

# Der Einfluss der Alpfung auf das Blutvolumen von Jungziegen

Autor(en): **Bianca, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **93 (1951)**

Heft 7

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-592285>

## **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.

## Der Einfluß der Alpung auf das Blutvolumen von Jungziegen<sup>1)</sup>

Von W. Bianca

### I. Einleitung

Unter dem Begriff Alpung verstehen wir die Überführung landwirtschaftlicher Nutztiere aus der Niederung auf natürliche Gebirgsweiden, wo sie sich bei vorwiegend freiem Weidegang während einer durch das Klima und die Vegetationszeit begrenzten Dauer aufhalten, um anschließend wieder ins Flachland zurückzukehren.

Dieser vorübergehende Gebirgsaufenthalt stellt erhöhte Anforderungen an die Tiere. Ihr Organismus muß sich mit den auf der Alp herrschenden Umweltbedingungen, vor allem den spezifischen Faktoren des Gebirgsklimas auseinandersetzen.

Wie zahlreiche Untersuchungen an Mensch und Tier gezeigt haben (siehe Literaturangaben bei Loewy [13]), findet im allgemeinen mit steigender Höhe über Meer eine Zunahme der roten Blutkörperchen je Volumeinheit Blut statt. Es ist allerdings bisher nicht gelungen, eine allgemeingültige Regel über den Zusammenhang zwischen Höhenlage und Blutkörperchenmenge aufzustellen. Als Ursachen eines Anstiegs kommen die folgenden Vorgänge in Betracht:

1. Eine verstärkte Neubildung von Erythrozyten und Ausschwemmung derselben in das zirkulierende Blut.
2. Eine Hemmung des Erythrozytenabbaus, wodurch bei gleichbleibender Erythrozytenneubildung eine Verschiebung der Bilanz nach der positiven Seite hin erfolgt.
3. Eine Entleerung normalerweise nur schwach durchströmter eigentlicher „Erythrozytenspeicher“ in das zirkulierende Blut (Milz).

---

<sup>1)</sup> Die vorliegende Veröffentlichung berichtet über einen Teil der „Tierzüchterisch-Alpinen Gemeinschaftsversuche“, die von den Instituten für Tierzucht, für Haustier-Ernährung und für Anatomie und Physiologie der Haustiere an der E.T.H., dank der finanziellen Unterstützung aus den Arbeitsbeschaffungskrediten des Bundes zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, durchgeführt werden konnten. Den betreffenden Behörden sei auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen.

4. Eine Eindickung des Blutes durch Flüssigkeitsverlust.
5. Eine Verschiebung von roten Blutkörperchen innerhalb der Blutbahn, d. h. eine relative Anreicherung von Erythrozyten in denjenigen Blutgefäßen, aus welchen Blut entnommen wird.

Andererseits kann eine gleichbleibende relative Erythrozytenmenge entweder bedeuten, daß keine mengenmäßigen Veränderungen stattgefunden haben, oder aber, daß die Erythrozytenmenge und die Plasmamenge gleichzeitig proportional angestiegen sind.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine Erhöhung der relativen Erythrozytenmenge für sich allein noch keinen eindeutigen Beweis für eine absolute Zunahme der gesamten Erythrozyten- oder Blutmenge im Körper darstellt. Ob eine solche stattgefunden hat oder nicht, kann nur auf Grund einer Bestimmung der gesamten Blutmenge entschieden werden.

Die Frage nach dem Verhalten des Gesamtblutvolumens unter dem Einfluß der Alpung interessiert aus verschiedenen Gründen.

Einmal gestattet die Kenntnis der Blutmenge, die sich in einem Tierkörper befindet, die Umrechnung relativer, d. h. in der Volumeinheit Blut gemessener Gehaltzahlen einzelner Blutkomponenten (Mineralstoffe, Eiweiße, Blutzellen usw.) auf absolute Größen. Allfällige bei der Alpung sich einstellende Veränderungen in der Zusammensetzung des Blutes lassen sich somit in Form von Absolutwerten angeben.

Ferner ist festzuhalten, daß die Alpung für den tierischen Organismus eine physiologische Belastungsprobe darstellt, deren Ergebnis dem Tierzüchter eventuell wertvolle Aufschlüsse über die Konstitution seiner Tiere vermitteln kann.

Schließlich machen es die mannigfaltigen Aufgaben, die das Blut im gesamten Körper zu erfüllen hat, wahrscheinlich, daß auch zwischen gewissen Nutzleistungen der Tiere, oder Anlagen zu solchen einerseits, und der Blutmenge andererseits, Korrelationen bestehen, an deren möglichst frühzeitiger Erkennung der Tierzüchter aus wirtschaftlichen Gründen interessiert ist.

## II. Literaturbesprechung

Untersuchungen über den Einfluß der Alpung auf das Blutvolumen von Tieren sind unseres Wissens noch keine durchgeführt worden. Dagegen haben sich mehrere Forscher mit der nahe verwandten Frage

der Einwirkung des Höhenklimas auf die Blutmenge des menschlichen und tierischen Organismus befaßt.

Haldane und Mitarbeiter haben am Menschen in einer Höhe von 4300 m mit Hilfe der CO-Methode eine Zunahme der Blutmenge von 10 bis 20% gefunden (zitiert nach Loewy [13]).

Laquer [10] berichtet von einem Anstieg seiner Blutmenge bereits beim Übergang von 91 m auf 1550 m (Farbstoffmethode mit Kongorot). Allerdings ist festzuhalten, daß die Versuchsperson von dieser Höhenlage aus täglich mehrstündige Ausflüge bis in die 3000 m-Region unternahm.

Lintzel und Radeff [11] schlossen aus Versuchen, die sie an Ratten und Mäusen in der Unterdruckkammer bei einem 8000 m Höhe entsprechenden Luftdruck anstellten, aus einer Vermehrung des Gesamthämoglobins auf eine Zunahme der Gesamtblutmenge von 50 bis 100%.

Abderhalden und Mitarbeiter [1] fanden bei ihren Laboratoriumstieren (Hunde, Meerschweinchen, Kaninchen) beim Übergang vom Tiefland ins Gebirge wohl einen Anstieg der Erythrozytenzahl und des Hämoglobingehaltes je  $\text{cm}^3$  Blut, jedoch keine Zunahme der Gesamtblutmenge.

Die genannten Versuche wurden mit sehr unterschiedlichen Methoden und zum Teil unter extremen Bedingungen durchgeführt, was Vergleiche erschwert oder sogar verunmöglicht. Für eine eingehendere Besprechung berücksichtigen wir deshalb nur zwei Arbeiten jüngeren Datums, in denen mit Hilfe der Farbstoffmethode die Veränderungen der Plasma- und Blutmenge im Hochgebirge studiert wurden.'

Versuche von Somogyi, Wirz und Verzár [15]: Diese Autoren untersuchten unter Verwendung von Geigy Blau 536 an zwei Hunden und einem Kaninchen den Einfluß eines dreiwöchigen Aufenthaltes auf Jungfrauoch (3450 m). Als Vergleich dienten Werte, die an denselben Tieren vorher und nachher in Basel (350 m) gewonnen wurden. Von den insgesamt 5 Messungen je Tier erfolgten 2 auf Jungfrauoch, und zwar am ersten und am zwanzigsten Tag nach dem Aufstieg.

Die Hauptergebnisse waren: 1. Eine Erhöhung der Erythrozytenzahl in der Volumeinheit Blut um 16% bis 47%. 2. Eine Zunahme des Blutvolumens um 7 bis 25%. 3. Eine Abnahme des Plasmavolumens bei zwei von drei Tieren. Diese Veränderungen sind von den Autoren als eindeutig bezeichnet worden. Immerhin möchten wir auf einige methodische Punkte hinweisen, deren Berücksichtigung nach unseren Erfahrungen [7], namentlich in Versuchen mit geringeren Höhenunterschieden von Bedeutung sein dürften:

1. Die Entnahme von nur einer gefärbten Blutprobe, und zwar 5 Minuten nach der Farbstoffinjektion, ist ein unsicheres Verfahren zur Ermittlung der Konzentration des Farbstoffs im Plasma (oder Serum) des zirkulierenden Blutes. Begründung:



- a) Die Konzentration des injizierten Farbstoffs im Blut bleibt nicht konstant, sondern fällt, schon unmittelbar nach der Injektion beginnend, kontinuierlich ab [7]. Bis zu dem Zeitpunkt, in welchem die Durchmischung des Farbstoffs in der Blutbahn beendet ist, ist bereits ein Teil desselben eliminiert worden. Dies führt zur Ermittlung einer zu tiefen Farbstoffkonzentration und daher eines fälschlich hohen Plasma- und Blutvolumens.
  - b) Tiere verschiedener Art und Körpergröße können sich hinsichtlich ihrer Stoffwechselintensität, ihrer Zirkulationsbedingungen, ihrer Permeabilitätsverhältnisse im Blutkappilarbereich, sowie der Umstände, welche die Bindung des Farbstoffs an die Plasmaproteine bestimmen, voneinander unterscheiden. Von all diesen Faktoren muß aber erwartet werden, daß sie den zeitlichen Verlauf des Farbschwundes aus der Blutbahn beeinflussen. Die Festlegung einer Zeitspanne von 5 Minuten zwischen der Farbstoffinjektion und der Entnahme der gefärbten Blutprobe, sowohl für ein 3,2 kg schweres Kaninchen, als für einen 13 kg schweren Hund, erscheint deshalb nicht ohne weiteres gerechtfertigt.
  - c) Die Verwendung eines stets gleichbleibenden Zeitintervalls von 5 Minuten setzt voraus, daß die Kreislauftätigkeit und somit auch die mit ihr zusammenhängende Durchmischung und Eliminierung des Farbstoffs in 350 m und in 3450 m über Meer dieselbe bleibt. Dies ist nicht ohne weiteres zu erwarten. So fand z. B. Grandjean (siehe v. Muralt [14], S. 153—175) bei sechs Versuchspersonen auf dem Jungfrauoch gegenüber Lauterbrunnen (800 m) einen deutlich erhöhten Ruhepuls. Der mittlere Anstieg betrug 12 Pulsschläge pro Minute. Für die Blutmengenbestimmung im allgemeinen, ganz speziell aber für so unterschiedliche Versuchsbedingungen (Tiermaterial, Umweltverhältnisse) empfiehlt sich die Entnahme von mehreren gefärbten Blutproben und die Bestimmung der Farbstoffkonzentration aus der Farbschwundkurve mit Hilfe der Extrapolationstechnik [7].
2. Mit den üblichen Hämatokritverfahren läßt sich keine befriedigende, oder gar vollständige Trennung von Blutkörperchen und Plasma erzielen. Die Verwendung des Hämatokritwertes führt deshalb zur Berechnung eines fälschlich hohen Blutvolumens. Ganz besonders im Falle eines relativ schwachen Auszentrifugierens (5 Minuten bei 3500 Touren) sollte eine Korrektur für das zwischen den Blutkörperchen eingeschlossene Plasma vorgenommen werden.
  3. Eine Eichkurve zur Ermittlung der Farbstoffkonzentration im Plasma aus den Photometerwerten — sofern eine solche Verdünnungsreihe überhaupt notwendig ist — sollte nicht mit artfremdem Serum hergestellt werden, wenigstens nicht bevor für den verwen-

deten Farbstoff der Beweis erbracht ist, daß sich in den Seren der verschiedenen Tierarten unter sonst gleichen Bedingungen dieselben Farbstoffextinktionen ergeben.

4. Eine Äthernarkose kann eine Zunahme des Erythrozytengehaltes des zirkulierenden Blutes verursachen, wie aus den Untersuchungen von Abderhalden und Roske [2] hervorgeht. Außerdem ist Äther ein hämolytisch wirksamer Stoff.
5. Angaben über allfällige Gewichtsveränderungen der Versuchstiere im Verlaufe der Untersuchungen, sowie die Umrechnung der Blutvolumenwerte auf die Einheit des Körpergewichts wären für die Beurteilung der Ergebnisse wertvoll.

Die Mehrzahl der genannten Punkte stellen zwar Fehlermöglichkeiten dar, die sich im vorliegenden Falle sowohl im Tal als auch im Gebirge auswirken können. Daß sie jedoch konstante Größen sind, die sich in einem Differenzversuch von selbst restlos ausschalten, kann nicht von vornherein angenommen werden.

Versuche von Wiesinger und Tobler [18]: Diese Forscher studierten mit Hilfe des Farbstoffs T 1824 (Evans Blue) an 8 Menschen das Verhalten des zirkulierenden Plasmavolumens beim Übergang von Lauterbrunnen (800 m) auf das Jungfrauoch (3450 m). An jeder Person wurden im ganzen 4 Messungen durchgeführt, wovon 2 auf dem Jungfrauoch.

Die Ergebnisse waren: 18 Stunden nach der Ankunft auf dem Jungfrauoch wiesen 7 von 8 Versuchspersonen einen Anstieg ihres Plasmavolumens auf. Die Höhenwerte betragen zwischen 106% und 138%, im Mittel 122% der Talwerte. Am 5. Tag des Höhengaufenthaltes war das Plasmavolumen bereits wieder auf etwa das Ausgangsniveau zurückgesunken, bei drei der Versuchspersonen sogar unter dieses. Ein letzter, wieder in Lauterbrunnen, und zwar 12 Stunden nach erfolgtem Abstieg gemessener, Wert brachte gegenüber dem zweiten Jochwert keine wesentliche Veränderung mehr. Einer im Mittel 18% betragenden Zunahme des mit Hilfe des Hämatokrits berechneten Blutvolumens messen die Autoren mehr qualitativen als quantitativen Charakter bei und verzichten auf eine nähere Besprechung dieser Größe. Das Resultat der Plasmavolumenbestimmung ist nach ihrer Ansicht völlig eindeutig ausgefallen. In bezug auf die angewendete Methode scheinen jedoch auch hier gewisse Einwände möglich:

1. Die Entnahme von nur einer gefärbten Blutprobe erachten wir aus den oben erwähnten Gründen als ungenügend.
2. Die speziell auch für den Farbstoff T 1824 sichergestellte Tatsache eines nach der Injektion einsetzenden kontinuierlichen Farbschwundes im Plasma des Versuchsindividuum wird unberücksichtigt gelassen. Auf Grund zweier Versuche, in welchen den Versuchspersonen im Anschluß an eine T 1824-Injektion alle 15 Minuten eine Blutprobe entnommen und photometriert wurde, wird

gefolgert: „Da die gefundenen Werte in der ersten Stunde Differenzen aufwiesen, die noch innerhalb der Fehlerbreite der Methode liegen, können wir die Ausscheidung der ersten 15 Minuten sicher vernachlässigen.“ Ungeachtet dieser Schwankungen wird aber aus der Größe eines im Verlaufe von 185 Minuten festgestellten Farbschwunds eine mittlere Farbschwundrate von 0,9% pro Stunde errechnet und auf den Farbstoffverlust in den ersten 15 Minuten angewendet.

Wie bereits dargelegt wurde, ist 18 Stunden nach erfolgter Überwindung einer so beträchtlichen Höhendifferenz in Form einer kurzdauernden Bahnfahrt mit der Möglichkeit einer erhöhten Kreislauf-tätigkeit zu rechnen. Dies würde nicht nur eine schnellere Durchmischung des Farbstoffs in der Blutbahn, sondern wahrscheinlich auch eine raschere Eliminierung aus dieser verursachen. 15 Minuten nach der Injektion wäre dann die Farbkonzentration in der Höhe geringer als nach Verlauf derselben Zeit in der Niederung. Eine zu tiefe Farbstoffkonzentration täuscht aber ein zu hohes Plasmavolumen vor. Wir sind nicht in der Lage festzustellen, ob dies für den vorliegenden Versuch auf dem Jungfrau-joch zutrifft oder nicht. Der Befund, daß das Plasmavolumen bereits wenige Tage später wieder auf die Ausgangswerte zurückgegangen ist, läßt Zweifel in dieser Richtung zu.

3. Infolge Fehlens einer linearen Beziehung zwischen der Konzentration und der Extinktion des Farbstoffs müssen die Autoren mit einer Eichkurve arbeiten. Der Standard wird nicht durchwegs jeweils frisch aus dem Plasma der betreffenden Versuchsperson hergestellt, so daß zeitliche und individuell bedingte Schwankungen im Plasma das Ergebnis beeinflussen können.

Die Autoren haben die nach ihrer Ansicht vermeidbaren Fehlerquellen sorgfältig zusammengestellt und mittels Testversuchen deren durchschnittliche Größe ermittelt. Als Resultat wird eine Gesamtfehlerbreite der Methode von  $\pm 5\%$ , oder bei Annahme eines Plasmavolumens von 3000 ml von  $\pm 150$  ml Plasma angegeben und der Schluß daraus gezogen: „Diese Menge liegt wohl sicher unter der physiologischen Regulationsbreite, woraus sich ergibt, daß die Methode für die Bestimmung der zirkulierenden Plasmamenge tauglich ist.“

Auf Grund der bisherigen Versuche erscheint es nach unserer Meinung wünschenswert, bei Untersuchungen über das Verhalten der Blutmenge im Gebirgsklima die folgenden Punkte vermehrt zu berücksichtigen: 1. Eine lange Versuchsdauer. Es ist zweifellos von Interesse, festzustellen, wie der Körper in den ersten Stunden oder Tagen nach einem rasch erfolgten Aufstieg in das Gebirgsklima reagiert. Vom physiologischen Standpunkt aus betrachtet nicht minder wichtig ist aber die Frage: In welcher Weise

und in welcher Zeit setzt sich der Organismus mit den veränderten Umweltbedingungen ins Gleichgewicht? Hierüber können nur langfristige Versuche Aufschluß geben. 2. Durchführung von Versuchen in mittleren Höhenlagen, d. h. in solchen, die in der gemäßigten Zone von Mensch und Haustier während längerer Zeit aufgesucht werden (etwa 1500 bis 2500 m). Untersuchungen in diesen Regionen setzen allerdings die Verwendung fein arbeitender Methoden voraus, weil in mittleren Höhen geringere Ausschläge zu erwarten sind als in großen Höhen. 3. Anwendung eines Verfahrens, das möglichst das gesamte im Körper befindliche Blut, d. h. die Summe des zirkulierenden und des gespeicherten Blutes, erfaßt.

### III. Methodik

#### A. Versuchsaufbau

Drei weibliche, bei Beginn der Versuche etwa halbjährige Ziegen wurden während 10 Wochen bei Stallhaltung mit täglich zweistündigem Weidegang in dem 440 m hoch gelegenen Zürich-Schwamendingen gehalten (= Vorperiode).

Anschließend verbrachten die Tiere 11 Wochen auf einer Alp oberhalb von Davos in einer Höhenlage von 2000 m bis 2700 m bei freiem Weidegang (= Hauptperiode).

Den Abschluß bildete wiederum ein achtwöchiger Aufenthalt in Zürich-Schwamendingen unter denselben Bedingungen wie vor der Alpung (= Nachperiode).

Während der genannten Versuchszeit wurde an den Tieren in Zeitabständen von ca. 3 Wochen das Blutvolumen bestimmt. Von den 4 Messungen in der Hauptperiode fanden 3 in Davos-Höhenweg (2219 m), die letzte in Davos-Dorf (1563 m) statt. Es wurden an 3 Tieren je 11 Einzelmessungen durchgeführt. Der Versuchsplan ist aus der Tabelle I ersichtlich. Es folgen einige Bemerkungen zu der genannten Versuchsanordnung:

Mittel, Zeit und Arbeitskraft standen nur beschränkt zur Verfügung. Aus diesen Gründen konnte lediglich ein Periodenvergleich an drei Tieren durchgeführt werden. Insbesondere mußte auf eine ständig im Tale gehaltene Vergleichsgruppe verzichtet werden.

Als Versuchstiere wurden Ziegen gewählt, weil diese dem wirtschaftlich wichtigeren Rind zoologisch nahestehen, und weil wir mit dieser Tierart in ähnlichen Experimenten bereits gute Erfahrungen gesammelt hatten.

Tabelle 1. Der Versuchsplan

Periode . . . . .	Vorperiode			Hauptperiode			Nachperiode				
Dauer in Wochen . .	10			11			8				
Ort . . . . .	Zürich			Davos-Höhenweg		Davos-Dorf	Zürich				
Höhe über Meer in m .	440			2219		1563	440				
Höhendifferenz gegenüber Zürich in m . . . .	—			1779		1123	—				
Daten der Messungen an den Tieren . . . . .	18. 5.	9. 6.	23. 6.	14. 7.	6. 8.	24. 8.	14. 9.	5. 10.	22. 10.	12. 11.	3. 12.
	↑			↑			↑				
	Versuchsbeginn 12. 5.			Alpfahrt 22. 7.			Talfahrt 7. 10.				

Maßgebend für die Verwendung von Jungtieren waren die Ergebnisse früherer Untersuchungen, nach welchen junge Tiere auf die Alpfungseinflüsse stärker reagieren als ausgewachsene, sowie die Tatsache, daß die Alpweiden mehrheitlich mit Jungvieh bestoßen werden.

Auf der nach Südosten orientierten Dorftälli-Alp, die sich der Parsennbahn entlang bis auf ca. 2700 m hinauf erstreckt, bestand für die Zicklein eine günstige Weidegelegenheit, wobei die Tiere unter der Obhut eines Hirten standen. Davos bot den Vorteil guter Zugverbindungen nach Zürich, was für die fristgerechte Verarbeitung der Blutproben von Wichtigkeit war.

Die Alpfahrt konnte nur mit starker Verspätung durchgeführt werden, weil das Wetter im Vorsommer 1948 abnormal schlecht war. Dafür ließ sich der Versuch bis weit in den Herbst hinein ausdehnen, so daß trotzdem noch eine Alpfahrungszeit von  $2\frac{3}{4}$  Monaten resultierte.

### B. Untersuchungen an den Tieren

Die angewendete Methode der Blutvolumenbestimmung ist eine Variante der Farbverdünnungsmethode unter Verwendung des blauen Farbstoffs T 1824, deren Einzelheiten in der Arbeit Bianca [7] ausführlich beschrieben sind. An dieser Stelle sei ledig-



lich auf zwei uns wesentlich erscheinende Punkte des teilweise neuen Verfahrens hingewiesen.

1. Die Farbstoffinjektion in die Blutbahn des Tieres (= Macro-Versuch) wird in verkleinertem Maßstab in vitro nachgeahmt (= Micro-Versuch). Man setzt hierzu einem kleinen, bekannt gewählten Volumen ungefärbten Blutes des Versuchstieres soviel Farbstoff zu, daß das Verhältnis Farbstoffmenge/Blutvolumen in vitro und in vivo von der gleichen Größenordnung ist. Mittels einer Proportion läßt sich das gesuchte Blutvolumen des Tieres direkt berechnen.

Mit Hilfe des sympathikomimetischen Pharmakons „Veritol“<sup>1)</sup> wird eine Entleerung der Blutspeicher, insbesondere der Milz herbeigeführt, wodurch sich das zirkulierende Blutvolumen vorübergehend entsprechend erhöht. Die so bestimmte, als Veritolblutvolumen bezeichnete Größe stellt eine weitgehende Annäherung an das Gesamtblutvolumen des Tieres dar. Dieses Verfahren, welches also auch das unter Normalbedingungen von der Zirkulation teilweise oder ganz abgeschlossene Blut erfaßt, erscheint zur Darstellung umweltbedingter Veränderungen des Blutvolumens besonders geeignet.

2. Zur Ermittlung der Konzentration des Farbstoffs im Plasma auf Grund der ihr direkt proportionalen Extinktion werden dem Tier im Anschluß an die Farbstoffinjektion in bekannten Zeitabständen mehrere Blutproben entzogen. Nach Abzentrifugieren der Blutkörperchen bestimmt man im Plasma der einzelnen Proben die Farbstoffextinktion auf photometrischem Wege und trägt die gefundenen Werte in einem Koordinatensystem gegen die Zeit auf. Die dem Verlauf der Punkte-Schar am besten angepaßte Gerade wird rückwärts bis zum Schnitt mit der Ordinatenachse (= Zeit des Injektionsbeginns) verlängert. Diese „lineare Extrapolation“ ermöglicht es, den Farbstoffverlust, der während des Durchmischungsvorgangs in den ersten Minuten nach der Farbstoffinjektion eingetreten ist, annähernd zu kompensieren.

Die Durchführung der Untersuchungen am Tier sei an Hand eines Beispiels erläutert: Am Vorabend des Versuchs wurden die Ziegen von der Weide weg in eine neben der Bahnstation Parsenn-Höhenweg (2219 m) gelegene Holzbaracke gebracht, wo sie ohne Futteraufnahme in Ruhezustand die Nacht verbrachten.

Zwischen 06.30 und 11.00 Uhr des nächsten Tages wurde mit jedem Tier wie folgt verfahren:

---

<sup>1)</sup> Hergestellt durch die Firma Knoll & Co. A.G., Liestal.



1. Messen der Herzfrequenz bei Körperruhe.
2. Entnahme einer Blutprobe (linke Vena jugularis).
3. Unmittelbar hintereinander durch dasselbe Gerät, ohne erneute Punktion, Injektion
  - a) der Farblösung (10,7 ml einer zirka 1,2‰igen Lösung T 1824 in 0,85‰iger NaCl-Lösung);
  - b) der Veritollösung (zirka 0,8 mg Veritol je kg Körpergewicht);
  - c) einer kleinen Menge physiologischer NaCl-Lösung zum Nachspülen des Injektionsgerätes (alles linke Vena jugularis).
4. Entnahme von 6 gefärbten Blutproben: 5, 10, 15, 20, 25 und 35 Minuten nach dem Beginn der Farbstoffinjektion (aus der rechten Vena jugularis, unter Kontrolle mittels Stoppuhr).
5. Zwischen den einzelnen Blutentnahmen jeweils Messung der Herzfrequenz.
6. Messen der Lufttemperatur des Raumes.
7. Bestimmen des Körpergewichtes der Ziegen.

Zwischen 1. und 5. wurde dem in normaler Stellung stehenden Tier durch die Assistentin lediglich der Kopf gehalten. Eine Narkose oder irgendwelche Zwangsmaßnahmen gelangten nicht zur Anwendung.

Die Blutmenge, welche je Tier und Untersuchung entzogen wurde, betrug 64 ml; nämlich 15 ml für Micro I, 7 ml für die Gewinnung von ungefärbtem Vergleichsplasma, sechsmal 7 ml = 42 ml für die Gewinnung von gefärbtem Plasma. Zusätzlich gingen dem Tier bei Beginn jeder Blutentnahme einige Zehntel ml Blut verloren, die frei ausfließen gelassen wurden. Dieser Blutentzug macht 2,5 bis 4,7% des gesamten nach Veritolanwendung bestimmten Blutvolumens aus. Mit fortschreitender Versuchsdauer wurde der Prozentsatz entsprechend dem Anstieg des Blutvolumens kleiner. Er betrug im Mittel aller Tiere in der Vorperiode 3,95%, in der Hauptperiode 3,1%, in der Nachperiode noch 2,8%. Man kann sich fragen, ob ein alle drei Wochen stattfindender Blutentzug von der genannten Größe durch Erzeugung einer Anämie einen Einfluß auf die Blutbilanz des Tieres ausübt. Diese Frage darf verneint werden, da die Ergebnisse der vorliegenden Blutvolumenbestimmungen nichts derartiges erkennen lassen. Eine Wirkung in dem genannten Sinne hätte bereits im Verlaufe der 10wöchigen Vorperiode, in welcher die entnommene Blutmenge relativ am größten war, in Erscheinung treten müssen. Auch die Möglichkeit einer Reizung des erythropoetischen Systems durch die wiederholten Blutentnahmen glaubten wir in Anbetracht der ca. 3wöchigen Zwischenzeiten ausschließen zu dürfen. Der

Gesundheitszustand und die Körperentwicklung, letztere zum Ausdruck kommend in einer normalen Gewichtszunahme, war bei allen Tieren gut.

### C. Verarbeitung des Materials

Die am Vormittag auf der Alp entnommenen Blutproben wurden ca. 7 Stunden später in Zürich verarbeitet. Auf eine spezielle Kühlung während des Transportes konnte verzichtet werden, da sich das Blut vor dem Verpacken auf die Temperatur der umgebenden Luft, die zwischen 5 und 16° C lag, abkühlen konnte und diesen Zustand während der Reise weitgehend beibehielt. Anschließend wurden in Zürich in der nachstehend genannten Reihenfolge, jedoch für das Blut aller drei Tiere zur selben Zeit, die Hämatokritmessungen, das Färben von Micro I und Micro II, das Zentrifugieren und Photometrieren durchgeführt. Eine gesamte Untersuchung an drei Tieren ließ sich innerhalb eines Zeitraumes von rund 15 Stunden abwickeln.

## IV. Ergebnisse

Vorbemerkungen: Aus den oben angeführten Gründen wurden die Versuche an Jungtieren vorgenommen. Dies hat in bezug auf die Beurteilung der Ergebnisse den Nachteil, daß das Blutvolumen, also die zu untersuchende Größe, schon infolge der Entwicklung der noch wachsenden Tiere ständig zunahm. Bedeutungsvoll für die Wirkung des Alpaufenthaltes auf die Größe des Blutvolumens ist demnach nur eine zusätzliche, über den normalen entwicklungsbedingten Anstieg hinausgehende Zunahme des Blutvolumens.

Ein direkter Vergleich der Zahlen wird erst dadurch sinnvoll, daß die absoluten Werte auf eine, über die gesamte Versuchszeit mehr oder weniger gleichmäßig und ebenfalls aus Entwicklungsgründen zunehmende Basisgröße bezogen werden. Als solche haben wir das Körpergewicht der Ziegen verwendet.

Die Ergebnisse des gesamten Versuches sind in den Tabellen 2, 3 und 4 auf den Seiten 480/481, 482/483 und 484/485 aufgeführt und z. T. in Diagrammen dargestellt. Die Prozentzahlen bedeuten: in % des Körpergewichts.

### A. Körpergewicht

Die Kurven der einzelnen Tiere verhalten sich untereinander sehr ähnlich (Abbildung 1). Im Gesamtverlauf zeigt sich ein ziem-

lich gleichmäßiger Anstieg des Körpergewichts, der nur durch die Alpfahrt kurzfristig unterbrochen wird. Von dem letzten Talwert zum ersten Alpwert erleiden die Tiere eine durchschnittliche Gewichtseinbuße von 1,9 kg. Dies ist eine durchaus typische Erscheinung, welche wir in zahlreichen anderen Versuchen mit Ziegen ebenfalls beobachten konnten und die sich zwangslos aus der Umstellung der Tiere auf die andersgearteten Umweltbedingungen (Klima, freie Futtersuche auf der Alpweide, fremde Umgebung) erklären läßt. Schon bei der zweiten Wägung ist der Ge-

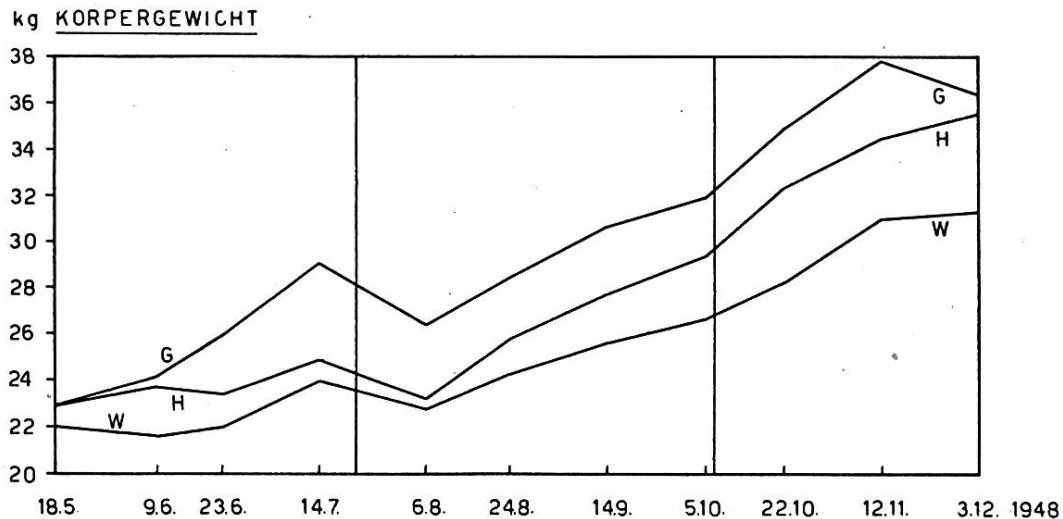


Abb. 1

wichtsverlust wieder aufgeholt, und alle folgenden Alpwerte verlaufen in einem kontinuierlichen Anstieg. Nach der Talfahrt kommt es vorübergehend zu einer leichten Erhöhung der Gewichtszunahme, was offenbar als eine Folge der reichlichen Stallfütterung in Verbindung mit der verminderten Körperbewegung zu betrachten ist. Auf Grund des ziemlich gleichmäßigen Gesamtverlaufs des Körpergewichts erschien es zulässig, dieses als Bezugsgröße für das Blutvolumen zu benutzen.

### B. Veritolblutvolumen

Unter dieser Größe verstehen wir, wie bereits erwähnt, die gesamte, nach der Anwendung des Kreislaufmittels Veritol zur Zeit seiner maximalen Wirkung im Körper zirkulierende Blutmenge.

Das Verhalten des Veritolblutvolumens, welches bei den drei

Tabelle 2

Tier	1	2	3	4	5	6	8	
							Lufttemperatur	Körpergewicht
Ver-such Nr.	Datum	Ort	°C	kg	mg/kg	ml	%	
G	191	18. 5.	Zürich	20	22,88	0,61	1729	7,56
H	192	18. 5.	Zürich	18	22,82	1,23	1502	6,58
W	193	18. 5.	Zürich	18	21,98	1,09	1559	7,09
∅					22,56	0,98	1597	7,08
G	195	9. 6.	Zürich	20	24,10	0,91	1686	7,00
H	196	9. 6.	Zürich	20	23,70	0,84	1562	6,59
W	197	9. 6.	Zürich	20	21,60	0,83	1400	6,48
∅					23,13	0,86	1549	6,69
G	198*	23. 6.	Zürich	14,5	25,90	0,69	1780	6,87
H	199	23. 6.	Zürich	14,5	23,35	0,77	1564	6,70
W	200	23. 6.	Zürich	14,5	21,95	0,82	1587	6,23
∅					23,73	0,76	1644	6,93
G	201	14. 7.	Zürich	16	29,12	0,82	1978	6,79
H	202	14. 7.	Zürich	16	24,88	0,80	1694	6,81
W	203	14. 7.	Zürich	16	24,02	0,75	1603	6,67
∅					26,01	0,79	1758	6,76
Durchschnitt der Vorperiode					23,86	0,85	1637	6,86 ± 0,090

Die %-Zahlen bedeuten: in % des Körpergewichts.

Tieren in den einzelnen Perioden gut übereinstimmte, läßt sich durchschnittlich wie folgt charakterisieren (Abbildung 2): Schwacher Anstieg in der Vorperiode, starker Anstieg in der Hauptperiode, fehlender Anstieg in der Nachperiode. Dasselbe geht zahlenmäßig aus den Werten der Tabelle 5 hervor.

Es sei ferner auf die beiden folgenden Einzelercheinungen im Verlauf der in Abbildung 2 gezeigten Kurven hingewiesen: Erstens setzte der Anstieg des Veritoldblutvolumens in der Hauptperiode

Vorperiode

9	10	11	12	13	14	15	16
ml	%	ml	%	ml	%	ml	%
1631	7,13	98	0,43	1239	5,42	490	2,14
1412	6,19	90	0,39	1116	4,89	386	1,69
1454	6,62	105	0,47	1169	5,32	390	1,77
1499	6,65	98	0,43	1175	5,21	422	1,78
1617	6,71	69	0,29	1253	5,20	433	1,80
1468	6,19	94	0,40	1159	4,89	403	1,70
1310	6,06	90	0,42	1057	4,89	343	1,59
1465	6,32	84	0,37	1156	4,99	393	1,70
1727	6,67	53	0,20	1292	4,99	488	1,88
1487	6,37	77	0,33	1173	5,02	391	1,67
1418	6,46	169	0,77	1149	5,23	438	2,00
1544	6,50	100	0,43	1205	5,08	439	1,85
1834	6,30	144	0,49	1310	4,50	668	2,29
1606	6,45	88	0,36	1227	4,93	467	1,88
1460	6,08	143	0,59	1154	4,80	449	1,87
1633	6,28	125	0,48	1230	4,74	528	2,01
1535	6,44 ± 0,090	102	0,43 ± 0,042	1192	5,01 ± 0,073	446	1,86 ± 0,059

erst zwischen der 2. und 5. Woche des Alpaufenthaltes ein, worüber im Abschnitt V noch zu sprechen sein wird. Zweitens unterbrachen zwei der Tiere ihre starke Volumzunahme in der Hauptperiode nach dem vorletzten Alpwert. Dieses Verhalten ist möglicherweise dadurch zu erklären, daß die letzte Untersuchung während der Hauptperiode in dem 650 m tiefer gelegenen Davos stattfand, wohin die Tiere einige Tage zuvor gebracht worden waren, weil die Alp aus Gründen der Witterung und der Weidenschaffenheit geräumt werden mußte. Nicht auszuschließen ist

Tabelle 3

	1	2	3	4	5	6	7	8
Tier	Ver- such Nr.	Datum	Ort	Luft- tempe- ratur	Körper- gewicht	Veritol- dosis	Blutvolumen nach Veritol („Veritolblut- volumen“)	
				°C	kg	mg/kg	ml	%
G	207	6. 8.	Davos Höhenweg	12	26,40	0,76	1721	6,52
H	208	6. 8.	Davos Höhenweg	12	23,20	0,78	1686	7,27
W	209	6. 8.	Davos Höhenweg	12	22,80	0,75	1755	7,70
∅					24,13	0,76	1721	7,16
G	210	24. 8.	Davos Höhenweg	16	28,50	0,81	2026	7,11
H	211	24. 8.	Davos Höhenweg	16	25,80	0,78	1919	7,44
W	212	24. 8.	Davos Höhenweg	16	24,30	0,82	1896	7,80
∅					26,20	0,80	1947	7,45
G	216	14. 9.	Davos Höhenweg	5	30,73	0,81	2382	7,75
H	217	14. 9.	Davos Höhenweg	5	27,70	0,79	2453	8,86
W	218	14. 9.	Davos Höhenweg	5	25,60	0,82	1986	7,76
∅					28,01	0,81	2274	8,12
G	221	5. 10.	Davos Dorf	10,5	30,90	0,81	2332	7,55
H	222	5. 10.	Davos Dorf	10,5	29,35	0,85	2437	8,30
W	223	5. 10.	Davos Dorf	10,5	26,55	0,83	2312	8,71
∅					28,93	0,83	2360	8,19
Durchschnitt der Hauptperiode					26,82	0,80	2075	7,73 ± 0,190

Die %-Zahlen bedeuten: in % des Körpergewichts.

Hauptperiode

9	10	11	12	13	14	15	16
Blutvolumen vor Veritol („Vor-Veritol- blutvolumen“)		„Reserve- Blutvolumen“		Plasma- Volumen		Blutkörperchen- volumen nach Veritol	
ml	%	ml	%	ml	%	ml	%
1587	6,01	134	0,51	1159	4,39	562	2,13
1591	6,86	95	0,41	1192	5,14	494	2,13
1646	7,22	109	0,48	1227	5,38	528	2,32
1608	6,70	113	0,47	1193	4,97	528	2,19
1935	6,79	91	0,32	1346	4,72	680	2,39
1835	7,11	84	0,33	1332	5,16	587	2,28
1772	7,29	124	0,51	1307	5,38	589	2,42
1847	7,06	100	0,39	1328	5,09	619	2,36
2258	7,35	124	0,40	1510	4,91	872	2,84
2296	8,29	157	0,57	1618	5,84	835	3,01
1842	7,20	144	0,56	1371	5,36	615	2,40
2132	7,61	142	0,51	1500	5,37	774	2,75
2090	6,76	242	0,79	1491	4,83	841	2,72
2253	7,68	184	0,62	1659	5,65	778	2,65
2066	7,78	246	0,93	1548	5,83	764	2,88
2136	7,41	224	0,78	1566	5,44	794	2,75
1931	7,20 ± 0,167	144	0,54 ± 0,052	1397	5,22 ± 0,129	679	2,51 ± 0,086

Tabelle 4

	1	2	3	4	5	6	7	8
Tier	Ver- such Nr.	Datum	Ort	Luft- tempe- ratur	Körper- gewicht	Veritol- dosis	Blutvolumen nach Veritol („Veritolblut- volumen“)	
				°C	kg	mg/kg	ml	%
G	227	22. 10.	Zürich	14	34,85	0,83	2465	7,07
H	228	22. 10.	Zürich	13	32,40	0,83	2282	7,04
W	229	22. 10.	Zürich	13	28,25	0,85	2244	7,94
∅					31,83	0,84	2330	7,35
G	232	12. 11.	Zürich	12	37,85	0,79	2564	6,77
H	233	12. 11.	Zürich	12	34,15	0,82	2199	6,44
W	234	12. 11.	Zürich	12	31,05	0,81	2365	7,62
∅					34,35	0,81	2376	6,94
G	242	3. 12.	Zürich	11	36,35	0,80	2404	6,61
H	243	3. 12.	Zürich	11	35,50	0,82	2258	6,36
W	244	3. 12.	Zürich	11	31,30	0,83	2321	7,42
∅					34,38	0,82	2328	6,80
Durchschnitt der Nachperiode					33,52	0,82	2345	7,03 ± 0,182

Die %-Zahlen bedeuten: in % des Körpergewichts.

auch ein Zusammenhang mit dem Wettersturz vom 4. auf den 5. Oktober, der nach einer vorhergegangenen Schönwetterzeit einen starken mit Abkühlung und Niederschlägen verbundenen Druckabfall brachte.

Noch deutlicher als in den absoluten Werten kommt das Verhalten des Veritolblutvolumens in den auf das Körpergewicht bezogenen Werten zum Ausdruck (Veritolblutvolumen in % des Körpergewichts, bzw. ml Blut je 100 g Körpergewicht). Wie das Diagramm der Abbildung 3 erkennen läßt, verläuft diese Größe in der Vorperiode mehr oder weniger horizontal, steigt in der Hauptperiode an und fällt in der Nachperiode wieder annähernd auf die Ausgangswerte zurück. Die entsprechenden Mittelwerte

Nachperiode

9	10	11	12	13	14	15	16
Blutvolumen vor Veritol („Vor-Veritol- blutvolumen“)		„Reserve- Blutvolumen“		Plasma- Volumen		Blutkörperchen- volumen nach Veritol	
ml	%	ml	%	ml	%	ml	%
2179	6,25	286	0,82	1567	4,50	898	2,58
2136	6,59	146	0,45	1580	4,88	702	2,17
1981	7,01	263	0,93	1498	5,30	746	2,64
2099	6,62	232	0,73	1548	4,89	782	2,46
2147	5,67	417	1,10	1527	4,03	1037	2,74
2030	5,94	169	0,50	1464	4,29	735	2,15
2068	6,66	297	0,96	1572	5,06	793	2,55
2082	6,09	294	0,85	1521	4,46	855	2,48
2068	5,69	336	0,92	1477	4,06	927	2,55
2097	5,91	161	0,45	1498	4,22	760	2,14
2014	6,43	307	0,99	1545	4,94	776	2,48
2060	6,01	268	0,81	1507	4,41	821	2,39
2080	6,24 ± 0,156	265	0,79 ± 0,085	1525	4,59 ± 0,156	819	2,44 ± 0,077

lauten: Vorperiode: 6,86, Hauptperiode: 7,73, Nachperiode: 7,03. Die einzelnen Mittelwerte der Haupt- und Nachperiode, ausgedrückt in % des Vorperiodenmittels, ergeben die nachstehenden Zahlen:

1. Wert der Hauptperiode	104	1. Wert der Nachperiode	107
2. „ „ „	109	2. „ „ „	101
3. „ „ „	118	3. „ „ „	99
4. „ „ „	119		

Es darf erwähnt werden, daß der Anstieg des Veritolblutvolumens in der Hauptperiode (auf dem Papier) noch wesentlich steiler ausgefallen wäre, wenn man, wie das gewöhnlich geschieht, einen unkorrigierten Hämatokritwert benutzt hätte. Wir verwendeten



Tabelle 5

Veritolblutvolumen	Vorperiode	Hauptperiode	Nachperiode
Zunahme in ml (Differenz des ersten und letzten Gruppenmittelwertes in jeder Periode)	161	639	—2
Mittlere wöchentliche Zunahme in ml . . . . .	18	75	—

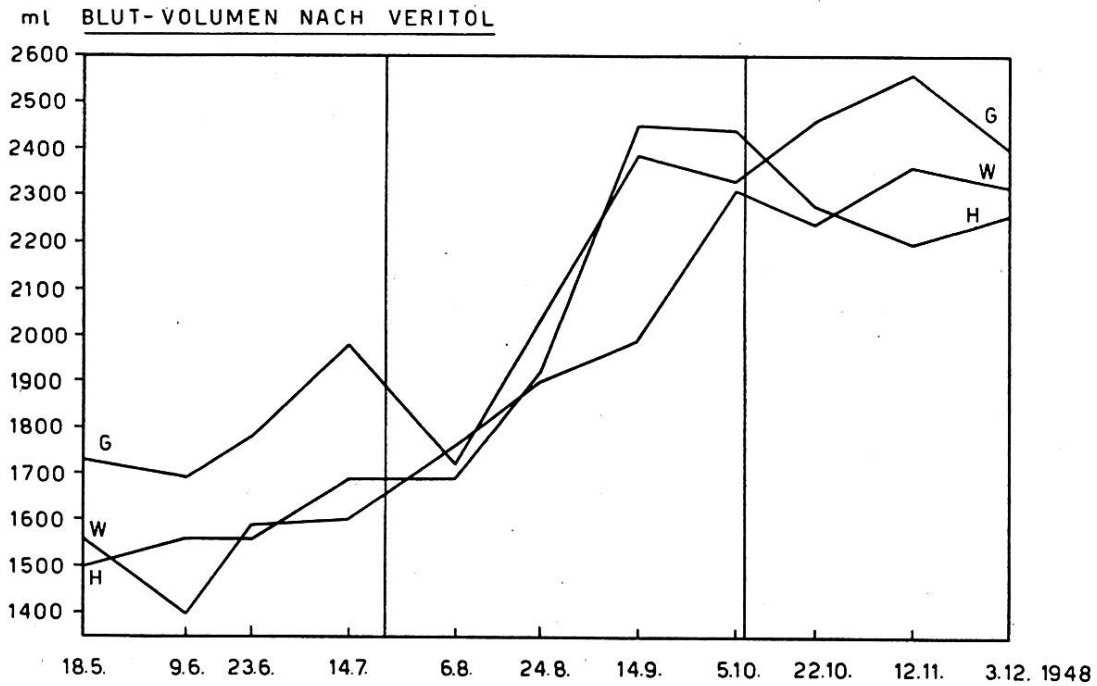


Abb. 2

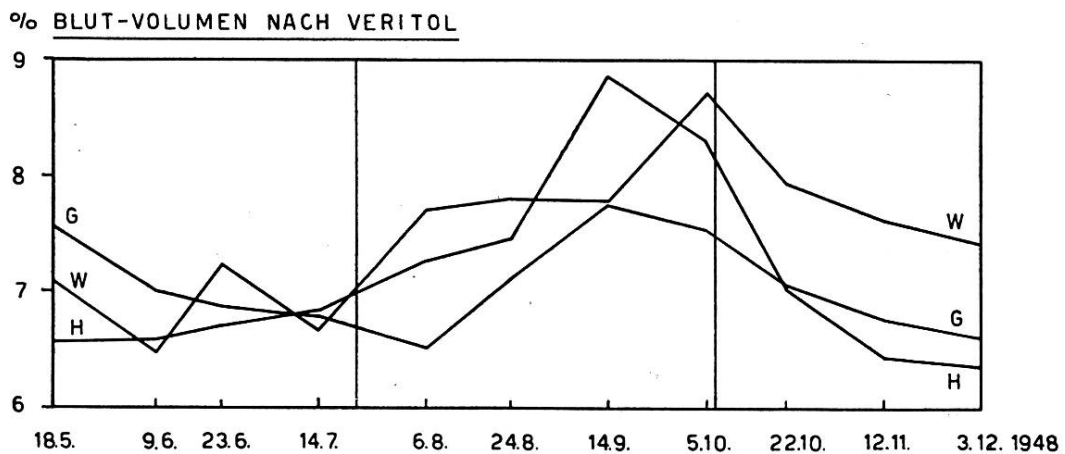


Abb. 3

ausschließlich Hämatokritwerte, die auf Grund eines Farbverdünnungsverfahrens mit dem Blute des betreffenden Versuchstieres korrigiert worden waren.

### C. Vor-Veritol-Blutvolumen

Systematische Untersuchungen (Bianca [7]) haben gezeigt, daß bei Anwendung von Veritol zwar das Blutvolumen ansteigt, das Plasmavolumen dagegen im Vergleich zu seiner Größe in Versuchen ohne Veritol mehr oder weniger unverändert bleibt. Aus dieser Feststellung leiteten wir die Berechtigung ab, in einem Veritolversuch aus dem Plasmavolumen und dem Volumanteil der Blutkörperchen in einer vor der Veritolinjektion gewonnenen Blutprobe ein „Vor-Veritol-Blutvolumen“ zu berechnen. Diese Größe verlief in den vorliegenden Versuchen gleichsinnig mit dem Veritolblutvolumen, lediglich auf einem etwas tieferen Niveau (siehe Tabellen 2, 3 und 4). Die wesentliche Bedeutung des Vorveritolblutvolumens liegt für unsere Frage darin, daß sich mit ihrer Hilfe das nachfolgend zu beschreibende Reserveblutvolumen berechnen läßt.

### D. Reserveblutvolumen

Aus dem Veritolblutvolumen und dem Vorveritolblutvolumen wurde durch Differenzbildung eine als Reserveblutvolumen bezeichnete Größe ermittelt. Sie entspricht derjenigen Blutmenge, welche durch Veritol zusätzlich mobilisiert, d. h. in den aktiven Kreislauf geworfen wird. Wenn auch nicht erwartet werden kann, daß diese Größe die gesamte Reserveblutkapazität des Organismus repräsentiert, so stellt sie doch eine weitgehende Annäherung an diese dar (Bianca [7]). Jedenfalls handelt es sich beim Reserveblutvolumen — eine stets etwa gleichstarke Veritolwirkung vorausgesetzt — um eine physiologisch sehr interessante Relativgröße.

Aus den Tabellen 2, 3 und 4, sowie den Abbildungen 4 und 5, geht folgendes hervor: Das Reserveblutvolumen der Versuchstiere nimmt gesamthaft betrachtet mit fortschreitender Versuchszeit zu. Die Mittelwerte in der Vor-, Haupt- und Nachperiode betragen 102, 144 und 265 ml. Damit ist zunächst lediglich ausgedrückt, daß mit fortschreitendem Wachstum der Tiere sich auch deren Blutreserven vergrößert haben.

Auffallend ist nun aber, daß das Reserveblutvolumen in den ersten 5 Wochen nach der Alpfahrt, also fast bis zur Hälfte der Hauptperiode, bei sämtlichen Tieren tief, d. h. auf etwa gleicher

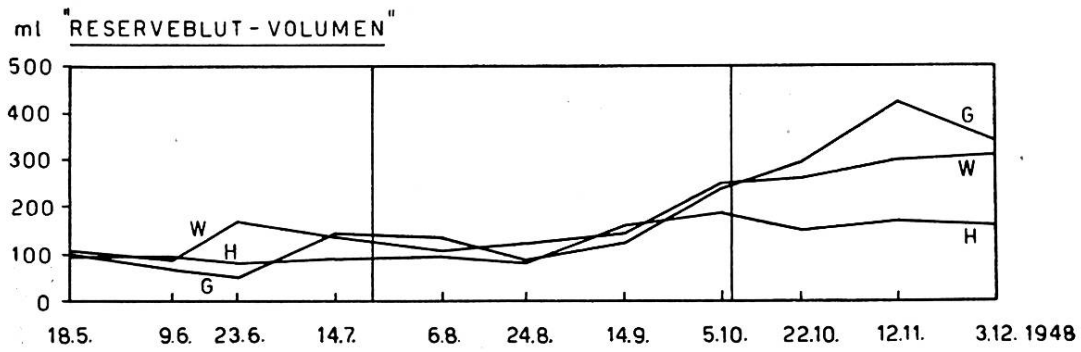


Abb. 4

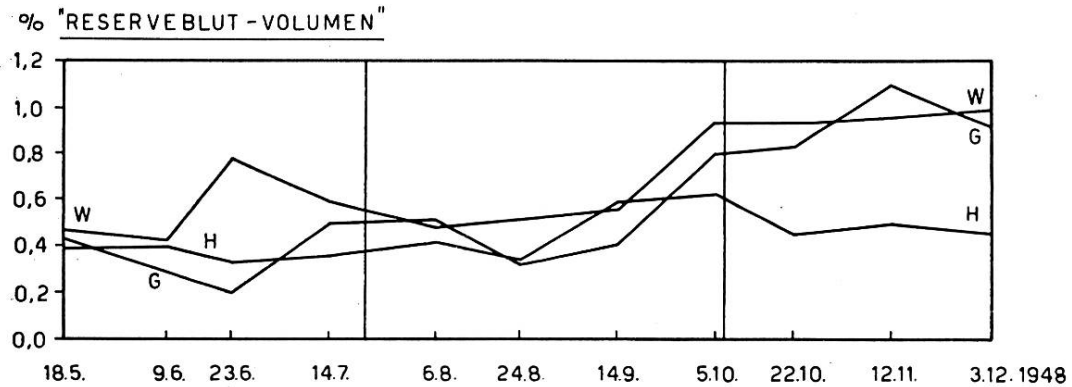


Abb. 5

Höhe wie in der Vorperiode bleibt. Erst dann steigt es stark an, und zwar nicht nur bis zum Ende der Alpzeit, sondern über dieses hinaus bis in die Nachperiode hinein. Aus der Tatsache, daß dies nicht nur für die absoluten Werte, sondern auch für die auf das Körpergewicht bezogenen Werte zutrifft, geht hervor, daß die Tiere in zunehmendem Maße Blut gespeichert haben. So betrug das mittlere Reserveblutvolumen je kg Körpergewicht in der Vorperiode 4,28, in der Hauptperiode 5,36, in der Nachperiode 7,91 ml. Es hat demnach annähernd eine Verdoppelung dieser Größe stattgefunden. Eine erhöhte Blutspeicherung am Ende der Hauptperiode und namentlich während der Nachperiode tritt ferner deutlich in Erscheinung, wenn man das Reserveblutvolumen in % des Veritolblutvolumens ausdrückt. Die entsprechenden Mittelwerte an den einzelnen Untersuchungstagen lauten:

Vorperiode:	6,13	Hauptperiode:	6,54	Nachperiode:	9,91
	5,51		5,14		12,17
	6,18		6,29		11,45
	7,13		9,52		

Wie das geschilderte Verhalten des Reserveblutvolumens gedeutet werden kann, soll im Abschnitt V besprochen werden.

### E. Plasmavolumen

Die Werte dieser Größe verliefen bei den einzelnen Tieren sehr einheitlich und zeigten folgendes Verhalten (Tabellen 2, 3 und 4 und Abbildung 6): Während der ganzen Vorperiode befindet sich das Plasmavolumen auf einer annähernd konstanten Höhe von

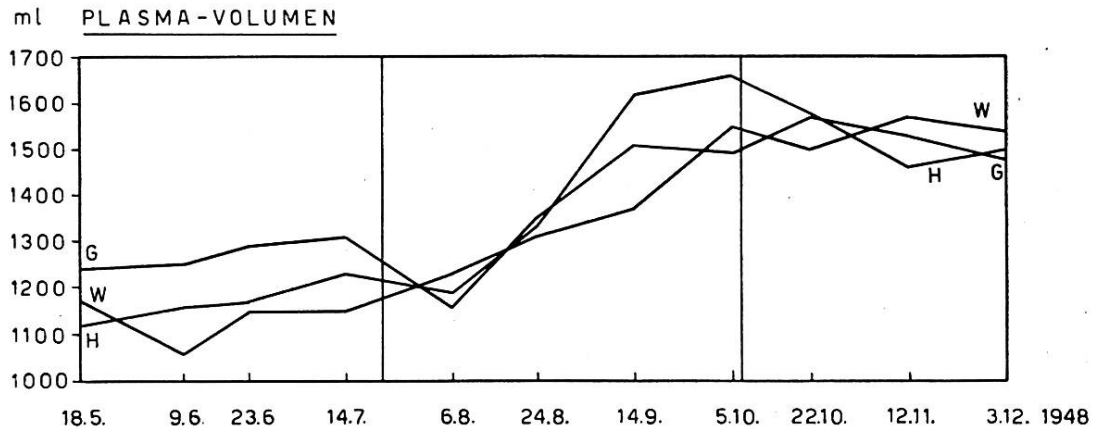


Abb. 6

durchschnittlich 1192 ml. Auch nach der Alpfahrt bleibt dieses Niveau zunächst unverändert bestehen. Erst mit dem zweiten Alpwert beginnt ein Anstieg, der bis zum Ende der Hauptperiode anhält. Der letzte Alpwert erreicht eine Höhe von durchschnittlich 1566 ml. In der Nachperiode fällt das mittlere Plasmavolumen wieder auf 1507 ml zurück.

Ebenfalls eindeutig verhält sich das auf das Körpergewicht bezogene Plasmavolumen (Abbildung 7). Es hat in der Vorperiode

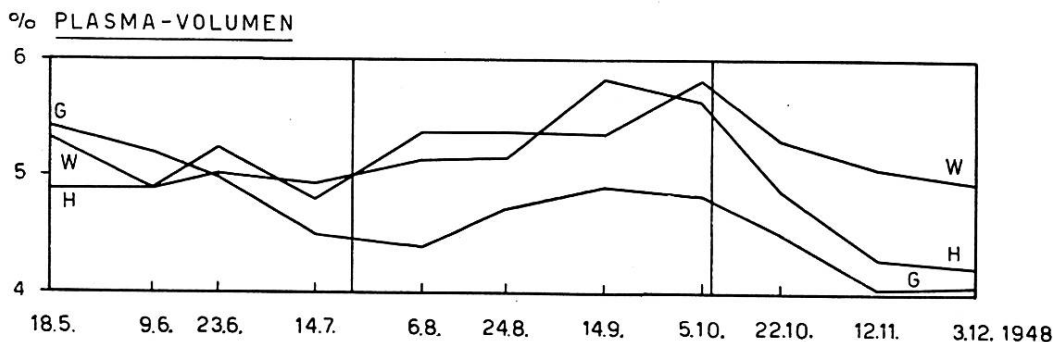


Abb. 7

eine sinkende Tendenz, steigt im Anschluß an die Alpfahrt an und fällt in der Nachperiode sogar noch unter die Ausgangswerte zurück. Es scheint demnach, daß der Alpaufenthalt eine allgemeine, möglicherweise altersbedingte Abnahme des Plasmavolumens je Körpergewichtseinheit vorübergehend unterbrochen und in einen Anstieg umgewandelt hat.

### F. Blutkörperchenvolumen

Die Menge der nach einer Veritolinjektion im Körper zirkulierenden Blutkörperchen wurde berechnet als Differenz des Veritolblutvolumens und des Plasmavolumens. Entsprechend dem Verhalten dieser beiden Größen zeigt auch das Blutkörperchenvolumen während der Hauptperiode, im Vergleich zu der Vor- und Nachperiode, eine erhöhte Zunahme. Die durchschnittliche

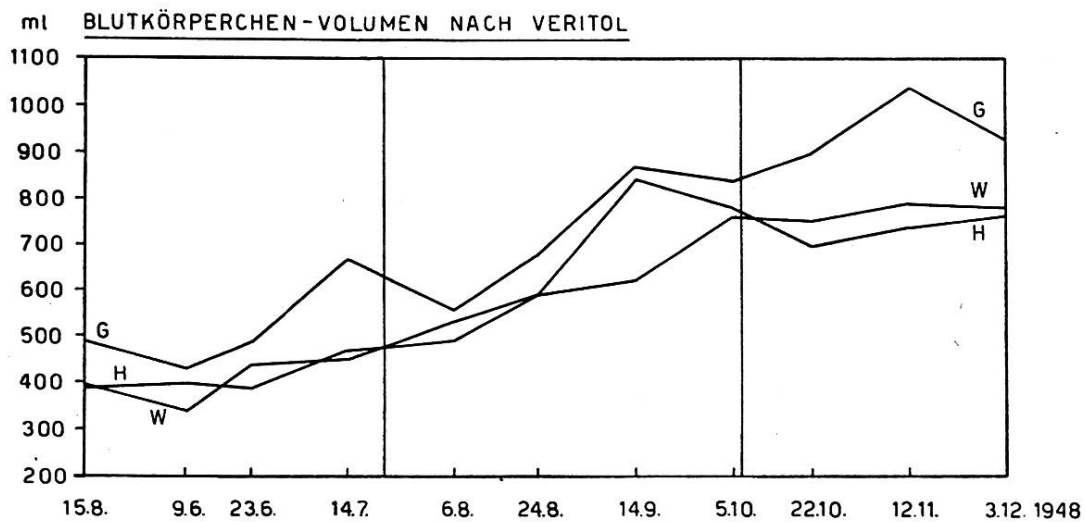


Abb. 8

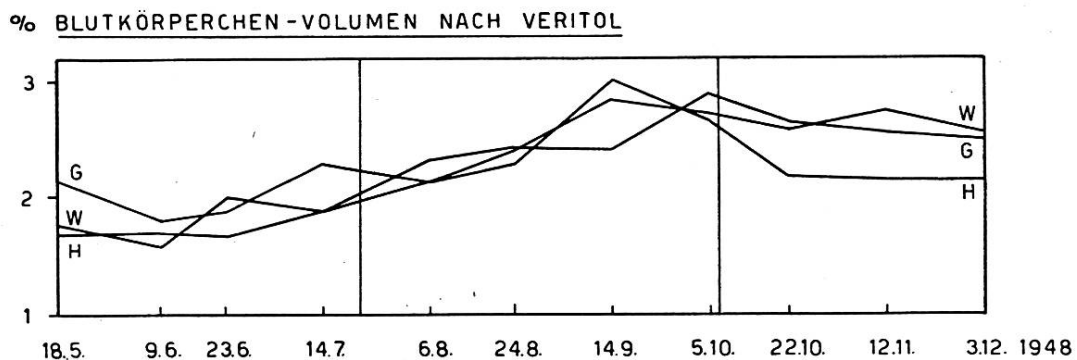


Abb. 9

wöchentliche Zunahme, wiederum ermittelt auf Grund der Differenz des ersten und letzten Wertes jeder Periode, betrug: 12 ml in der Vorperiode, 31 ml in der Hauptperiode und 6 ml in der Nachperiode. Das mittlere Blutkörperchenvolumen in ml/kg Körpergewicht betrug in der Vorperiode 18,6, in der Hauptperiode 25,1 und in der Nachperiode 24,4 (Abb. 8 und 9).

### G. Statistische Prüfung der Ergebnisse

Die obigen Befunde über das Verhalten der untersuchten Blutgrößen in den drei Perioden stützen sich auf den kurvenmäßigen Verlauf der Einzelwerte sowie auf den Vergleich von Durchschnittswerten. Zur Klärung der Frage, ob die gemachten Aussagen mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des vorliegenden Zahlenmaterials

Tabelle 6. Prüfung der Differenzen der Mittelwerte zwischen den einzelnen Perioden

V = Vorperiode; H = Hauptperiode; N = Nachperiode

Untersuchte Größe	Periode	Mittelwert	Standardabweichung	Differenz der Mittelwerte	t	P
Veritol-Blutvolumen	V	6,864	± 0,3106	0,867 <sup>1)</sup> 0,701 <sup>1)</sup>	4,130 2,596	< 0,001 0,05-0,01
	H	7,731	± 0,6571			
	N	7,030	± 0,5444			
Vor-Veritol-Blutvolumen	V	6,436	± 0,3105	0,764 <sup>1)</sup> 0,961 <sup>1)</sup>	4,003 4,052	< 0,001 < 0,001
	H	7,200	± 0,5790			
	N	6,239	± 0,4682			
„Reserve-Blutvolumen“	V	0,428	± 0,1466	0,108 0,255 <sup>1)</sup>	1,604 2,699	> 0,05 0,05-0,01
	H	0,536	± 0,1801			
	N	0,791	± 0,2544			
Plasma-Volumen	V	5,007	± 0,2524	0,209 0,629 <sup>1)</sup>	1,408 3,121	> 0,05 0,01-0,001
	H	5,216	± 0,4484			
	N	4,587	± 0,4690			
Blutkörperchen-Volumen	V	1,857	± 0,2041	0,657 <sup>1)</sup> 0,070	6,320 0,584	< 0,001 > 0,05
	H	2,514	± 0,2971			
	N	2,444	± 0,2300			

<sup>1)</sup> Differenz gesichert.

Die Werte der ersten drei Zahlenkolonnen bedeuten ml je 100 g Körpergewicht.



zulässig sind, wurden die Differenzen zwischen den einzelnen Periodendurchschnitten unter Heranziehung sämtlicher Einzelwerte mittels des t-Tests nach R. A. Fisher geprüft, wobei als Sicherheitsschwelle ein P von 0,05 zugrundegelegt wurde.

Für die Berechnung kamen aus dem in der Vorbemerkung zu Abschnitt IV erwähnten Grunde nur die auf das Körpergewicht bezogenen Größen (ml/100 g Körpergewicht) in Frage. Die in der Tabelle 6 aufgeführten Ergebnisse der statistischen Prüfung rechtfertigen die Feststellungen, welche über die mittleren gewichtsbezogenen Volumveränderungen gemacht worden sind, so daß es sich erübrigt, näher auf sie einzutreten. Als Ergänzung sei noch auf die Tabelle 7 hingewiesen, aus welcher hervorgeht, daß das Reserveblutvolumen auch bezogen auf das Veritolblutvolumen nach der Alpung in systematischer Weise höher liegt als vor und während dieser.

Tabelle 7. Reserveblutvolumen in % des Veritolblutvolumens. Prüfung der Differenz der Mittelwerte zwischen den einzelnen Perioden

Periode	Mittelwert	Standardabweichung	Differenz der Mittelwerte	t	P
Vor-	6,240	± 2,057	0,632 4,302 <sup>1)</sup> )	0,760	> 0,05 0,01—0,001
Haupt-	6,872	± 2,021		3,639	
Nach-	11,174	± 3,385			

<sup>1)</sup> Differenz gesichert.

## V. Diskussion

Es ist gezeigt worden, daß das Blutvolumen der untersuchten Jungziegen unter dem Einflusse der Alpung eine Veränderung erfahren hat. Während der Alpung sind die Tiere aber nicht nur einem anderen Klima ausgesetzt als im Tal, sondern auch veränderten Bedingungen in bezug auf die Ernährung und das Ausmaß der Körperbewegung. Auf Grund der vorliegenden Versuchsanordnung läßt sich somit nicht entscheiden, ob das Klima, das Futter oder die vermehrte Körperbewegung den erhöhten Anstieg des Blutvolumens verursacht haben.

Wie jedoch Versuche, in denen die Wirkung der genannten drei Alpfungsfaktoren getrennt untersucht worden ist [19], gezeigt haben, ist für das Zustandekommen von Veränderungen des Blutes in bezug auf seinen Gehalt an Blutkörperchen und anderen Be-

standteilen während der Alpengang das Klima von ausschlaggebender Bedeutung. Unter den einzelnen Klimafaktoren wiederum wird von den meisten Autoren die verminderte Sauerstoffgehalt der Luft als die wirksame Größe angesehen. Bereits im Jahre 1932 äußerte sich Loewy [13] wie folgt: „Man kann schon nach all diesen Befunden nicht gut an einer wirklichen Steigerung der Blutzellenzahl im Körper bei unter Luftverdünnung befindlichen Wesen zweifeln. Daß es sich hierbei um die mit der Luftverdünnung verbundene Verminderung der Sauerstoffzufuhr handelt, ergibt sich schon aus älteren Versuchen von v. Koranyi, wonach Sauerstoffzufuhr die bei Luftverdünnung zustande kommende Zellzunahme herabsetzt, und aus Versuchen von Sellier, in denen sie umgekehrt beim Aufenthalt in sauerstoffreicher, aber unter vollem Atmosphärendruck stehender Luft auftritt.“ Die genannten Befunde machen es wahrscheinlich, daß die von uns gefundene verstärkte Zunahme des Blutvolumens in erster Linie den Einflüssen des Alp-Klimas zugeschrieben werden müssen.

Nach Angaben von Barcroft [3] und besonders denjenigen von Bazett und Mitarbeitern [6] verändert sich das Blutvolumen des Menschen gleichsinnig mit der Temperatur der Umgebungsluft. Beim Übergang von einem kalten in ein warmes Klima vergrößert sich die Blutmenge, beim Übergang im umgekehrten Sinne vermindert sie sich. An diesem Vorgang scheinen sich sowohl die Blutkörperchen als auch das Plasma zu beteiligen, so daß das Blutkörperchen/Plasmaverhältnis im wesentlichen unverändert bleibt. Da mit steigender Höhe über Meer die Lufttemperatur abnimmt, müßte sich die Blutmenge unter sonst gleichen Bedingungen beim Aufstieg ins Gebirge verkleinern. Der Einfluß des mit steigender Höhe über Meer sinkenden Sauerstoffpartialdruckes und der fallenden Lufttemperatur würden demnach eine entgegengesetzte Wirkung auf das Blutvolumen ausüben.

Die anlässlich der Durchführung der Blutmengenbestimmungen gemessenen Lufttemperaturen betragen in der Vorperiode 18°, 20°, 14,5° und 16° C, in der Hauptperiode auf der Alp 12°, 16°, 5° und 10,5° C, in der Nachperiode 13°, 12° und 11° C. Es handelt sich bei diesen Werten allerdings nur um Stichproben, welche die zur Zeit der Blutmengenbestimmung herrschenden Lufttemperaturen kennzeichnen. Über die allgemeinen Temperaturverhältnisse während der drei Perioden sagen sie nichts aus. Wenn man von dem einzelnen Tiefwert in der Hauptperiode absieht, beträgt der Unterschied zwischen der tiefsten und der höchsten Temperatur nur 9,5° C. Temperaturschwankungen von dieser Größe dürften

aber — sofern überhaupt die erwähnte Temperaturabhängigkeit auch für das Blutvolumen von Ziegen Gültigkeit besitzt — kaum geeignet sein, nennenswerte Veränderungen der Blutmenge hervorzurufen.

Neben diesen Überlegungen zur Frage, welche Umweltfaktoren für die Steigerung des Blutvolumens verantwortlich zu machen sind, müssen noch einige auffallende Erscheinungen im Verhalten des Blutvolumens kurz erörtert werden.

Es wurde gezeigt, daß der eigentliche Anstieg des Blutvolumens in der Hauptperiode erst zwischen der 2. und 5. Woche des Alpaufenthaltes einsetzte. Als Ursache für die geringe Höhe des ersten Alpwertes könnte an einen vorübergehend vermehrten Erythrozytenabbau gedacht werden, wie er von mehreren Forschern zu Beginn eines Hochgebirgsaufenthaltes, namentlich in Verbindung mit einer gleichzeitigen körperlichen Anstrengung beobachtet worden ist (siehe Verzár [16]), und der als Einleitung zu einer nachfolgenden verstärkten Neubildung von Erythrozyten aufgefaßt wird. Einer solchen Annahme widersprechen hier jedoch die Tatsachen, daß diese erhöhte Erythrozytenzerstörung schon in der allerersten Zeit nach dem Aufstieg ins Höhenklima vor sich geht, so daß sie zwei Wochen nach der Alpfahrt im wesentlichen beendet sein müßte, und ferner daß der in Frage stehende tiefe erste Meßwert der Hauptperiode vor allem auf ein relativ niederes Plasmavolumen zurückzuführen ist. Wahrscheinlich handelt es sich lediglich um eine Folge der erwähnten Körpergewichtabnahme bei welcher infolge der negativen Stoffwechselbilanz nicht nur ein Schwund an Muskelsubstanz und anderen festen Geweben, sondern auch ein Verlust an Blut eingetreten ist.

Beim Betrachten der Kurven fällt auf, daß das Blutvolumen und das Plasmavolumen schon beim ersten Versuch in der Nachperiode, d. h. zwei Wochen nach der Talfahrt wieder ähnliche Werte annehmen wie in der Vorperiode. Besonders deutlich kommt dies in den auf das Körpergewicht bezogenen Zahlen zum Ausdruck. Die Volumveränderungen, die während des Alpaufenthaltes zustande gekommen sind, tendieren also schon sehr bald wieder gegen die Norm zurück, so daß von einer eigentlichen Nachwirkung der Alpfung auf diese Größen nicht gesprochen werden kann. Die Tiere passen offenbar ihr Blutvolumen innert relativ kurzer Zeit wieder den im Tale herrschenden Verhältnissen an.

Für das geschilderte Verhalten des Reserveblutvolumens

besteht die folgende Erklärungsmöglichkeit: Durch den Übergang vom Tal auf die Alp gelangen die Tiere unter Umweltbedingungen (Höhenklima, vermehrte Körperbewegung beim Weidegang), die an den Blutkreislauf und die Atmung erhöhte Anforderungen stellen. Insbesondere entsteht ein erhöhter Bedarf an zirkulierendem Blut. Dieser wird allmählich auf dem Wege einer vermehrten Blutneubildung gedeckt. Solange dieser Vorgang andauert, bleibt die Menge des gespeicherten Blutes niedrig. Gegen Ende der Alpengang aber hat sich das erythropoetische System mit den neuen Umweltbedingungen so weit ins Gleichgewicht gesetzt, daß der Organismus wieder beginnen kann, einen größeren Anteil des Gesamtblutes in Reserve zu behalten. Zur vollen Auswirkung gelangt diese verstärkte Blutspeicherung dann in der Nachperiode im Tal, wo die Tiere wieder „milderen“ Umweltbedingungen (erhöhtes Sauerstoffangebot, verminderte Körperbewegung) ausgesetzt sind, welche eine Herabsetzung der zirkulierenden Blutmenge gestatten.

Das Reserveblut würde in diesem Zusammenhang also die Funktion eines langfristigen Puffers ausüben. Die Aufgabe dieses Puffers bestände sowohl darin, im Falle eines erhöhten Blutbedarfs die Zeit bis zu einer genügend fortgeschrittenen Verstärkung der Blutneubildung zu überbrücken, als auch im Falle eines „Blutüberflusses“ für eine Herabsetzung der zirkulierenden Blutmenge durch Erhöhung des Reserveblutvolumens zu sorgen. Über die Frage, inwieweit Blutspeicher auch als kurzfristige Puffer wirksam sein können — nach Angaben verschiedener Autoren findet unmittelbar nach dem Aufstieg in größere Höhen eine Auspressung von Milzblut in das zirkulierende Blut statt —, waren unter den vorliegenden Versuchsbedingungen keine Feststellungen möglich.

Die Vergleichsmöglichkeiten der vorliegenden Ergebnisse mit den Resultaten der früher genannten Autoren werden dadurch eingeschränkt, daß unsere erste Messung im Gebirge erst 15 Tage nach der Alpfahrt vorgenommen wurde. Der von uns festgestellte Anstieg des Blutvolumens auf der Alp steht in Übereinstimmung mit der Zunahme, die Somogyi und Mitarbeiter [15] am 20. Tag des Aufenthaltes auf dem Jungfraujoch gefunden haben. Ein unterschiedliches Verhalten ist dagegen in bezug auf das Plasmavolumen festzustellen. Diese Größe hat bei unseren Ziegen ebenfalls zugenommen, während sie bei zwei der drei Tiere obiger Autoren abgenommen hat. Den Befund von Wiesinger und Tobler [18], nämlich eine Erhöhung des Plasmavolumens 18 Stunden nach der Bergfahrt, gefolgt von einer Wiederabnahme am 5. Höhentag,

können wir weder bestätigen noch widerlegen. Auf Grund unserer Befunde muß jedoch vermutet werden, daß so kurze Zeit nach dem Anstieg in das Hochgebirgsklima der Umstellungsprozeß des Organismus noch nicht abgeschlossen ist.

## VI. Zusammenfassung

1. Die Frage, ob im Gebirgsklima eine echte Blutvermehrung stattfindet, läßt sich nur mit Hilfe einer Blutvolumenbestimmung entscheiden.
2. Bisherige Arbeiten auf diesem Gebiete lassen langfristige Versuche in mittleren Höhenlagen (ca. 1500—2500 m über Meer) sowie eine Berücksichtigung des Reserveblutvolumens vermissen.
3. In eigenen Versuchen werden drei Jungziegen während 11 Wochen oberhalb von Davos in einer Höhe von 2000—2700 m über Meer gealpt (Hauptperiode). Vorher und nachher verbringen die Tiere 10, bzw. 8 Wochen in der Nähe von Zürich auf einer Höhe von 440 m (Vorperiode, Nachperiode).
4. An jeder Ziege werden total 11 Blutvolumenbestimmungen durchgeführt. Hierbei wird durch die Injektion des Kreislaufmittels „Veritol“<sup>1)</sup> eine weitgehende Entleerung der Blutspeicher herbeigeführt. Die so gemessene, als Veritolblutvolumen bezeichnete Größe, stellt eine gute Annäherung an das Gesamtblutvolumen der Tiere dar.
5. Alle Tiere, die sich während der ganzen Versuchsdauer bei guter Gesundheit befinden und normale Gewichtszunahme aufweisen, verhalten sich hinsichtlich ihrer Reaktion auf den Höhengleichhalt gleichartig.
6. Die Ergebnisse, bei deren Bewertung die kleine Anzahl der Versuchstiere und Meßpunkte, sowie das Fehlen einer Vergleichsgruppe im Tal zu berücksichtigen ist, sind die folgenden:
  - a) Das Veritolblutvolumen nimmt während des Alpaufenthaltes deutlich stärker zu, als während der Vor- und Nachperiode in der Niederung. Das Veritolblutvolumen, ausgedrückt in ml je kg Körpergewicht beträgt durchschnittlich in der Vorperiode 68,6, in der Hauptperiode 77,3, in der Nachperiode 70,3. Hierbei ergeben die Werte der einzelnen Versuche in % des Vorperiodendurchschnitts die folgenden Zahlen:

---

<sup>1)</sup> Hergestellt durch die Firma Knoll & Co., A.G., Liestal.



in der Hauptperiode: 1. 104%	in der Nachperiode: 1. 107%
2. 109%	2. 101%
3. 118%	3. 99%
4. 119%	

- b) Das Reserveblutvolumen, welches die durch Veritol zusätzlich mobilisierte Blutmenge repräsentiert, steigt am Ende der Alpage und besonders in der Nachperiode stark an. Je kg Körpergewicht wurden durchschnittlich die folgenden Volumina Blut gespeichert: in der Vorperiode 4,28 ml, in der Hauptperiode 5,36 ml, in der Nachperiode 7,91 ml. Hieraus, sowie aus dem gleichzeitigen Verhalten des Veritolblutvolumens wird gefolgert, daß das Reserveblut hier die Funktion eines langfristigen Puffers ausübt.
- c) Das Plasmavolumen verhält sich grundsätzlich gleich wie das Veritolblutvolumen.

Das Blutkörperchenvolumen, das nur rechnerisch durch Differenzbildung aus dem Blutvolumen und dem Plasmavolumen ermittelt wird, verläuft gleichsinnig mit diesen beiden Größen.

7. Auf Grund dieser Befunde wird gefolgert, daß der Alpaufenthalt unter den genannten Bedingungen bei den Versuchstieren eine echte Vermehrung des Blutvolumens verursacht hat.

### Résumé

On a étudié l'influence de l'alpage sur le volume total sanguin de 3 jeunes chèvres. Ces animaux passèrent 11 semaines à une altitude de 2000—2700 mètres. Avant et après cette période d'essais, les animaux stationnèrent à une altitude de 440 mètres. Chaque animal a été contrôlé 11 fois. La méthode utilisée était une modification de la «méthode de dilution d'un colorant» (colorant bleu T-1824). Simultanément il a été injecté l'analeptique circulatoire «Veritol» dans le but de vider les réservoirs sanguins du corps.

Le volume sanguin ainsi mesuré, représentant la plus grande partie du volume sanguin total de l'animal, était plus élevé durant la période d'alpage d'une manière statistiquement significative: les valeurs moyennes des mensurations effectuées furent: avant la période d'alpage  $6,86 \pm 0,311$ , pendant la période d'alpage  $7,73 \pm 0,657$ , après la période d'alpage  $7,03 \pm 0,544$ , mesurés en ml. par 100 g. de poids vif. Exprimés en % par rapport aux valeurs moyennes de la période précédant l'alpage, on a obtenu



pour les différents contrôles: durant l'alpage 104, 109, 118 et 119%, après l'alpage 107, 101 et 99%.

### Riassunto

Su tre caprette si è studiato l'influenza dell'alpeggio sul volume totale del sangue. Le caprette hanno passato 11 settimane ad un'altitudine di 2000—2700 m. Prima e dopo questo periodo di prova si trovavano ad un'altitudine di 440 m. Ad ogni animale vennero fatti 11 esperimenti sul volume totale sanguigno, adoperando una modificazione del metodo di «diluizione di un colorativo» (colorativo blu T-1824). Simultaneamente si fece un'iniezione dell'analeptico circolatorio «Veritol» con lo scopo di svuotare i serbatoi sanguigni.

Il volume sanguigno raggiunto in questo modo fu durante il periodo dell'alpeggio aumentato in un modo statisticamente significativo. La media dei valori fu: prima dell'alpeggio di  $6,86 \pm 0,311$ , durante l'alpeggio di  $7,73 \pm 0,657$ , dopo l'alpeggio di  $7,03 \pm 0,544$  ml per 100 grammi di peso del corpo. Calcolato il % sui valori medii prima dell'alpeggio ne risultavano le seguenti cifre: durante l'alpeggio: 104, 109, 118 e 119, dopo l'alpeggio: 107, 101 e 99%.

### Summary

A study was made of the influence of an alpine sojourn (= "Alpung") on the total blood volume of three young goats. The animals spent 11 weeks at a height of 2000—2700 m (6562—8859 ft. a.s.l.).

A total of 11 blood volume measurements each were made by means of a modification of the dye-dilution method, using a blue dye T-1824; a simultaneous injection of an adrenalin-like substance "Veritol" was employed in order to obtain an emptying of the blood reservoirs of the body.

This "Veritol-blood-volume", which represents a fair approximation to the total blood volume of the animal, showed during the alpine sojourn an increase, which could be demonstrated by statistical methods. The Mean for all animals and of all measurements was: Before "Alpung"  $6,86 \pm 0,311$ , during "Alpung"  $7,73 \pm 0,657$ , after "Alpung"  $7,03 \pm 0,544$  ml/100 grams live weight; or expressed as a percentage of the mean values of the four pre-alpine measurements (each series of measurements separately): during "Alpung" 104, 109, 118 and 119, after "Alpung" 107, 101 and 99%.

## VII. Literatur

- [1] Abderhalden E. und andere (1927): Pflügers Archiv 216 362—395. — [2] Abderhalden E. und Roske G. (1927): Pflügers Archiv 216 308 bis 321. — [3] Barcroft J. (1925): Die Naturwissenschaften, 13. Jahrgang, Heft 16, 325—330. — [4] Barcroft J. (1926): Die Naturwissenschaften, 14. Jahrgang, Heft 35, 797—801. — [5] Barcroft J. (1927): Die Atmungs-funktion des Blutes. Verlag Julius Springer, Berlin. — [6] Bazett H. C. und andere (1940): American Journal of Physiology, 129, 69—83. — [7] Bianca W. (1950): Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie 59, Heft 1. — [8] Fleisch A. und v. Muralt A. (1948): Klimaphysiologische Untersuchungen in der Schweiz, 2. Teil. Verlag Benno Schwabe und Co. Basel. — [9] Heilmeyer L. und andere (1940): Lehrbuch der speziellen pathologischen Physiologie. Verlag Gustav Fischer, Jena. — [10] Laquer F. (1924): Klinische Wochenschrift, 3. Jahrgang, 7—10. — [11] Lintzel W. und Radeff T. (1929): Pflügers Archiv 222, 674—689. — [12] Lippmann A. (1926): Klinische Wochenschrift, 5. Jahrgang, Nr. 31, 1406. — [13] Loewy A. (1932): Physiologie des Höhenklimas. Verlag Julius Springer, Berlin. — [14] Muralt v. A. (1944): Klimaphysiologische Untersuchungen in der Schweiz, 1. Teil. Verlag Benno Schwabe & Co. Basel. — [15] Somogyi J. C., Wirz H. und Verzár F. (1940/41): Helvetica Medica Acta, Band 7, Supplementum VI, 44—50. — [16] Verzár F. (1945): Höhenklima-Forschungen des Basler Physiologischen Institutes, 1. Teil. Verlag Benno Schwabe & Co. Basel. — [17] Verzár F. (1948): ibid. 2. Teil. — [18] Wiesinger K. und Tobler W. (1944): Helvetica Physiologica et Pharmacologica Acta, Supplementum III, 95—117. — [19] Noch unveröffentlichte Versuche der Institute für Tierzucht, für Haustierernährung und für Anatomie und Physiologie der Haustiere an der E.T.H. Zürich: Der Einfluß der Alpung auf die Körperentwicklung und die Beschaffenheit des Blutes von Haustieren, dargestellt an Hand von Versuchen mit Jungziegen.

Weitere Literaturangaben finden sich unter [7].

---

Service vétérinaire cantonal et Institut Galli-Valério, Lausanne

### Contribution à l'étude de la Brucellose du gibier

Par H. Burgisser

Witte, le premier, identifie une souche de lièvre comme *Br. abortus* [5]. Dernièrement, Jacotot et Vallée concluent que les deux premières souches de brucelles isolées de lièvres en France ont les caractères typiques de *Br. melitensis* [2 et 3].

Six souches de brucelles, dont cinq provenant d'organes de lièvres et une d'organes de chamois, sont étudiées pour en déterminer le type.

Les lièvres dont proviennent nos souches, présentaient les