

Kenntnisse der anderen Teile des Systems nur chemischen Methoden verdanken. Wir müssen also fragen, welche Atomgewichte wir den uns chemisch als einheitliche Elemente erscheinenden Plejaden zuschreiben würden, wenn wir auch hier nur chemische Methoden zur Verfügung hätten. Wir würden dann auch hier ein solches Element aus den Mineralien abscheiden und das Atomgewicht experimentell bestimmen. Wir würden einen Mittelwert bekommen. Auf diesen Mittelwert würden natürlich die verschiedenen Elemente des Gemisches einen verschiedenen Einfluß ausüben, je nach den relativen Mengen, in denen die einzelnen Bestandteile das Gemisch zusammensetzen. Es ist nun leicht einzusehen, daß ein Element in um so kleineren Mengen vorkommt, je kurzlebiger es ist. *Die Beeinflussung des mittleren Atomgewichts durch die einzelnen Komponenten hängt also von deren Lebensdauer ab.* Ist eines von den Elementen einer Plejade viel langlebiger wie die anderen, und das trifft in der Tat für alle bekannten Plejaden zu (die Halbwertszeiten der Elemente sind in der Tabelle 2 angegeben), so kann man, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, sein Atomgewicht als das in das allgemeine periodische System passende ansehen. Wenn wir auf diese Weise verfahren, so bekommen wir für die mittleren Atomgewichte der Plejaden Werte, welche den in der Tabelle 2 fett gedruckten Elementen gehören, und man sieht, daß das *Atomgewicht von rechts nach links regelmäßig abnimmt*, so wie in den übrigen Reihen des periodischen Systems; es verschwindet somit auf diese Weise vollkommen die wirkliche Unregelmäßigkeit der Atomgewichte, die die vielen Elemente verursachen. Also auch in dieser Hinsicht erhalten wir eine vollkommene Anpassung an die Tabelle des periodischen Systems.

Die volle Klarheit über die Stellung der Radioelemente im periodischen System ist erst am Anfang des vorigen Jahres erzielt worden, und zwar durch die unabhängigen Arbeiten von *A. Russell*¹⁾ und vom Verfasser²⁾ und die etwas später erschienene Abhandlung von *F. Soddy*³⁾. Historisch verdient es aber erwähnt zu werden, daß schon im Jahre 1909 *D. Strömholm* und *The Svedberg*⁴⁾ den richtigen Weg zur Lösung dieses Problems angedeutet haben, indem sie erkannten, daß Thorium X und Aktinium X dem Radium vollkommen auch in quantitativer Hinsicht gleichen und ihnen die gleiche Stelle im periodischen System mit diesem zuwies. *Soddy* schloß sich⁵⁾ dieser Auffassung an und behandelte von diesem Standpunkt die in mehreren Fällen festgestellte Untrennbarkeit der Radioelemente voneinander und von gewöhnlichen Elementen⁶⁾. Die angegebene Tabelle 2 ist vom

Verfasser und dann von *Soddy* inhaltlich identisch, der Form nach etwas verschieden aufgestellt worden.

(Schluß folgt.)

Die Lehre Abderhaldens von den Abwehrfermenten.

Von *Dr. F. Sioli, Bonn,*

Oberarzt der Prov.-Heil- und Pflegeanstalt.

Die Abderhaldenschen Forschungen¹⁾ über die Abwehrfermente des tierischen Organismus haben in breiten Kreisen eine außerordentliche Beachtung gefunden, so daß es angebracht erscheint, an dieser Stelle die Lehre *Abderhaldens* und einiges ihrer Ergebnisse kurz zu skizzieren.

Es handelt sich um das Verhalten des Organismus beim Eintritt eines von *Abderhalden* treffend „blutfremden“ oder „plasmafremden“ genannten Materials in die Blutbahn.

Abderhalden geht aus von den Vorgängen der Verdauung; dabei werden dem Organismus körperfremde Nahrungstoffe gereicht, die Verdauung bezweckt, diese in körpereigene zu verwandeln; das wird bewirkt durch die Fermente des Verdauungskanals und seiner Anhangsapparate. Erst nachdem durch diese Fermente die Nahrungstoffe soweit verändert sind, daß sie blut- resp. plasmaeigen geworden sind, werden sie in das Blutplasma aufgenommen und als ein passendes und konstantes Gemisch den Körperzellen zugeführt.

Wird nun einem Organismus mit Umgehung des gewohnten Weges des Darmkanals ein fremder, nicht ohne weiteres ausscheidbarer Nahrungstoff unmittelbar in die Blutbahn gebracht (parenterale Zufuhr), so treten im Blut Fermente auf, die den Stoff abzubauen vermögen und so die versäumte Verwandlung des körperfremden Stoffes in einen körpereigenen nachholen (Versuche von *Weinland*, *Abderhalden* u. a. mit parenteraler Zufuhr von Rohrzucker, Proteinen und Fettstoffen). Diese Fermente wurden von *Abderhalden* anfänglich mit dem von *Heilner* gegebenen Namen Schutzfermente, später Abwehrfermente bezeichnet. Der Vorgang entspricht im Prinzip der Antikörperbildung bei Zuführung von Infektionserregern und anderem körperfremden Material.

Die Zellen und Organe des tierischen Körpers haben ihren spezifischen Bau mit besonderen Funktionen und einem besonderen Stoffwechsel; sie müssen instande sein, aus dem gleichartigen Gemisch des Blutes, das ihnen an sich noch zellfremd resp. organfremd ist, die ihnen passenden Stoffe zu entnehmen und zu zelleigenen resp. organeigenen zu machen. Die Organe selbst sind alsdann blutfremd resp. plasmafremd gewor-

¹⁾ Chem. News 107, 49 (1913).

²⁾ *K. Fajans*, Physikal. Ztschr. 14, 131 u. 136 (1913).

³⁾ Chem. News. 107, 97 (1913).

⁴⁾ Z. f. anorg. Ch. 61, 338; 63, 197 (1909).

⁵⁾ Journ. Chem. Soc. 99, 72 (1911).

⁶⁾ Chemie d. Radioelemente, 1911.

¹⁾ *Emil Abderhalden*, Schutzfermente des tierischen Organismus 1912, 2. und 3. Auflage Abwehrfermente usw. 1913.

den; andererseits müssen die Organzellen imstande sein, nur Produkte dem Kreislauf zu übergeben, die nicht blutfremd sind. Nur so ist die notwendige konstante Mischung des Blutplasmas gewährleistet.

Es entstand so für *Abderhalden* die Fragestellung; ob, wenn infolge besonderer Verhältnisse aus den Organen des Körpers Stoffe in das Blut eintreten, die zwar körpereigen, aber blutfremd sind, der Organismus mit Bildung von Fermenten antwortet, welche die blutfremden Stoffe in blut-eigene verwandeln können. Der Nachweis eines entsprechenden Fermentes im Blut bedeutet dann den Eintritt eines besonderen blutfremden Stoffes in die Blutbahn.

Zum Nachweis der Fermente hat *Abderhalden* zwei Methoden ausgearbeitet. Das Prinzip beider ist, daß das zu untersuchende Serum zusammengebracht wird mit in bestimmter Weise präparierten Organen; wenn ein Abbau des Organes erfolgt, so wird daraus geschlossen, daß das Serum die normalerweise nicht vorhandenen Fermente enthält. Der Nachweis ist also ein indirekter. Bei der sogenannten optischen Methode wird das Serum mit einer aus den Organen hergestellten Peptonlösung zusammengebracht und im Polarisationsapparat das Auftreten oder Ausbleiben einer Drehungsänderung des Gemisches beobachtet. Bei dem sogenannten Dialysierverfahren wird das Serum mit koaguliertem Organeisweiß in einem Dialysierschlauch aus besonderer Membran zusammengebracht, durch die nicht Eiweiß, aber die nächste Abbaustufe, die Peptone diffundieren; es handelt sich dann darum, das Auftreten oder Fehlen von Peptonen in einer den Schlauch umgebenden Außenflüssigkeit nachzuweisen. Beide Methoden erfordern peinlichste Sorgfalt.

Auf Grund der skizzierten Überlegungen wurde die Serodiagnostik der Schwangerschaft in Angriff genommen. Die bereits ältere Lehre der Zottendeportation (*Schmorl, Veit, Weichardt*), daß Chorionzotten, d. h. Teile des kindlichen Anteils der Placenta, während der Schwangerschaft in den mütterlichen Kreislauf gelangen, legte hier die Untersuchung nahe. Es zeigte sich, daß während der Schwangerschaft im Blute Abwehrfermente kreisen, die Placenta abbauen. Von vornherein wurde nur ein zeitweiliger Nachweis der Fermente erwartet, da es unwahrscheinlich ist, daß sich dauernd Chorionzotten lösen und Fermente nur eine beschränkte Zeit nach Einfuhr körperfremden Materials vorhanden sind. Es zeigte sich aber, daß das Schwangerenserum bereits kurz nach der Befruchtung (ca. 8 Tage), während der ganzen Schwangerschaft und ca. 14—21 Tage darüber hinaus Placentaeiweiß abbaute, daß weiterhin auch das Blut trächtiger Stuten, deren Placentakreislauf eine Chorionzottenverschleppung wohl unmöglich macht, die Abwehrfermente enthält. In der Zottenverschleppung allein konnte somit das Auftreten der Abwehrfermente nicht begründet sein. Man kann sich aber wohl vor-

stellen, daß die Placenta in gewissem Sinne dem mütterlichen Organismus neuartig ist und das Blut daher von deren Zellen mit blutfremden Stoffen beladen wird, oder daß durch die Lebhaftigkeit der Stoffwechselforgänge bei der Entwicklung der Placenta deren Zellen nicht imstande sind, ihre Produkte bis zu bluteigener Beschaffenheit abzubauen.

Die Fortführung der Versuche führte zu einer weiteren Überraschung: der Spezifität der Fermente; dieselbe war nicht erwartet worden, denn die parenterale Zufuhr von Nahrungsstoffen bewirkt nur eine beschränkte Spezifität der Abwehrfermente, die imstande sind je nachdem Gruppen von Proteinen oder Kohlehydraten zu zerlegen. So wurde bei der Schwangerschaftsreaktion zunächst auch an ein allgemeineres proteolytisches Ferment gedacht. Es stellte sich aber für *Abderhalden* heraus, daß das Schwangerenserum andere Gewebe als Placenta nicht abbaut und daß z. B. das Serum von Carcinomkranken wohl Carcinomgewebe, aber nicht Placenta abbaute. Derartige Erfahrungen drängten zur Annahme streng spezifischer Abwehrfermente und eröffneten Perspektiven auf die Untersuchung der mannigfaltigsten Veränderungen des Körpers, auf die Neubildungen und die Funktionsprüfung der Organe. Im einzelnen Fall muß der Nachweis eines Abwehrferments anzeigen, daß von einem entsprechenden Organ aus blutfremde Stoffe an das Blut abgegeben werden, also eine Neubildung, ein Zerfall, oder eine Funktionsstörung vorliegt.

Seitdem *Abderhalden* seine Methoden allgemeiner wissenschaftlicher Forschung übergeben hat, sind sie unter der Leitung der Abderhaldenschen Gedanken in umfangreicher Weise gebraucht worden und haben die mannigfaltigsten Ergebnisse gebracht. Die Schwangerschaftsdiagnose (über die *Heimann* bereits in Heft 12, 1913, der Naturwissenschaften berichtet hat) ist an einer in die Tausende gehenden Zahl von Fällen bestätigt, bei zahlreichen Carcinomkranken wurde ein Carcinomgewebe abbauendes Ferment, bei den Fällen von Basedowscher Erkrankung ein Abwehrferment gegen Schilddrüsengewebe, besonders gegen das Gewebe pathologisch veränderter Schilddrüsen, gefunden, bei Infektionskrankheiten wurden Abwehrfermente gegen das Eiweiß von entsprechenden Erregerkulturen festgestellt, bei bestimmten Klassen von Geisteskranken wurde durch Abbau von Gehirnschubstanz, bei anderen durch Abbau von Gehirn, Geschlechtsdrüsen und Schilddrüse ein charakteristischer Befund beschrieben.

Derartige Befunde können zu Erkenntnissen von größter Wichtigkeit führen: Umfang der durch eine Krankheit gesetzten Schädigungen, Beziehungen der einzelnen Organe zueinander und der Schädigungen bestimmter Organe auf andere, der Entstehungsmechanismus bisher dunkler Veränderungen, der Erfolg von Radikaloperationen bösartiger Geschwülste u. a. m. können durch

Auftreten und Verschwinden von Abwehrfermenten beleuchtet werden.

Es ist allerdings zu bemerken, daß eine, wenn auch kleinere Zahl von Forschern auf Grund ihrer Versuche der Abderhaldenschen Lehre nicht zustimmt. Einwände richten sich einerseits gegen die Methode des Nachweises der Abwehrfermente, ganz besonders aber gegen die Spezifität der Abwehrfermente. Die Einwände werden durchgehend auf Grund des Dialysierverfahrens erhoben. Ob die abweichenden Befunde auf den natürlichen Kinderkrankheiten neuer Methoden beruhen, oder doch so viel Richtiges enthalten, daß sie zu einer Einschränkung der praktischen Verwertung der Lehre führen werden, können erst noch lange fortgeführte Untersuchungen, ganz besonders mit der optischen Methode, lehren, über die seinerzeit zu berichten sein wird.

Die Zisternen der Bromeliaceen.

Dr. F. Moewes, Berlin.

In der Szenerie der amerikanischen Tropenwälder bilden die auf den Bäumen hausenden Bromeliaceen ein charakteristisches Element. Es sind Monokotylen mit meist kurz bleibendem Stengel und großen Blattrossetten, in ihrem typischen Habitus den Agaven vergleichbar. Die Blüten stehen in Trauben, Rispen oder Ähren und haben drei Kelchblätter, drei Blumenblätter, sechs Staubblätter und drei Karpelle, die einen bald unterständigen, bald halb oder ganz oberständigen Fruchtknoten bilden. Die Wurzeln sind wenig entwickelt, fehlen zuweilen auch ganz. Für die Ernährung der Pflanze sind sie so gut wie bedeutungslos; sie dienen nur der Befestigung des Epiphyten auf seinem Wirtsbaum. Die Aufnahme der Nahrung erfolgt vielmehr durch die Blätter, an deren Grunde sich Wasser sowie Pflanzen- und Tierreste ansammeln; vermittels eigenartiger Schuppenhaare an der inneren Blattoberfläche werden aus der so gebildeten Nährlösung die Stoffe aufgesaugt, deren die Pflanze zu ihrer Erhaltung bedarf. Übrigens gibt es auch eine Anzahl von Bromeliaceen, die auf der Erde wachsen; so das praktisch wichtigste aller Mitglieder der Familie, die Ananas.

Dem trefflichen A. F. W. Schimper verdanken wir die ersten genaueren Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der epiphytischen Bromeliaceen. Später haben sich Mez, Tietze, Aso mit dem Bau und der Funktion der absorbierenden Schuppenhaare beschäftigt. Außerdem liegen zahlreiche Angaben über die in den Wasseransammlungen der epiphytischen Bromeliaceen lebenden Tiere vor. Bereits Fritz Müller hatte 1879 einen Muschelkrebs beschrieben, der nur in den Zisternen dieser Epiphyten, nicht im Wasser des Erdbodens zu finden war. Seitdem sind Tiere der verschiedensten Klassen und Ordnungen bis hinauf zu den Batrachiern als Mitglieder der Bromeliaceenfauna festgestellt worden. Man

kannte ihrer bisher etwa 100 Arten. Die Nachforschungen, die L. Picado in Costa Rica angestellt hat, bringen ihre Zahl auf 250, worunter 49 ganz neu sind¹⁾.

Picado vergleicht die Basis der Blattrosette einer Bromeliacee mit 2 Kegeln, von denen einer in den anderen gestellt ist. Der äußere wird von den alten Blättern gebildet, die „schlecht eingeschachtelt“ erscheinen, der innere besteht aus der Gesamtheit der lebenden, „gut eingeschachtelten“ Blätter. Dieser innere Teil allein ist imstande, das Wasser zurückzuhalten; der äußere dagegen enthält kein Wasser, sei es, weil er es ausfließen läßt, oder weil die Enden der inneren Blätter sich wie ein Dach darüberlegen und den Regen nicht hineingelassen lassen. Den inneren Teil bezeichnet Picado als *Aquarium*, den äußeren als *Terrarium*. Das *Terrarium* bildet ein zusammenhängendes Ganzes, da von den alten Blättern höchstens die Basen erhalten bleiben; es ist erfüllt mit den Absätzen aus dem früher von den Blättern angesammelten Wasser nebst den Bruchstücken toter Blätter, und da diese Stoffe einer langsamen Zersetzung anheimfallen, so entsteht aus ihnen ein richtiger Humus. Das *Aquarium* ist dagegen in der Regel in eine Reihe kleiner Abschnitte gegliedert, die unter sich nicht zusammenhängen, so daß das Wasserniveau in jedem verschieden sein kann.

Das in den „Aquarien“ oder Zisternen²⁾ angesammelte Wasser stammt nicht bloß von dem Regen, sondern auch von der täglichen Kondensation des atmosphärischen Wassers. Daher enthalten die Bromeliaceen auch in der Trockenzeit Wasser, und hierdurch (von anderen Eigenschaften abgesehen) unterscheiden sich diese „mares broméliennes“ von den irdischen Lachen und Tümpeln (mares terrestres), die dann ausgetrocknet sind. Die Wassermenge, die zwischen den Blättern gewisser Bromeliaceen zurückgehalten wird, kann an 20 l betragen. Die Pflanzenreste, die in die Aquarien fallen, und die Tiere, die darin umkommen, faulen nicht; diejenigen Stoffe, die nicht von den Blattschuppen absorbiert werden, bilden schließlich eine leichte, braune Masse, die an neugebildeten Torf erinnert.

Das Ausbleiben der Fäulnis und die Reinheit des Wassers in den Zisternen der epiphytischen Bromeliaceen ist eine sehr auffallende Erscheinung. Gustave Michaud, der auf Veranlassung Picados eine chemische Untersuchung des Wassers vorgenommen hat, fand von Aschenbestandteilen nur 0,007 g im Liter. Das Fehlen von Fäulnisstoffen und irgendwie beträchtlichen Mengen von Salzen erklärt sich aus der Absorptionstätigkeit der Blätter. Um zu zeigen, daß die

¹⁾ L. Picado, Les Broméliacées épiphytes, considérées comme milieu biologique. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique 1913, 7. Sér., T. 47, Fasc. 3.

²⁾ Vgl. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. S. 347.