kobalti- und Kobalto-Verbindungen zu erforschen. Wir begannen zuerst mit dem von den skandinavischen Autoren empfohlenen Kobaltoacetat. Bei Verabreichung der maximalen Tagesdosis von 50 mg pro 100 kg Lebendgewicht der kranken Tiere stellten wir aber nur eine langsam eintretende Wirkung fest. Am zuverlässigsten und raschesten wirkten dagegen die dreiwertigen Kobaltsalze, vor allem das allerdings kostspielige Kobaltiacetat. Wir erreichten mit demselben bei einer Dosis von 50 mg pro 100 kg Lebendgewicht der kranken Tiere innerhalb 30 Tagen völlige Heilungen. Am wenigsten geeignet schien uns das Kobaltkarbonat, das größere Dosen erfordert, beim Überschreiten der normalen Dosierung aber ebenfalls toxisch wirkte, wie wir uns mehrfach durch Einnehmen kleinster Gaben der verschiedenen Kobaltsalze an unserem eigenen Körper überzeugten. Für die Kobaltsalze stellten wir fest, daß z. B. 90 mg pro kg Lebendgewicht schon toxisch wirkten. *Dixon* und *Kitson* (1941) fanden die Wirkung der Kobaltsalze in Neuseeland ebenfalls stark vermindert, da sie meistens mit Kalkkarbonaten gemischt waren; sie muß-

ten sie während 5 Monaten verabreichen, um die gewünschte Heilung zu erzielen. Hingegen meldeten diese Autoren, daß sie bei Lämmern eine Gewichtszunahme von 14–19 Pfund erreichten, während die Kontrolllämmer, die kein Kobalt erhielten, während 19 Wochen Weide bei bloßer Kalkzufütterung nur um 2 Pfund schwerer wurden. Sie stellten ferner fest, daß die Leber der mit Kobalt und Kalk gefütterten Lämmer bei der Analyse weit höhere Kobaltmengen enthielt als die Leber der auf kobaltfreien Weiden aufgezogenen Tiere. Das «Wie» der Wirkungsweise der Kobalttherapie blieb aber noch weiterhin ungeklärt. Die Arbeiten der letzten 4 Jahre schienen jedoch dem Verständnis des Wirkungsmechanismus näher zu kommen:

Zunächst zeigten sich die Erscheinungen der Anämie als typisch, indem die mangelhaft mit Blut versorgten Assimilationsorgane in ihren Leistungen versagten. In der Tat gelang auch bald der Nachweis der hämatopoetischen Aktion des Kobaltes in Leber, Milz und Knochenmark (*Frost, Spitzer, Elvehjem* und *Hart* [1941], *Dorrance* und Mitarbeiter [1943], *Davis* und Mitarbeiter [1945]). Hohe Kobaltgaben erwiesen sich auch hier bei zahlreichen anderen Versuchstellern als toxisch, wobei die Versuchstiere hämoglobinärmer wurden. Um dies zu vermeiden, suchten *Griffith* und seine Mitarbeiter (1942) nach Vorbeugungsmitteln. Sie fanden sie im Methionin, im Cystin oder Cystein, während sich andere Aminosäuren als unwirksam erwiesen. Die Autoren schlossen daraus, daß die Kobaltvergiftung und Polycythämie die Folgen der Fixation und des Verlustes von Sulphydrolmengen in den Geweben bei Interferenz mit dem Oxydationsmechanismus von Cystein und Glutathion sei. Andere Arbeiten bewiesen dann, daß die Leber der kobaltbehandelten Versuchslämmer 0,875 mg, jene der Kontrolllämmer dagegen nur 0,148 mg Kobalt enthielt; in der Niere der ersteren fand man im Mittel 1,440 g Kobalt, in jener der letzteren dagegen nur 0,90 g und die Milz der Kobaltlämmer wies 0,199 g, jene der Kontrolllämmer hingegen nur 0,003 g auf.

Etwa zur gleichen Zeit wurde in «Mercks Research Laboratories» aus der Leber, deren günstige Wirkung bei der Diätbehandlung der perniziösen Anämie schon 1926 bekannt war, eine «Vitamin B 12» genannte rote Substanz isoliert (*Rickes* und Mitarbeiter), die sich bei der klinischen Behandlung der genannten Bluterkrankung als «hochaktiv» erwies und als das «antiperniciöse Anämie-Prinzip» angesprochen wurde. Während 150 mg des Vitamin B 12 intramuskulär verabreicht, eine außerordentlich starke hämatopoetische Wirkung aufwies, konnte in anderen Fällen auch schon mit Dosen von 3 und 6 mg ein Anwachsen der Reticulocyten und des Hämoglobins erzielt werden, womit sich Vitamin B 12 als der

Folsäure weit überlegen erwies. Spektroskopisch wurde im Vitamin B 12 ein Kobaltgehalt von mindestens 4% ermittelt, dem die rote Farbe zugesprochen wurde. Daher liegt es nahe, einen Zusammenhang des Wirkungsprinzipes des Vitamins B 12 mit seinem Kobaltgehalt anzunehmen.

Wir haben jedoch in unserem Institut seit Anbeginn unserer Versuche zur Erforschung der Mangelkrankheiten der Haustiere beobachten können, daß die Kobaltwirkung auf die Erythrocyten bei oraler Zufuhr des Mittels durch seine die *Blutkatalase* stimulierende Aktion zahlenmäßig am leichtesten erfaßt werden kann. Es entzieht sich vorläufig noch unserer Kenntnis, ob die nunmehr festgestellte Konstitution der Katalasemoleküle, die 4 Eisenatome und 3 Hämatine enthält, dabei eine Rolle spielt; doch wäre es vorstellbar, daß durch das Kobalt ein Eisenatom oder mehrere im Katalasemolekül substituiert werden, daß also eine Doppelbindung eingegangen wird. Dafür sprechen auch die Versuche von *Kato* und *Jol* (1941), welche festgestellt hatten, daß der Gesamteiweißgehalt im Kaninchenblut nach langdauernder Kobaltsulfatfütterung über die Menge, die der Zunahme der Hb-Werte entsprochen hätte, vermehrt war, und daß auch das leicht abspaltbare Eisen zugekommen hatte. Über die Katalasewirkung im Körper, die wir an allen möglichen Haustieren in über tausend Bestimmungen kontrolliert haben, besteht zwar noch keine völlig einheitliche Auffassung, doch gewinnt die Ansicht immer mehr Anhänger, daß die Katalase die Aufgabe habe, den Überschuß an H_2O_2 , welches als Schlacke bei jeder Muskeltätigkeit entsteht, zu entfernen, den Körper also zu entgiften. Vielfach wird auch die Ansicht *Thunbergs* (1922) vertreten, daß H_2O_2 das erste Kondensationsprodukt des in den Körper eintretenden Luftsauerstoffes ist und erst der durch die Katalase des Lungenepithels freigemachte O_2 ins Hb übergeht. Auf alle Fälle aber sprechen die Befunde von *Viales* (1924), *Alexejeff* (1927, 1928, 1929) u. a. dafür, daß der Katalase im Falle geringen Sauerstoffangebotes, wie z. B. im Höhenklima, die Rolle eines O_2 -sparenden Faktors zukommt. Wir konnten dies schon vor Jahren bei unseren Versuchstieren im Münstertal und in Scarl nach dem Habitus der Tiere beweisen, indem wir den dortigen Vieheigentümern die Gasstoffwechselgröße mit meinem «Costalgoniometer» vor Augen führten. Dabei erkannten die Besitzer selbst, daß Rinder mit großen Rippenwinkelmaßen, die auf größere Muskelanstrengungen zum Zwecke vermehrten Sauerstoffverbrauches hindeuten, jeweils diejenigen waren, welche im Herbst erkrankten, während die Tiere mit kleinerem Rippenwinkel im Herbst nicht erkrankten, sondern durchhielten.

Zum genaueren Studium dieser Vorgänge wurden dann in unserem Institute durch zwei meiner Mitarbeiter, Prof. Dr. *Staffe* und Tierarzt

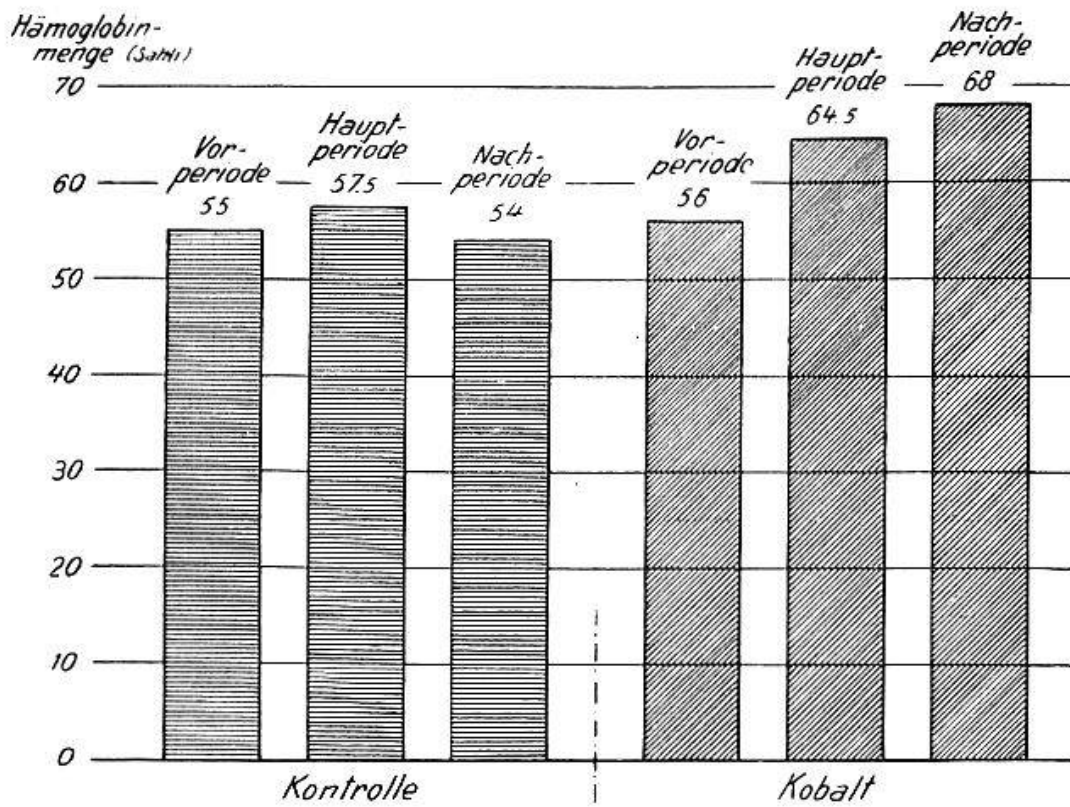


Abb. 1. Kobalt-Versuch im Laboratorium in Bern. Kobaltwirkung auf die Hämoglobinemengenerhöhung.

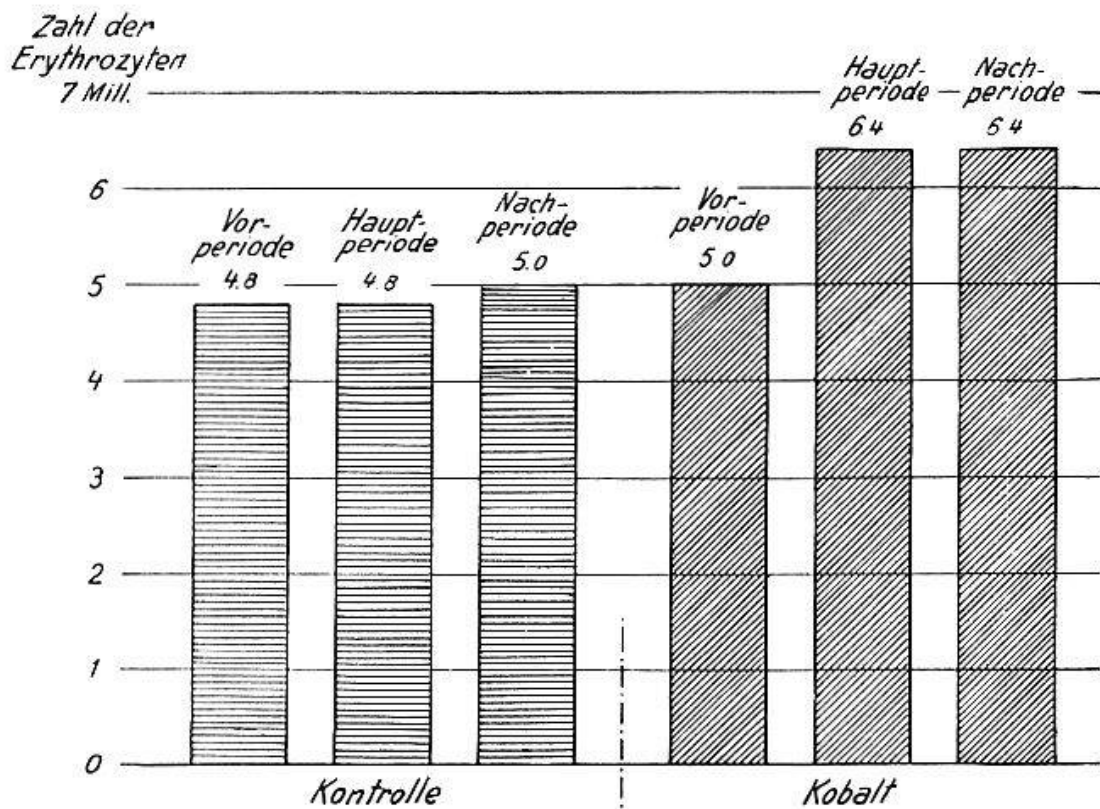


Abb. 2. Einfluß der Kobaltfütterung auf die Zahl der Erythrocyten.

V. Darguzas, Kontrollversuche mit 6 männlichen und 6 weiblichen $1\frac{3}{4}$ Jahre alten Kaninchen der Schweizerscheck-Rasse durchgeführt. Diese standen 3 Monate im Versuche, den wir in eine Vor-, Haupt- und Nachperiode trennten. In der Hauptperiode erhielten alle Tiere neben der aus Heu ad libitum bestehenden Grundfütterung noch je 160 g Körner (Weizen, Hafer, Mais, Sonnenblumenkerne gemischt). Acht Versuchstiere bekamen dazu 84 mg Kobaltcarbonat pro Tag per os, vier andere bildeten die Kontrollgruppe. Die Hämoglobinbestimmung erfolgte in üblicher Weise nach Sahli, die Zählung der Erythrocyten nach Bürker, die Katalase wurde nach Bach-Subkowa (1921) bestimmt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Abbildungen 1–3 wiedergegeben. In Abb. 1 ist die Einwirkung des Kobaltes auf die Hämoglobinmenge dargestellt. Die Varianten sind nur geringe, dagegen ist die Hämoglobinmenge gegenüber dem normalen Hb der Nachperiode bei den Kobalttieren um 25,9% vermehrt. Auch die Erythrocytenzahl (Abb. 2) zeigt eine Vermehrung um 33,3% in der Hauptperiode und 28% in der Nachperiode. Die Katalase wird noch stärker vermehrt (Abb. 3), indem die Blutkatalase der Nachperiode um 56% gegenüber der kobaltfreien

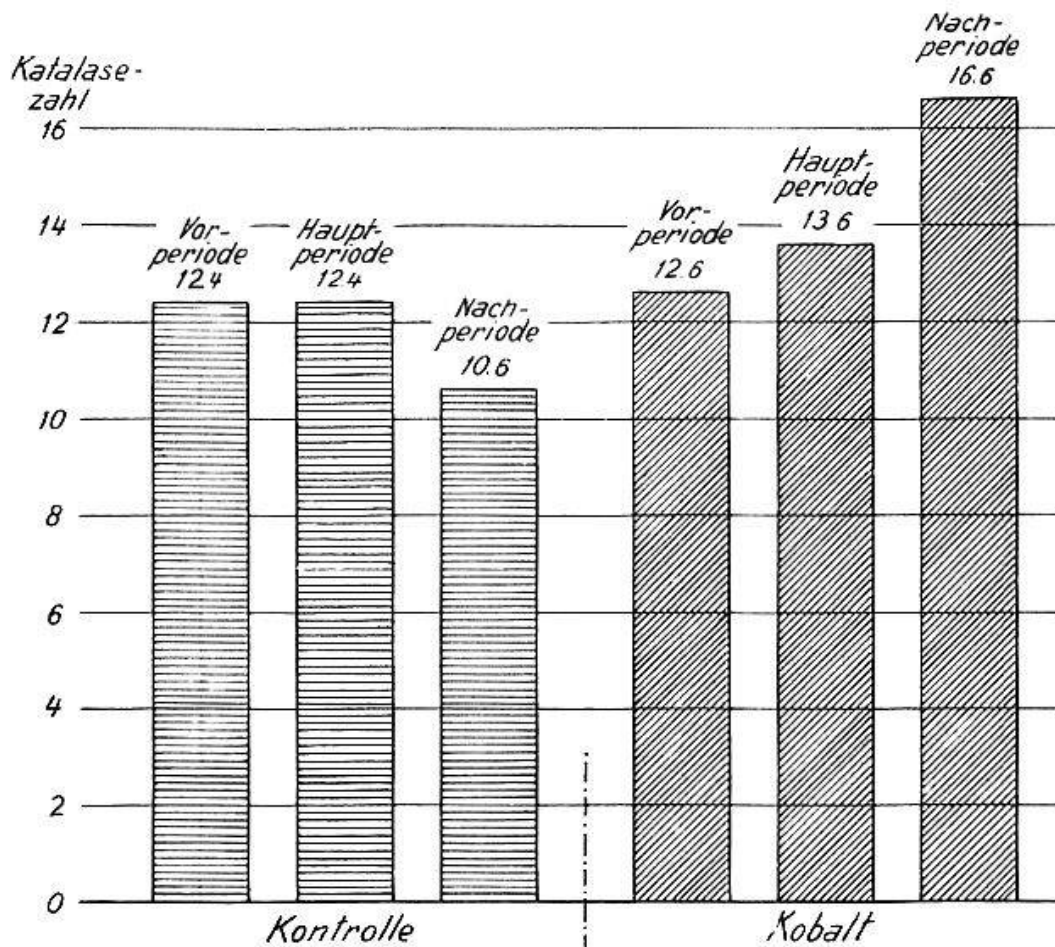


Abb. 3. Einfluß der Kobaltfütterung auf die Blutkatalase bei Kaninchen.

Nachperiode der Kontrolltiere erhöht ist. Schließlich zeigt sich entsprechend auch eine Steigerung der Blutkatalase statt durch Kobalt allein durch die Einwirkung der Höhenluft, die wir durch mehrwöchigen Aufenthalt der Versuchstiere in der Hochalpinen Versuchsstation Jungfrauojoch, 3500 m ü. M. erprobten. Hier war die maximale Steigerung von 8,1 auf 12,7 wiederum eine Zunahme von 56,7% (Abb. 4). Fast analoge Resultate erreichten wir auch mit Hühnern, die anfangs in der Geflügelzuchtschule in Zollikofen und sodann ein paar Wochen auf Jungfrauojoch gehalten wurden. Auch hier zeigte sich die Blutkatalase durch die Einwirkung der Luftverdünnung und der dadurch bedingten Hämato- und Erythropoese entsprechend gesteigert, wurde aber ebenfalls mit der Rückkehr ins Mittelland wieder normal. Es geht daraus hervor, daß die Blutkatalase sich sowohl durch Kobaltgaben passender Dosierung nach Tierspezies und Individualität als auch andererseits durch die verdünnte Luft in Höhenstationen entsprechend vermehren läßt. Dadurch entsteht eine Quelle von Sauerstoff in den Atmungsorganen selbst, die nicht durch die großen Kraftausgaben der Atemfrequenzsteigerung erzielt werden muß, sondern auf chemischem Weg durch Freiwerden des Sauerstoffes aus dem primär gebildeten Wasserstoffsperoxyd infolge Abspaltung entsteht, und so kräftesparend und heilend zu wirken vermag.

Das dankenswerte Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. Heß setzte uns in den Stand, in der Unterdruckkammer des Physiologischen Institutes in Zürich noch die praktische Kontrolle der Richtigkeit unserer Auf-

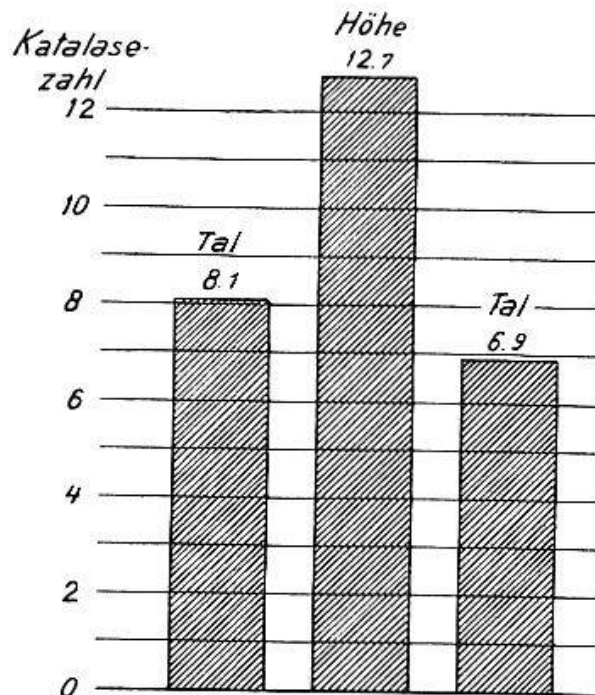


Abb. 4. Wirkung der Höhenluft bei 3500 m der Station Jungfrauojoch auf die normal gefütterten Kaninchen.

fassung zu erproben, indem wir Luftverdünnungen auf die Versuchstiere und unsere sich freiwillig zur Verfügung stellenden Mitarbeiter einwirken lassen konnten, die bis zu einer solchen gingen, die 8000 m Höhe entsprachen. Die beiden Gruppen der Versuchstiere und der Menschen, die Kobalt erhalten hatten, und die kobaltfreie Kontrollgruppe verhielten sich gegensätzlich; indem die Kobaltgruppe ohne sichtbare Beschwerden und geringere Erhöhung der Atemfrequenz diese Luftverdünnung ertrug, während die Kontrolltiere und die nicht mit Kobaltdosen vorbereiteten Menschen die schwersten Symptome der Höhenkrankheit zeigten.

Zusammenfassung

Nachdem in allen Erdteilen und auch in den Schweizer Alpen schwere Mangelkrankheiten bei Haustieren durch geringe Zusatzdosen von Kobaltsalzen zur bisherigen Nahrung geheilt werden konnten, schritten wir zu einem Laboratoriumsversuch, der die physiologischen Vorgänge aufklären sollte. Der Versuch fand in Bern (ca. 530 m ü. M.) statt und dauerte 3 Monate. Es wurden ein Dutzend erwachsener ca. 3 kg schwerer, gleichrassiger und gleichaltriger Kaninchen verwendet, wobei 8 als Versuchs- und 4 als Kontrolltiere dienten. Die Versuchstiere erhielten neben der für alle Tiere gleich guten Nahrung 84 mg Kobaltcarbonat, was 42 mg Reinkobalt entspricht, verabreicht. Außer den täglich gleichzeitig ausgeführten Untersuchungen der Hämoglobinschwankungen und der Erythrocytenzahlen wurde noch die Blutkatalase nach Bach-Subkowa bestimmt, da sich diese Methode als die wichtigste und ausschlaggebendste erwiesen hatte. Während sich bei den Versuchstieren die Hämoglobinmenge in 3 Monaten um 26%, die Erythrocytenzahl um 33% erhöhten, steigerte sich die Menge der Katalase infolge der Kobaltzugabe um 56%.

Nachdem das Blut aller Tiere wieder normal geworden war, wurden alle auf die «Hochalpine Versuchsstation Jungfraujoch» auf rund 3500 m ü. M. transloziert, wo die Blutkatalase durch die Wirkung der Höhenluft allein, ohne jegliche Kobaltzugabe zur Nahrung, eine Steigerung um 56,7% von 8,1 auf 12,7 erfuhr. Es konnte dies sodann auch bei Versuchshühnern bestätigt werden, die wir auf die Jungfraujochstation brachten sowie durch Kontrolluntersuchungen, welche in der Unterdruckkammer bei Luftverdünnungen, die einer Höhe von 8000 m entsprachen, ausgeführt wurden. Nach diesen Experimenten verursacht die Verabreichung passender Kobaltdosen das Freiwerden von Sauerstoff aus dem primär gebildeten Wasserstoffsuperoxyd und schützt damit gegen Höhenbeschwerden oder im Flachland vor Kräfteverlusten und bewirkt bei bestehenden Mangelkrankheiten eine allmähliche Heilung.

Résumé

Après avoir obtenu par l'administration de petites quantités de sels de cobalt, de nombreuses guérisons de graves maladies par carence chez les animaux domestiques dans tous les continents (entre autres dans les Alpes Suisses), nous avons essayé de trouver la solution des phénomènes physiologiques en faisant pendant 3 mois des expériences sur une douzaine de lapins de même âge, de même poids (3 kg) et de même race. Huit d'entr'eux formèrent le groupe d'essai, 4 le groupe de contrôle. Tous les animaux reçurent la même nourriture abondante, on administra en outre aux animaux du groupe d'essai per os 84 mg de carbonate de cobalt = 42 mg de cobalt pur. À part le contrôle quotidien des variations de l'hémoglobine et du nombre des érythrocytes, nous déterminâmes la catalase du sang selon Bach-Subkowa, méthode qui s'est révélée comme la plus importante et la plus décisive. Tandis que, comparée aux animaux du groupe de contrôle, l'hémoglobine des animaux traités au cobalt augmenta de 26% et le nombre des érythrocytes de 33%, la catalase augmenta de 56% par suite de l'adjonction de cobalt.

Le sang de ces lapins étant redevenu normal, tous les animaux furent transportés à la station d'expérience du Jungfrauoch (3500 m), où sans la moindre adjonction de cobalt à la nourriture habituelle il se produit une augmentation de la catalase de 56,7%, c'est à dire de 8,1 à 12,7. A cette altitude l'air raréfié suffit donc pour élever la catalase. Ce fait a en outre pu être prouvé sur des poules que nous avons transportées au Jungfrauoch, ainsi que par des expériences faites dans une chambre à pression variable, à l'institut de physiologie de Zurich, en produisant une raréfaction de l'air correspondant à une altitude de 8000 m. Selon ces expériences l'administration de doses appropriées de cobalt cause la libération d'oxygène du peroxyde et protège l'individu tant du mal de montagne que d'un malaise et d'un affaiblissement pouvant se produire en plaine. Ceci pourra avec le temps conduire à une guérison de diverses maladies par carence que l'on trouve parmi nos populations.

Riassunto

Dopo aver ottenuto con la somministrazione di piccole dosi di cobalto numerosi casi di guarigione di gravi malattie da carenza negli animali domestici in tutti i continenti e in particolare nelle Alpi svizzere, abbiamo cercato di trovare la soluzione dei fenomeni fisiologici. Durante 3 mesi abbiamo fatto degli esperimenti con 12 conigli che tutti ebbero lo stesso età, lo stesso peso e che provennero della stessa razza. Otto di questi conigli formarono il gruppo d'esperimento, 4 il gruppo di controllo. Tutti gli animali riceverono lo stesso buon foraggio; inoltre furono som-

ministrati agli animali del gruppo d'esperimento per os 84 mg di carbonato di cobalto pari a 42 mg di cobalto puro. Oltre i controlli quotidiani delle variazioni dell'emoglobina e del numero degli eritrociti, determinammo la catalasi del sangue secondo Bach-Subkowa, metodo che si è mostrato come molto importante e decisivo. Mentre – comparato agli animali del gruppo di controllo – l'emoglobina degli animali trattati con cobalto aumentò di 26% ed il numero di eritrociti di 33%, la catalasi mostrò un aumento di 56% dovuto alla giunta di cobalto.

Il sangue di questi conigli essendo ridiventato normale, tutti gli animali furono trasportati alla stazione di esperimenti dell'Jungfrauoch (3500 m) dove senza nessuna giunta di cobalto al foraggio abituale si produsse un aumento della catalasi di 56,7%, cioè di 8,1 a 12,7. In questa altitudine l'aria rarefatta basta dunque per far aumentare la catalasi. Questo fatto ha inoltre potuto essere provato su delle galline che furono trasferite all'Jungfrauoch come anche con esperimenti fatti in una camera a pressione variabile all'istituto di fisiologia di Zurigo, dove fu prodotta una rarefazione dell'aria corrispondente ad un'altitudine di 8000 m. Secondo questi esperimenti la somministrazione di dosi appropriate di cobalto causa la liberazione di ossigeno del perossido d'idrogeno e protegge l'individuo tanto dal male di montagna che di un indebolimento che si può produrre nella pianura. Ciò potrà col tempo condurre ad una guarigione di diverse malattie da carenza che ci si trova nelle nostre popolazioni.

Summary

After having obtained through the administration of small quantities of cobalt numerous cures of deficiency diseases in domestic animals in all parts of the world and in particular in the Swiss mountains we tried to find the solution of this physiological phenomenon. For three months we made experiments on 12 rabbits which were all of the same age, the same weight (3 kg) and of the same breed. (The experiments were made in Bern at an altitude of 530 m = 1148 feet). 8 of these rabbits formed the experimental group, 4 were used for control. All animals were fed on the same good food (hay and grains) but in addition to the ordinary food those belonging to the experimental group were given 84 mg of cobalt-carbonate = 42 mg of pure cobalt. Beside the daily control of the hæmoglobin and of the number of erythrocytes we analysed the catalase of the blood according to the method of Bach-Subkowa. This method has proved to be most important and decisive. While compared with the rabbits of the control group, the hæmoglobin of the animals treated with cobalt showed a rise of 26%, the number

of erythrocytes one of 33%, the catalase showed an increase of 56% due to the addition of cobalt.

The blood of the rabbits having become normal again all animals were transferred to the experimental station of the Jungfrauoch (3500 m = 11483 feet), where without the least addition of cobalt to the ordinary food a rise of 56,7% took place, i.e. from 8,1 to 12,7. At this altitude the rarefied air suffices to make the catalase rise. This has been proved on hens which were transferred to the Jungfrauoch and through experiments made in an underpression air chamber at the physiological institute in Zurich, where a rarefaction of the air corresponding to an altitude of 8000 m = 26247 feet was produced. According to these experiments the administration of suitable doses of cobalt causes the liberation of oxygen from the hydrogen peroxide and thus protects from mountain illness and – in the plain – from debility. This may in time lead to a curative treatment of several deficiency diseases which are to be found amongst our populations.

Alexejeff: Biochem. Z. **184**, 92 (1927); **192**, 41 (1928); **216**, 301 (1929). – *Bach-Subkova*: Biochem. Z. **125**, 301 (1921). – *Bendixen und Pedersen*: Aarskrift Veterin. og Landbohjsk. **1946**, 80. – *Darguzas*: Diss. med. vet. Bern 1949. – *Davis und Mitarb.*: J. Labor. a clin. Med. (Am.) **30**, 327 (1945). – *Dixon und Kitson*: New Zeald. J. Sci. a Techn. **23**, 47 (1941). – *Dorrance und Mitarb.*: Amer. J. Physiol. **139**, 399 (1943). – *Frost, Spitzer, Elvejhem und Hart*: Amer. J. Physiol. **134**, 746 (1941). – *Griffith, Pavcek und Mulford*: J. Nutrition **23**, 603 (1942). – *Ender und Tanager*: Norsk. Veter. Tidsskr. Nr. 9, 10; Nr. 10, 353. – *Kato und Jol*: Amer. J. clin. Path. ref. Ber. ges. Phys. **123**, 576 (1941). – *Marston und Dewey*: Austral. J. exper. Biol. a med. Sci. **18**, 343 (1940). – *MacNaught*: New Zeald. J. Sci. a Techn. **14** (1938). – *Rickes und Mitarb.*: Science **108**, 134 (1948). – *Thunberg*: Naturwissensch. **10**, 417 (1922). – *Viale*: Atti Accad. Nazion. dei Lincei **33**, 290 (1924).