

sicht Waldeyer's über den Haarwechsel mit; sie findet sich niedergelegt im Atlas des menschlichen Haars, Lahr 1884, S. 33 fg. Beim Ausfallen und beim Wiederersatz von Haaren des erwachsenen Menschen, wie des Fötus, könne man nach Waldeyer beobachten: das Haar rückt von seiner Papille ab und steigt im Haarbalg allmählich aufwärts; die Papille verkleinert sich, der Haarbalg zieht sich zusammen; das untere Ende des Haares gewinnt eine besenartige Gestalt (Unna Vollwurzel — poil à bulbe plein), die Bildung des Ersatzhaares geht von Zellen der Wurzelscheide aus, welche sich in Form eines verschälerten Zapfens vom untern Ende des Haarkolbens bis zur atrophischen Papille erstreckt; der Zapfen wächst abwärts und schiebt die alte Papille, welche sich ebenfalls vergrößert hat und zu ihrem spätern Umfang heranwächst, vor sich her. — Dieser Schilderung, wonach das neue Haar sich auf Grundlage der alten Papille bildet, fügt Waldeyer noch hinzu: „Ich glaube aber, dass sich auch neue Haarbälge und neue Papillen bilden können, sowohl vom alten Haarbalg aus, als auch wenigstens für eine gewisse Zeit nach der Geburt vollkommen neue als erste Anlage wie zur fötalen Zeit“. Demnach entscheidet sich Waldeyer nicht für eine der beiden einander gegenüberstehenden Ansichten, sondern lässt — etwa wie Unna — beide neben einander gelten. —

(Schluss folgt.)

## Bericht über die Ergebnisse des an Cetti ausgeführten Hungerversuches.

### 2) Ueber die Respiration und den Gaswechsel.

Von Prof. **Zuntz**, gemeinschaftlich mit Dr. **Lehmann**.

Bei der Untersuchung des Hungerzustandes haben wir es mit einem Vorgang zu thun, der, abgesehen von dem engern Interesse, welches die Beziehungen zur Pathologie ihm geben, noch eine allgemeinere biologische Bedeutung besitzt. Nur aus diesem allgemeinen Gesichtspunkte sind die gleich mitzuteilenden Untersuchungen zu würdigen, wie aus folgenden Bemerkungen hervorgeht. Der Hungerzustand kommt im Leben aller gesunden höhern Organismen mehr oder weniger häufig in Frage, und so werden wir nicht zweifeln dürfen, dass im Kampfe ums Dasein sich Anpassungen an denselben herausgebildet haben, dass die Tiere Einrichtungen besitzen, welche sie befähigen, diesen Zustand längere Zeit ohne tiefen Schaden zu ertragen. Wenn wir uns nach diesen Einrichtungen umsehen, dann finden wir leicht, dass sie nach zwei verschiedenen Richtungen ausgebildet sind, die wir vielleicht die aktive und die passive nennen können. Bei einer Gruppe von Tieren — das sind solche, bei denen der Wechsel der Jahreszeiten fast regelmäßig und notwendig Inanitionszustände herbeiführt — sehen wir die Anpassung sich in der Weise vollziehen, dass das Tier zur Zeit der mangelhaften Ernährung

seinen Stoffwechsel auf ein Minimum herabsetzt. Es verzichtet auf die Erhaltung seiner normalen Eigenwärme, es verzichtet auf die Möglichkeit irgend welcher Thätigkeit. Der Monate dauernde Winterschlaf vieler Tiere ist die vollkommenste Form, in der sich diese Art der Anpassung ausspricht. Die andere Möglichkeit, den eventuell verhängnisvollen Folgen des Hungers zu entgehen, besteht darin, dass das Tier auch ohne Nahrung lange Zeit die Fähigkeit behält, alle seine Energie aufzuwenden. In dieser Weise sehen wir den Fleischfresser im Hungerzustand mit vergrößerter Energie sich der Jagd ergeben, die größern Grasfresser weite Wanderungen antreten, um frische Weideplätze zu finden. Unzweifelhaft ist auch der Mensch zu der Kategorie von Lebewesen zu rechnen, welche dem Hunger durch aktive Energie entgegenreten. Wir haben daher auch bei ihm zu erwarten, dass Einrichtungen bestehen, welche im Hungerzustande die volle ungeschwächte Entwicklung seiner Kräfte längere Zeit sichern. Volle Krafterleistung ist aber vor allen Dingen auch an die Erhaltung der normalen Körperwärme gebunden, und es hat sich denn auch in unserem Falle wieder bestätigt, dass die normale Körperwärme im Hungerzustande unverändert erhalten bleibt. Die normale Temperatur setzt, wenn nicht besondere Regulationsmechanismen zur Verhinderung des Wärmeverlustes eingreifen, normale Wärmeproduktion voraus und damit normale Intensität der respiratorischen Verbrennungsprozesse. Diese Prozesse zu messen war die erste Aufgabe unserer Versuche.

Es darf durch frühere Untersuchungen (Senator, Speck, Voit, Finkler, Leyden und Fränkel) als genügend festgestellt gelten, dass zu Beginn des Hungers ein sehr rasches Absinken des Sauerstoffverbrauchs und noch mehr der Kohlensäureproduktion stattfindet, dass dann aber im weitem Verlauf des Hungerns der Zustand ein relativ gleichmäßiger bleibt. Immerhin aber hatten die meisten bisherigen Untersuchungen doch ein allmähliches Absinken nicht nur der absoluten Höhe des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureproduktion, sondern auch der relativen auf die Einheit des stetig sinkenden Körpergewichts bezogenen Werte ergeben. Gegen alle diese frühern Versuche lässt sich aber ein Einwand erheben, welcher ihre Verwertung zu allgemeinen Schlüssen erschwert. Die Größe des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureproduktion hängt nämlich von zwei Faktoren ab, einmal von jenen innern, unserer Willkür entzogenen Bedingungen des Stoffwechsels, welche auch bei absoluter Ruhe eine gewisse Höhe der Oxydationsprozesse unterhalten, dann zweitens von der Steigerung, welche diese Prozesse durch die willkürliche Thätigkeit erfahren. Bei jedem Tiere variiert diese Steigerung nach seinem individuellen Temperament und nach der Summe der auf dasselbe wirkenden Sinneseindrücke, also nach gar nicht zu berechnenden Momenten.

Wenn wir bei unserem Individuum in ähnlicher Weise verfahren

wären, wie das bei fröhern Hungerversuchen an Tieren geschehen ist, wenn wir etwa einen Pettenkofer'schen Apparat zur Disposition gehabt und Cetti 12—24 Stunden lang da hineingebracht hätten, um die Gesamtsumme seiner Kohlensäureausscheidung zu bestimmen, dann hätten wir eine durch seine willkürliche Thätigkeit variierte und unsicher gemachte Größe bekommen. Ueber die innern Kräfte, die im Hungerzustande die Oxydationsprozesse regulieren, hätten wir nichts erfahren, sondern mehr Aufschlüsse über das Temperament des Individuums, über die Lebhaftigkeit der Bewegungen, welche es trotz des Hungerns entfaltet, erhalten. So war also die uns durch die äußern Umstände auferlegte Nötigung, nur relativ kurze Perioden der Untersuchung zu widmen, zugleich das Mittel, die Untersuchung so zu gestalten, wie sie allein allgemeine Schlüsse uns liefern konnte, nämlich den Mann zu beobachten während einer Zeit absoluter Muskelruhe in bequemer, horizontaler Lage. Das lässt sich eine halbe Stunde lang sehr wohl durchführen, und das hat unser Versuchsindividuum, abgesehen vom 1. und 2. Versuchstage, an denen es noch nicht ganz eingeschult war, rigoros durchgeführt.

Die Methode unserer Versuche hat eine gewisse Aehnlichkeit mit der von Speck. Wir lassen das Individuum durch ein zwischen Lippen und Zähnen angebrachtes Mundstück atmen. Die inspirierte Luft wird von der expirierten durch leicht spielende Ventile getrennt; nur das Volumen des letztern wird durch eine Normalgasuhr gemessen, nachdem ein kleiner, der Gesamtmenge stets proportionaler Bruchteil abgezweigt ist, welcher zur Analyse aufgefangen wird. Es würde mich zu weit führen, wenn ich die technischen Einrichtungen, welche hierzu nötig sind, auseinandersetzen wollte. Kurz und gut, es gelingt leicht zu bewirken, dass von jedem Atemzug immer derselbe Bruchteil, sagen wir  $\frac{1}{1000}$ , in der Sammelröhre aufgefangen und später zur Analyse verwandt wird. Die Analyse geschah nach der von Geppert modifizierten Bunsen'schen gasometrischen Methode. Sie gibt in bezug auf Sauerstoff- und Kohlensäurebestimmung sichere Werte bis auf etwa 0,05%.

Es hat sich nun das frappante Resultat ergeben, dass Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion, bezogen auf die Einheit des Körpergewichts, sehr rasch einen Minimalwert erreichen, unter welchen sie bei fortgesetztem Hungern nicht hinabgehen; eher findet eine, allerdings geringe Steigerung statt. Im Durchschnitt betrug der Sauerstoffverbrauch am 3. bis 6. Hungertage = 4,65 ccm pro kg und Minute; am 9. bis 11. Hungertage = 4,73 ccm. Absolut für das ganze Individuum nahm der respiratorische Stoffumsatz ganz langsam ab. Diese Abnahme hielt aber, wie die eben mitgeteilten Zahlen beweisen, nicht einmal gleichen Schritt mit der Abnahme des Körpergewichts.

Die Einzelwerte, aus welchen die eben gegebenen Mittelzahlen für die Anfangs- und die Endperiode des Hungerns gezogen sind,

liegen nur um wenige Prozente über resp. unter dem Mittel; ihre Schwankungen lassen kein Gesetz erkennen und hängen offenbar von ähnlichen Ursachen ab, wie die größere Steigerung, welche wir am 7. und 8. Hungertage beobachteten und auf welche wir sogleich näher eingehen werden.

Im Anfange des Hungers sinkt die Kohlensäure stärker ab, als der Sauerstoffverbrauch. Das ist ein Faktum, welches auch in den Tierversuchen, z. B. in denen Finkler's am Meerschweinchen, sehr deutlich hervortritt und darauf beruht, dass die im Hunger verbrennenden Körpergewebe im Vergleich zu den in der Nahrung stets reichlich enthaltenen Kohlehydraten viel unoxydierten Wasserstoff enthalten und daher viel Sauerstoff binden, welcher nicht zur Bildung von Kohlensäure führt. Für die Verbrennung von menschlichem Fett berechnet sich der respiratorische Quotient (das Volumen der gebildeten  $\text{CO}_2$ , dividiert durch das Volumen des erforderlichen Sauerstoffs) auf 0,70; für Eiweiß, je nach der Menge und Natur der in den Harn übergehenden Stoffwechselprodukte auf 0,81—0,75. Man würde daher beim Hungerer einen zwischen diesen beiden Grenzen liegenden respiratorischen Quotienten erwarten. Wir fanden ihn aber noch unter der niedrigsten genannten Zahl. Er betrug am letzten Esstage vor dem Versuche 0,73, sank schon am 2. Hungertage auf 0,68, am 3. auf 0,65, den niedrigsten überhaupt von uns beobachteten Wert, und bewegte sich weiterhin zwischen 0,66 und 0,68.

Nachdem die Ernährung wieder in Gang gekommen, fanden wir die Werte, wie sie bei gemischter Kost gewöhnlich sind, 0,73—0,81.

Es würde zu weit führen, hier die Ursachen der im Hunger so sehr niedrigen respiratorischen Quotienten zu diskutieren; es sei nur darauf hingewiesen, dass Regnault und Reiset und andere Forscher bei hungernden Tieren ganz ähnliche, ja in dem protrahierten Inanitionszustand winterschlafender Tiere noch viel niedrigere Werte gefunden haben.

Wie oben schon erwähnt, springen der 7. und 8. Hungertag einigermaßen aus der Reihe; es sind dies die Tage des Unbehagens und der Kolikschmerzen. An diesen Tagen war der Sauerstoffverbrauch recht erheblich gesteigert und ebenso die auch hier mit dem Sauerstoff parallel gehende Kohlensäure-Ausscheidung. Diese Steigerung beträgt über 10% des an den vorhergehenden und folgenden Tagen beobachteten Wertes.

Ich besitze eine Reihe von Daten aus einer früher mit von Mering an Kaninchen ausgeführten Untersuchung über die Wirkung von Darmreizungen auf die Größe der Oxydationsprozesse. Wir verwandten als Reizmittel eine nur schwach abführende Dosis Glaubersalz. Im Mittel sämtlicher 5 damals ausgeführten Versuche haben wir eine Steigerung des Gaswechsels um 10,8% als Folge der Darmreizung gefunden. Fast genau so viel beträgt hier die aus innern Ursachen im Inanitionszustand eingetretene Steigerung.

Betrachten wir nun aber die beginnende Nahrungsaufnahme, dann wird der eben entwickelte Einfluss der Darmreizung auf die Größe der Oxydationsprozesse viel klarer. Die erste Mahlzeit bedingt ein paralleles Emporschnellen des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäure-Ausscheidung.

Wir beobachten pro Kilo und Minute:

vor der Mahlzeit O-Verbrauch = 4,67 ccm, CO<sub>2</sub> Prod. = 3,16 ccm,  
nach der Mahlzeit O-Verbrauch = 5,05 ccm, CO<sub>2</sub> Prod. = 3,46 ccm.

Diese beiden Versuche liegen nur eine Stunde auseinander. Dann wurde den ganzen Tag über in kleinen Mahlzeiten Nahrung aufgenommen, die letzte Mahlzeit gegen 10 Uhr abends. Am andern Morgen um 10 Uhr war das Individuum etwa 12 Stunden nüchtern. Wir fanden jetzt den niedrigsten Wert, den wir in der ganzen Reihe hatten, pro Kilo und Minute 4,20 ccm Sauerstoff und 3,07 ccm Kohlensäure.

Wir gaben ihm wieder ein Quantum Nahrung, Bouillon, etwas Fleisch, untersuchten eine Stunde nachher und haben Sauerstoffverbrauch = 5,26 ccm, Kohlensäure-Ausscheidung = 3,73 ccm. Nun haben wir, als Cetti bereits wieder vollkommen normal ernährt war, noch 2 Versuchsreihen angestellt. Wir ließen ihn jedesmal annähernd nüchtern ins Laboratorium kommen und beobachteten am 28. März und am 5. April Werte, die ganz in die Linie der Hungerwerte hineinfallen (4,50 resp. 4,79 ccm O pro Kilo und Minute). Es ist also, wenn die Verdauungsarbeit vollendet ist, 12 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme der Respirationsprozess bereits auf demjenigen Minimum angekommen, unter welches er während der ganzen Inanitionsperiode nicht herabsinkt, über welches er aber auch während der Inanition leicht hinausgeht, sobald reizende Momente in betracht kommen.

Wir glauben nunmehr, dass inbezug auf die eben aufgestellte Frage von allgemein biologischem Interesse die Antwort aus den Versuchen eine sehr präzise ist, dahin lautend, dass die im nüchternen Zustande, d. h. nach vollendeter Verdauung beobachtete Größe der Oxydationsprozesse sich voll und ungeschwächt bei lange andauernder Inanition erhält. Neben dem allgemeinen hat aber diese Thatsache auch ein speziell medizinisches oder klinisches Interesse. Es war bisher äußerst schwer, einen Vergleichswert etwa für die Untersuchung des Respirationsprozesses Fiebernder zu finden. Wo sollten wir den normalen Wert suchen, wenn wir die Größe des Sauerstoffsverbrauchs — sagen wir einmal bei einem Typhuskranken — bestimmt hatten. Jetzt haben wir ein Mittel, diese Vergleichswerte uns ganz präzise zu verschaffen: Mag der Kranke auch im Laufe der Krankheit erheblich schlechter ernährt sein, mag er auch an partieller Inanition leiden, dieser Zustand der Inanition an sich bringt eine Größe des Stoffwechsels zuwege, welche wir in der Rekonvaleszenz jeder Zeit reproduzieren können, wenn wir den Patienten einfach 10—12 Stunden hungern

lassen, mit andern Worten, wenn wir seinen Gaswechsel morgens nüchtern untersuchen. Dieser Gaswechsel morgens nüchtern, bei Ausschluss der Bewegung untersucht, wird ein Normalmaß für die typischen Verbrennungsprozesse in diesem menschlichen Körper abgeben. Die Methode der Untersuchung bedingte es, dass wir neben dem eigentlichen Gaswechsel auch die Mechanik der Atmung kontrollieren konnten. Es zeigt sich, dass wir in der Messung der Atemgröße und Frequenz ein äußerst scharfes Reagens haben auf das Wohlbefinden und Behagen des Individuums. Die Koliktage kennzeichnen sich durch eine mächtige Steigerung der Atemgröße, die viel bedeutender ist als die Steigerung des Oxydationsprozesses. Aber besonders bemerkenswert ist das Verhalten um die Zeit der wiederbegonnenen Nahrungsaufnahme. Die erste Mahlzeit, welche, wie vorhin erwähnt, durch die Anregung der Darmarbeit die Größe der Verbrennung steigerte, drückt gleichzeitig die Respirationsarbeit herab. Mit der Euphorie, welche der mäßig gefüllte Magen erzeugt, sehen wir die Atemfrequenz und das expirierte Luftquantum abnehmen. Die Frequenz nimmt stärker ab als das Luftvolumen, und deshalb steigert sich die Größe des einzelnen Atemzuges.



### 3) Ueber die Ausfuhr des Stickstoffs und der Aschebestandteile durch den Harn.

#### Von Immanuel Munk.

Im Anschluss an das von den Herren Senator und Zuntz im großen und ganzen skizzierte Bild möchten wir als unsere Aufgabe betrachten, aus den analytischen Resultaten der Harnuntersuchung, welche zum Teil dem Kollegen Fr. Müller, zum größern Teil mir zugefallen ist, nur dasjenige herauszuschälen, was entweder von allgemeinerem Interesse ist, oder diejenigen Momente hervorzuheben, welche die Besonderheiten dieses von uns untersuchten Falles gegenüber den bisher vorliegenden spärlichen Erfahrungen am hungernden Menschen und den etwas reichlicheren Erfahrungen am hungernden Tiere kennzeichnen, sowie endlich auf diejenigen Punkte Ihre Aufmerksamkeit zu lenken, in denen unseres Erachtens ein gewisser Fortschritt gegenüber dem bisherigen Wissen erzielt worden ist.

Unter den durch den Harn ausgeschiedenen Substanzen nimmt der Harnstoff das größte Interesse für sich in Anspruch. Es ist zweifellos festgestellt, dass alles Eiweiß, das im Körper der Zerstörung anheimfällt, bis zu dem Endprodukt des Harnstoffs zersetzt und als solcher durch den Harn ausgeschieden wird, derart, dass die Größe der Harnstoffausscheidung ein Maß für die Größe des Eiweißzerfalls abgibt. Herr Senator hat bereits aus den von mir erhobenen Werten für die Größe der Harnstoff-, bzw. Stickstoffausscheidung die wichtigen Schlüsse bezüglich des Umfangs der Eiweißzerstörung im

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Zuntz Nathan, Lehmann Karl Bernhard

Artikel/Article: [Bericht über die Ergebnisse des an Cetti ausgeführten Hungerversuches 363-368](#)