

Bei den γ -Globulinen wurde am wenigsten gefunden. Bei diesen Versuchen erfolgte die Trennung der einzelnen Fraktionen nach dem von CONN angegebenen Verfahren.

Es soll hier über eine Bearbeitung dieser Frage mit Hilfe der Papierelektrophorese berichtet werden. Kaninchen und Ratten wurde ein gewichtsloses Präparat von NaJ^{131} subkutan injiziert. Nach 24 Std wurde Blut entnommen und das Serum papierelektrophoretisch getrennt. Anschließend wurde mit einem GEIGER-MÜLLER-Zählrohr die Verteilung der J^{131} -Aktivität längs des Papierstreifens gemessen. Zwischen Zählrohr und Streifen befand sich ein Spalt von 3 mm Breite.

Fig. 1a gibt ein Elektrophoresebild nach Anfärben des Eiweißes mit Amidoschwarz zusammen mit der gemessenen J^{131} -Verteilung wieder. Fig. 1b zeigt die J^{131} -Verteilung für ein anderes Kaninchenserum. Das anorganische Jod im Serum wandert wesentlich schneller als die Albumine und liefert ein scharfes J^{131} -Maximum (nicht gezeichnet) rechts von der wiedergegebenen J^{131} -Verteilungskurve. Elektrophoreseversuche mit einem Gemisch von inaktivem Serum und anorganischem J^{131} zeigten, daß die Trennung zwischen anorganischem und organischem Jod quantitativ ist. Über dem Eiweiß war keine Aktivität nachweisbar.

Nach Fig. 1a sowohl wie nach Fig. 1b liegt eine deutliche Bindung des organischen Jods an die α_1 -Globuline und die Albumine vor. Auffälligerweise liegt in beiden Fällen auch zwischen diesen Fraktionen ein J^{131} -Maximum, d. h. also an einer Stelle, welche nicht mit der Lage einer bekannten Eiweißfraktion übereinstimmt. Die Höhe der einzelnen Maxima in Fig. 1a und b ist allerdings sehr verschieden. In Fig. 1a überwiegt die Bindung an die α_1 -Globuline und in Fig. 1b das zwischen den Albuminen und α_1 -Globulinen gelegene Maximum.

Über die chemische Natur dieses Maximums besteht noch keine Klarheit. Es ist nicht dialysierbar, aber genau wie das Maximum über den Albuminen in Methanol und Butanol löslich. Das Maximum über den α_1 -Globulinen bleibt auch nach Kochen der Streifen in Butanol quantitativ erhalten.

Das Kaninchenserum ist im Gegensatz zum menschlichen und z. B. auch Rattenserum für die vorliegende Fragestellung besonders gut geeignet, weil seine α_1 -Globuline gut isoliert liegen. In menschlichen und anderen Seren liegen die α_1 -Globuline zu nahe bei den Albuminen.

Versuche mit einer Reihe von Rattenserum lieferten J^{131} -Verteilungen, welche von den Albuminen bis zu den α_1 -Globulinen reichten, aber von unterschiedlicher Form waren. Es erscheint jedoch wahrscheinlich, daß auch für Rattenserum Verhältnisse vorliegen, wie sie hier für Kaninchenserum beschrieben worden sind.

Über eine Untersuchung menschlicher Seren mit gleicher Methode wie hier nach therapeutischen Gaben von J^{131} berichten CORDON, GROSS, O'CONNOR und PITT-RIVERS³⁾. Sie fanden J^{131} -Maxima in der Nähe der α_1 -Globuline, konnten aber nicht entscheiden, ob ihre Lage mit derjenigen der α_1 -Globuline übereinstimmte.

Eine ausführliche Darstellung der Versuche wird in der Biochemischen Zeitschrift erfolgen.

Medizinische Universitätsklinik Köln (Direktor: Prof. Dr. H. W. KNIPPING).

W. MAURER und L. REICHENBACH.

Eingegangen am 22. März 1952.

¹⁾ TAUROG, A., u. I. L. CHAIKOFF: J. of Biol. Chem. 176, 639 (1948).

²⁾ SALTER, W. T.: West. J. Surg. 55, 15 (1947).

³⁾ GORDON, A. H., J. GROSS, D. O'CONNOR u. R. PITT-RIVERS: Nature [London] 1952, 49.

Der Einfluß von Gallensäuren und ähnlich wirkenden Stoffen auf die Trypsinverdauung.

Bekanntlich liegt das Wirkungsoptimum der tryptischen Verdauungsfermente im schwach alkalischen pH -Bereich; die Dünndarmreaktion aber ist gewöhnlich schwach sauer bis neutral. Nach weitverbreiteter Meinung soll die sich so ergebende Diskrepanz dadurch beseitigt werden, daß Gallensäuren die Verdauungsgeschwindigkeit bei neutraler oder schwach saurer Reaktion steigern oder sogar das pH -Optimum zu weniger alkalischen Werten verschieben. Die Literatur gibt über diesen Effekt sehr unterschiedliche Auskunft.

Zu seiner Untersuchung benutzten wir die Formoltitration. Sie wurde ausschließlich als Elektrotitration mit der Glaselektrode in einer geeigneten Anordnung durchgeführt, die vor allem dem Ausschluß des CO_2 diente. Als Verdauungssubstrat fanden die wichtigsten tierischen Proteine Verwendung, welche isoliert und gereinigt wurden: Casein, Fibrin, Gelatine, Hämoglobin (Hb), Myosin; Serum- und Walfisch-Eiweiß. Es wurde nicht von kristallisiertem Trypsin ausgegangen, sondern stets das gleiche Mercksche Trypsinpräparat benutzt.

Für die tryptische Verdauung ergibt sich ein sicherer, aber geringer positiver Effekt beim Fibrin und ein auffallend hoher beim Hb. Die Verdauung aller übrigen untersuchten Eiweiße wird durch Gallensäure oder andere grenzflächenaktive Körper nicht, zumindest nicht im Sinne einer Förderung beeinflusst.

Die auffallende Sonderstellung des Hb war Gegenstand einer großen Zahl von Experimenten. Verbesserungen auf das Doppelte oder mehr sind die Regel und ohne irgendeine Ausnahme festzustellen. Dabei handelt es sich nicht um eine Verschiebung des Optimums, sondern um eine allgemeine Steigerung der Verdauungsgeschwindigkeit, die sich über den ganzen pH -Bereich erstreckt, in dem Trypsin wirkt.

Zweifellos hängt der Effekt mit der Grenzflächenaktivität der Gallensäuren zusammen, denn andere Stoffe mit dieser Eigenschaft zeigen bei geeigneter Konzentration einen auch in seiner Größe fast gleichartigen Einfluß. Hierher gehören Saponin, Digitonin, anionische und — mit gewissen Einschränkungen — auch kationische detergents (Fig. 1).

Obwohl viele dieser Stoffe denaturierend wirken und auf diese Weise die Verdauungsbereitschaft bedingen oder steigern könnten, kann der Effekt nicht als Folge einer einfachen Denaturierung angesehen werden. Dagegen spricht an sich schon die Sonderstellung des Hb und die Tatsache, daß auch mit anderen

Mitteln sehr stark denaturiertes Hb den gleichen Effekt gibt. Vor allem wirken die Stoffe aber schon in Konzentrationen, bei denen eine Denaturierung noch nicht nachweisbar ist.

Zahlreiche Versuche und Überlegungen gestatten auch, die VONKsche¹⁾ Hypothese von der Bedeutung der Ionenladung der wirksamen Stoffe abzulehnen oder ihr eine untergeordnete Rolle zuzuweisen. Insbesondere zeigte im Gegensatz zu VONK das oberflächeninaktive 4-wertige Anion $\text{Fe}(\text{CN})_0^{4-}$ keinen Effekt. Andererseits verminderten wiederum kationische detergents bei vorwiegend anionischer Ladung des Hb seine Verdaulichkeit, während sie sie jedoch im schwach sauren steigerten. Hier stehen sie also nicht im Gegensatz zu den anionischen Alkylsulfonaten, die auch in diesem Bereich fördern.

Da auch Myoglobin wahrscheinlich den Effekt gibt, wird man dazu geführt, der Verbindung mit der prosthetischen Gruppe eine besondere Bedeutung zuzuweisen und weniger der spezifischen Bindung und Aggregation, wie sie im Hb vorliegt. Dafür spricht auch das Verhalten bei höheren Salzkonzentrationen, welche nach SVEDBERG²⁾ eine Halbierung der Hb-Molekel bewirken. Auch hier zeigt sich der Effekt in unveränderter Größe. Nach HAUROWITZ³⁾ beginnt die Verdauung an der Haftstelle des Hb. Es kann als wahrscheinlich angesehen werden, daß die Abtrennung der prosthetischen Gruppe und damit auch der Beginn der Verdauung des Hb durch die grenzflächenaktiven Stoffe gefördert wird.

Kiel, Physiologisch-Chemisches Institut.

HANS NETTER und HILDE NOLL.

Eingegangen am 12. April 1952.

¹⁾ VONK, H. G.: Ergebnisse der Enzymforschung, Bd. VIII, S. 55.

²⁾ SVEDBERG, TH., u. K. O. PEDDERSEN: Ultrazentrifuge, S. 373. 1940.

³⁾ HAUROWITZ, F.: Hoppe Seylers Z. physiol. Chem. 188, 161 (1930).

Die Sonne als Kompaß bei *Talitrus saltator* (Montagu), (Amphipoda, Talitridae).

VERWEY (1929) und WILLIAMSON (1951)¹⁾ haben gezeigt, daß bei *Talitrus saltator* (Montagu) ein Orientierungsmechanismus ausgebildet ist, welcher den Tieren erlaubt, sich innerhalb der Gezeitenzone nach der Hochwasserlinie hin zu bewegen, in der Richtung senkrecht zur Küste. VERWEY glaubt, daß für diese Orientierungsbewegungen der Sonnen-

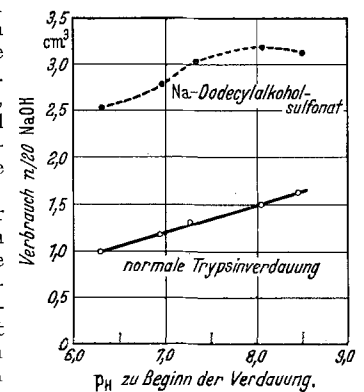


Fig. 1. Trypsinverdauung des Hämoglobins (2 Std, 37°).

stand und die Windrichtung verantwortlich sind, WILLIAMSON dagegen, daß sich die Tiere durch den Gesichtssinn nach entfernten Gegenständen orientieren.

An der Küste des Tyrrhenischen Meeres bei Pisa haben wir den Orientierungsmechanismus untersucht, mittels dessen diese kleinen Krebse fast in gerader Richtung und meist im rechten Winkel zur Küste in die Nähe der Wassergrenze zurückkehren, wenn man sie hier aus dem feuchten Sand entfernt und weiter landeinwärts freigelassen hat. Bis jetzt können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Windrichtung ist nicht entscheidend; die Tiere versuchen in der beschriebenen Weise zum Ufer zurückzu-kehren, ganz gleich wie stark der Wind ist und aus welcher Richtung er weht.

2. Auch durch den Verlauf der Küstenlinie eventuell hervorgerufene Reizquellen oder Reizgefälle scheinen keine entscheidende Wirkung zu haben. Etwa 30 Tiere wurden in eine Glasglocke gesetzt, wie man sie zum Bedecken der Mikroskope benutzt. Diese Glocke war umgekehrt, so daß sich die Tiere in der kugelförmigen Mulde befanden. Sie versuchten zu fliehen, indem sie an den Wänden emporkletterten und sich nach kurzer Zeit größtenteils in die Sektoren begaben, die zum Meere hin gerichtet waren. Diese Orientierung wurde auch beibehalten, a) wenn die Tiere mit der Glocke in Richtung auf das Meer hin über die Wasserlinie hinausgetragen wurden, und b) wenn die Glocke oben durch ein Deckglas geschlossen wurde. In diesem Fall ist der Einfluß eines Feuchtigkeitsgefälles oder eines chemischen Reizgefälles irgendwelcher Art ausgeschlossen.

3. Die Orientierung wird durch den Gesichtssinn gelenkt. Die Bewegungen von Tieren, die durch einen Überzug von schwarzem Lack geblendet wurden, erscheinen dementsprechend unorientiert, und die Tiere hinterlassen unsichere und gewundene Spuren. Manchmal können sie sich nach der Windrichtung orientieren, indem sie mit dem Winde sich bewegen.

4. Es ist nicht notwendig, daß die Tiere mehr oder weniger weit entfernte Gegenstände der Umgebung sehen. In der Tat können sie sich sowohl in einer ihnen unbekanntem Umgebung orientieren als auch, wenn man die Glasglocke mit einem Blech umgibt, welches ihnen verwehrt, Gegenstände der Umgebung zu sehen.

5. Die Orientierung geht auf Reizwirkungen zurück, die vom Himmelslicht ausgehen. Die entscheidende Bedeutung des Sonnenstandes haben wir durch den folgenden Versuch bewiesen. Wir setzten eine gewisse Anzahl von Tieren in einen tiefen Porzellanteller, der mit einer Glasscheibe bedeckt war. Sie sammelten sich in ihrem Bestreben zu fliehen in den zum Meere gerichteten Sektoren. Wenn wir vor die Sonne einen kleinen Schirm setzten und gleichzeitig von einer der Sonne entgegengesetzten Richtung das Sonnenlicht über die Tiere warfen, dann orientierten sich die Tiere landeinwärts.

6. Eine Orientierung kann auch erfolgen, wenn die Tiere die Sonne nicht sehen. Dies führt zu dem Schluß, daß eine Orientierung auch durch die Polarisation des Himmelslichtes bewirkt wird. Wenn wir den im Schatten liegenden Teller mit einer Polarisationsfolie²⁾ bedeckten, erfolgte, je nach deren Lage, entweder eine völlige Desorientiertheit oder eine Ansammlung von Tieren in solchen Sektoren, die meist nicht den ohne die Folie bevorzugten entsprachen. Eine geringe Drehung der Polarisationsfolie verursachte dann eine Änderung der vorwiegenden Orientierung im gleichen Sinne.

Die Orientierung von *Talitrus saltator* beruht also auf denselben Mechanismen wie bei den Bienen und Ameisen [vgl. v. FRISCH³⁾]. Im Gegensatz zu den Bienen, bei denen schon ein kleiner Fleck blauen Himmels für die Orientierung genügt, scheint *Talitrus* für eine genaue und normale Orientierung eine viel größere Fläche des blauen Himmels sehen zu müssen.

7. Entsprechend dem verschiedenen Verlauf der Küste unterscheiden sich die entsprechenden *Talitrus*-Populationen in ihrer Einstellung zum Sonnenstande. Jede Population ist, was das Orientierungsvermögen betrifft, an eine bestimmte Küstenrichtung adaptiert. Dies wird bewiesen durch die Tatsache, daß Individuen einer Population von der Küste des Tyrrhenischen Meeres (Küstenverlauf N—S, das Meer im Westen), die wir an die Küste der Adria bei Rimini brachten und hier untersuchten (Küstenverlauf ebenfalls etwa N—S, das Meer aber im Osten), sich hier auch nach Westen hin orientierten.

8. Ein Orientierungsmechanismus dieses Typus ist nur möglich, wenn bei den Tieren ein Zeitsinn ausgebildet ist, der ihnen gestattet, die Tageszeit zu bestimmen, denn obwohl der Sonnenstand und die Richtung der Polarisationsebene des

Himmelslichtes sich im Laufe des Tages ändern, bleibt die Orientierungsrichtung der *Talitrus* immer die gleiche.

Istituto di Zoologia, Pisa.

L. PARDI und F. PAPI.

Eingegangen am 24. April 1952.

¹⁾ VERWEY, J.: 10. Kongr. Internat. Zool. 1929, S. 1156. — WILLIAMSON, D. I.: J. Mar. Biol. Assoc. U. Kingd. **30**, 91 (1951).

²⁾ Herr Prof. Dr. K. v. FRISCH hatte die Freundlichkeit, uns für unsere Versuche eine Polarisationsfolie zur Verfügung zu stellen.

³⁾ FRISCH, K. v.: Experientia (Basel) **6**, 210 (1950).

Zum Gaswechsel der Larve von *Prodiamesa olivacea* Meig.

Die weißliche, hämoglobinlose Larve von *Prodiamesa* lebt weitverbreitet in Klargewässern, besiedelt aber auch verschmutzte, zeitweilig O₂-arme Bäche der Ebene. Material aus solchen diente zu meinen Messungen. Der O₂-Verbrauch war auffallend hoch: 200 bis 300 mm³/g^{1/2} Std (*Chironomus thummi* in Standardenergiegewinnung = 130 mm³). Er bleibt auch bei Aufbewahrung des Materials während zwei Wochen unter respiratorisch günstigen Bedingungen auf dieser Höhe. Schüttelt man die Larven längere Zeit im WARBURG-Manometer mit Luft, so erhält man (mit Unterbrechungen) absinkende Werte des O₂-Verbrauchs bis etwa 150 mm³/g^{1/2} Std. Den gleichen, noch rascheren Effekt hat Messung unter reinem O₂. Längere Vorbehandlung mit O₂ ergibt ebenfalls erniedrigten O₂-Verbrauch. Aber die Wirkung dieser Behandlungen ist nur vorübergehend: nach behandlungsfreier Ruhezeit steigt der O₂-Verbrauch wieder zum alten Wert an. Es hat also nur eine Erniedrigung des akuten O₂-Verbrauchs, aber keine des O₂-Bedarfs des Organismus stattgefunden. — Vorbehandlung der Larven mit N₂ (15 bis 16 Std) hat überraschenderweise ähnliche Wirkung wie Behandlung mit O₂! In Erholungsmessung unter Luft finden wir zunächst geringe Werte (96,8 bis 199 mm³/g^{1/2} Std), die nach Stunden (oft wieder durch niedere Werte unterbrochen) zu höheren Werten ansteigen. Diese übertreffen schließlich die Atmungsgröße des Ausgangsmaterials, zeigen also deutlich gesteigerte Erholungsatmung an. Wird die Messung nach über Nacht offenen ruhenden Manometern am nächsten Tag fortgesetzt, so tritt stets erheblich gesteigerte Atmung auf, die oft sogar zu hemmungsloser Entfesselung neigt. — Die Erklärung für das merkwürdige Verhalten der Larven nach N₂-Behandlung, das Ähnlichkeit mit der Gestaltung der Atmungsgröße bei Behandlung mit O₂ ergibt, erblicke ich in Folgendem: Während in einer Waschflasche erzeugungser Anaerobiose zeigen die nunmehr bewegungslosen Tiere starke Gasproduktion, die sie oft zu Knäueln geballt an der Oberfläche treiben läßt. Das anaerob produzierte und im Überschuß abgegebene Gas besteht überwiegend aus N₂ (Beständigkeit der Blasen in mit N₂ gesättigtem Wasser) und CO₂ (verringerte positive Manometerausschläge bei KOH im Einsatz); außerdem wird aber auch O in Freiheit gesetzt, wie der Umstand beweist, daß der O-Gehalt der Trockensubstanz während der Anaerobiose um über 1% abgenommen hat. Ich bin überzeugt, daß im Körper anaerob in Freiheit gesetzter O mindestens die gleiche Wirkung hat, wie erhöhter O₂-Druck des Mediums, also den O₂-Verbrauch der Larven vorübergehend erniedrigt. Daß die im Anfang der Erholungsmessung niederen Werte durch fortbestehende Gasabgabe bedingt, also nur vorgetäuscht seien, ist nach der Gestaltung der Manometerausschläge nicht wahrscheinlich. — Anaerobe Produktion und Wirksamkeit von O im Körper stellt eine Parallele zum Verhalten von *Chironomus*-Larven dar. Doch besteht der Unterschied, daß bei *Chironomus* anaerob bereits Erholungsarbeit geleistet, die sekundäre Oxybiose also eingespart wird¹⁾, während bei *Prodiamesa* anaerob keine ausreichende Erholung erfolgt, sondern nur ein hemmungsloses Ausfern des O₂-Verbrauchs in der Erholung vermieden wird, das erst erfolgt, wenn die Gasproduktion im Körper zum Erlöschen kommt. Dementsprechend sind *Prodiamesa*-Larven nach Anaerobiose nicht erholt, sondern stark mitgenommen und erholen sich, wenn überhaupt, erst langsam unter Ansteigen des O₂-Verbrauchs. — Bezüglich des Stoffwechsels der *Prodiamesa*-Larve möchte ich auf Grund meiner Studie an Material aus verschmutzten Bächen sagen, daß sich dieses stets in erheblicher Erholungsatmung befindet, die durch häufige O-Erzeugung im Körper in „normalen“ Grenzen gehalten wird. Daß der hohe O₂-Verbrauch sekundäre Oxybiose ist, folgt daraus, daß seine Größe erheblich von Erniedrigung des O₂-Partialdrucks im Medium abhängig ist.

Plön, Hydrobiologische Anstalt.

O. HARNISCH.

Eingegangen am 22. April 1952.

¹⁾ HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **69**, 449 (1950); **70**, 531 (1951). — Z. vergl. Physiol. **32**, 482 (1950).