

20. M. C. Stopes, „Beitr. zur Kenntnis d. Fortpflanzungsorgane d. Cycadeen,“ Flora, 93. Bd., p. 435.
21. H. Matte, „Recherches sur l'appareil libéro-ligneux des *Cycadacées*,“ Caen. 1904.
22. Scott and Arber, „On some new *Lagenostomas*,“ Brit. Assoc. Rep. 1904.
23. D. White, „The Seeds of *Aneimites*,“ Smithsonian Misc. Collect., Vol. 47, Pt. 3, p. 322.
24. Grand'Eury, „Sur les graines des *néuroptéridées*,“ Comptes rendus, t. 139, p. 782.
1905. 25. Grand'Eury, „Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckenetii* Schlot,“ Comptes rendus, t. 140, p. 920.
26. D. H. Scott, „What were the Carboniferous Ferns?“ Tourn. R. Micr. Soc., 1905, p. 137.

## Die Bedeutung der Immunitätsreaktionen für die Ermittlung der systematischen Verwandtschaft der Tiere.

Von Privatdozent Dr. Robert Rössle.

(Schluss.)

Bevor wir jedoch auf die besonders für den Zoologen interessanten Ergebnisse Nutall's und seiner Mitarbeiter eingehen, sei über die Herstellung, die Eigenschaften und die Verwendbarkeit der Präzipitine noch einiges gesagt, welches zum Verständnis des folgenden notwendig erscheint: Wie außerordentlich fein die Reaktionsfähigkeit des Warmblüterorganismus gegenüber der Einführung körperfremden Eiweißes ist, beweist die Angabe von Obermayer und Pick, nach welcher 0,02 g Eiweiß, im Laufe eines Monats injiziert, genügt haben, um spezifische Präzipitinbildung hervorzurufen, ja nach Schur sollte dies sogar mit 0,004 g präzipitinogener Substanz möglich sein. Welches feine Reagens ein wirksames spezifisches Serum darstellt, geht daraus hervor, dass der Nachweis von Hühnereiweiß mittelst eines Antihühnereiweißserums noch in einer Verdünnung von 1 : 200000 nicht selten gelingt; Ascoli will deutliche Reaktion sogar noch mit einer Verdünnung von 1 : 1000000 gesehen haben; so bietet es auch keine Schwierigkeit, sich z. B. ein Laktoserum zu verschaffen, welches mit Milch noch in 30—50000facher Verdünnung Niederschlag gibt. Das entstehende Präzipitat und die präzipitinogene Substanz gehören zu den Globulinen. Eintrocknung und Fäulnis verhindern nicht die Möglichkeit des spezifischen Nachweises. Aus Blutmischungen fällt das Immuserum nur mit der spezifischen Blutart aus. Durch Einspritzungen eiweißhaltigen Menschenharn erhält man ein Präzipitin, welches mit solchem Harn und Serum von Menschen Niederschlag gibt, nicht aber mit eiweißhaltigem Harn von Kuh und Pferd. Beweist diese Tatsache einerseits den besonderen Bau des Eiweißmoleküls für jede Tierspezies, so hat anderer-

seits ganz neuerdings Uhlenhut gezeigt, dass hochdifferenzierte Organe bei verschiedenen Tieren gemeinschaftliche Stoffgruppen besitzen müssen. Während nämlich ein Auszug der Kristalline vom Rind mit Rinderblutantisera merkwürdigerweise keine Reaktion gab, lieferte ein auf Rinderlinse eingestelltes (Kaninchen-) Antiserum mit Eiweißlösungen aus den Linsen auch anderer Säugetiere einen kräftigen Niederschlag. Auch Auszüge der Linsen von Vögeln, von Fröschen und Kreuzottern gaben schwache Reaktion, dagegen fiel der Versuch gegenüber Linsen von Fischen negativ aus. Es enthalten also die Linsen der Säugetiere, Vögel, Amphibien und Reptilien gleichartige und auffallenderweise mehr für das Organ als für die Tierart charakteristische Eiweißsubstanzen, so dass man berechtigt wäre, in diesem Falle von einer typischen „Organreaktion“ zu reden. Es wäre dieser Terminus einer von Nuttall eingeführten Bezeichnung nachgebildet; dieser Autor spricht nämlich von einer „mammalian reaction“ oder von einer „avian-amphibian“-Reaktion, wenn er die Reaktionen von besonders kräftigen Antiseris schildert, deren Wirkung sich auf die Blutarten vieler, nichtspezifischer Vertreter der Säugetiere, bzw. des Vogel- und Amphibienstammes erstreckt. Wie oben auseinandergesetzt wurde, gewinnt nämlich ein Serum, je mehr sein Titer durch erfolgreiche und gewaltsame Immunisation in die Höhe getrieben ist, desto mehr die Fähigkeit, auch nicht homologe, zunächst mehr, später weniger verwandte Blutarten niederzuschlagen, so dass man Sera erhält, welche nur an den ganz einschneidenden Punkten der Tierentwicklung stehen bleiben. Gerade solche Sera sind aber sozusagen für die Systematik in größeren Zügen wertvoll. Man hat es also in der Hand, Überraschungen durch individuelle Besonderheiten der Versuchstiere abgesehen, sich mehr oder weniger spezifische Sera zu verschaffen; „spezifisch“ sei hier nur in dem Sinne von „ausschließlich“ verstanden; spezifisch im gewöhnlichen Sinne bleiben ja auch Sera, welche mit vielen Blutarten reagieren, insofern, als die Reaktion mit dem homologen Serum, die mit nicht homologen in bezug auf Schnelligkeit und Intensität immer überwiegt. Was nun die Schlüsse betrifft, zu denen man durch den positiven Ausfall der Reaktion berechtigt ist, so muss bemerkt werden, dass dieser nur eine Blutsverwandtschaft überhaupt feststellt. Welcher Art sie ist, ob man Vettern oder direkte Nachkommen im Stammbaum vor sich hat, darüber besagt sie natürlich gar nichts, auch haben wir in der Menge des Niederschlags bei der wechselnden Stärke der Antisera nur einen Maßstab von geringer absoluter Wertigkeit für den Grad der Verwandtschaft; die Reaktion erlaubt nur den Vergleich: Das Tier A ist dem Tier B näher verwandt als das Tier C; darüber, wie nahe verwandt, ist, streng genommen, kein Urteil gestattet. Wir kommen

darauf noch zurück bei Besprechung des Wertes der Präzipitinreaktion als systematischer Methode.

Im folgenden seien nun die wesentlichsten Ergebnisse Nutall's über die Blutsverwandtschaft der Tiere zusammengestellt. Wesentliche, neue Gesichtspunkte zur Klassifikation der Tiere sind begreiflicherweise nicht gefunden worden. Bei der natürlichen Übereinstimmung zwischen anatomischem und chemischem Bau der Organismen ist es nicht überraschend, dass durch die biochemische Methode eben nur bestätigt werden konnte, was die Hilfsmittel der vergleichenden Anatomie längst für die Systematik geleistet haben. Es würde uns vielmehr nicht natürlich erscheinen, dass eine Tierform, die einer anderen in bezug auf Skelett und Organentwicklung sehr gleicht, in bezug auf die Körpersäfte sehr verschieden von ihr sein sollte. Dagegen erscheint es wunderbar, dass, wie weiter unten aus dem Nachweis der Verwandtschaft von Vögeln und Reptilien hervorgeht, gemeinsame Eigenschaften des Blutes sich durch Zeitalter erhalten haben, während deren sich Lebensweise und Nahrung der Arten verändert haben und dass trotz dieses Wechsels sich im Blut das Zeichen der gemeinsamen Abstammung finden lässt.

Was den Nachweis der tierischen Herkunft des Menschen auf biochemischem Wege betrifft, so hängt die Entstehung des Nachweises mit der Geschichte der Transfusion zusammen. Indem sich ergab, dass die Transfusion von Blut nur zwischen nahverwandten Tieren (Hase und Kaninchen; Hund, Wolf und Fuchs) unschädlich ist, durfte man in der Ungiftigkeit des einen Blutes für das andere ein Zeichen von Verwandtschaft erblicken. Die Giftigkeit beruhte, wie man seit den Untersuchungen von Landois wusste, in der hämolytischen Wirkung des Serums der einen Art für die Blutkörperchen der andern. Aber erst Friedenthal (1900) benützte diese Tatsache zur Eruierung von Blutsverwandtschaft zwischen Mensch und Affe. Er zeigte, dass die Transfusion von defibriertem menschlichem Blut in den Schimpansen nicht von Vergiftungserscheinungen (Hämoglobinurie) gefolgt war, dass menschliches Serum *in vitro* Blut des Urang-Utang und Gibbon nicht lakfarben machte, dass es aber Blutkörperchen von *Macacus sinicus*, *M. cynomolgus*, *Rhesus memestrinus* (alle zur Familie der Cynomorphen oder Cercopitheciden gehörig), *Pithesciurus sciureus* und *Ateles ater* und von *Lemur varius* löste; umgekehrt löste Serum von *Macacus* menschliche Erythrocyten. Gradunterschiede in der Giftigkeit hat der Autor nicht angegeben. Zur Bestimmung von solchen Unterschieden in der Fremdheit der Blutsorten eignen sich auch die Präzipitine besser. Schon 1901 hat Nutall die Befunde Friedenthal's mittelst der letzteren bestätigt und erweitert. Er hat auch eine volumetrische Methode erdacht, die es ermöglicht, durch ein-

fache Ableseung der Höhe (Menge) des Präzipitats die Verwandtschaftsgrade zu vergleichen. Zum besseren Verständnis mögen hier zwei seiner Tabellen Platz finden als Beispiele für die quantitativen Verhältnisse, wie sie ein Vergleich der Niederschläge, gemessen nach der Nutall'schen Methode, ergibt: Angenommen, ein Antischafserum, in der Menge von 0,1 ccm zu 0,5 ccm homologer, d. i. Schafblutlösung (Verdünnung 1 : 100) gegeben, habe 0,03 ccm Niederschlag geliefert. Setzt man diese Menge gleich 100, so erhielt er mit nicht homologen Blutarten Niederschläge in folgenden relativen Mengen:

Schaf . . . . .	100	Schwein . . . . .	20
Ochs . . . . .	80	Pferd . . . . .	16
Antilope . . . . .	50	Katze . . . . .	12
Schweinschirsch . . . . .	47	Hund . . . . .	7
Renntier . . . . .	30	Känguruh . . . . .	5

Entsprechend mit einem Antischweinserum: Schwein 100, Pferd 16, Schweinschirsch 14, Katze 14, Hund 13, Schaf 13, Känguruh 5. (Man bemerke auch, dass man mit Antischweinserum für Schaf die Prozentzahl 13, mit Antischafserum für Schwein die Zahl 20 erhält. Schwein und Schaf erweisen sich also jedesmal gleich entfernt verwandt, ob man ein Antiserum gegen das eine oder das andere Tier verwendet. Gerade diese Reziprozität der Reaktion darf wohl bei Beurteilung des Wertes der Methode als gewichtig in die Waagschale geworfen werden. Es spricht sicher für die Brauchbarkeit der biologischen Reaktion, wenn sozusagen das Tier A sich dem Tier B ebenso verwandt erweist als das Tier B dem Tiere A. Der geringe Unterschied der Verhältniszahl (13 und 20) ist gegenüber 100 ja belanglos und darf auf Rechnung der ungleichen Stärke der Antisera gesetzt werden, deren Einstellung auf gleiche Höhe man ja nicht ganz beherrscht.) Es gibt nun noch eine andere Art und Weise, die Resultate der mittelst präzipitierender Sera angestellten Versuchsreihen zu registrieren. Die eben erwähnte volumetrische Methode und die prozentuale Ausrechnung der verschiedenen Quantitäten Präzipitates ist mühsam und erfordert viel Zeit. Einfacher und für die gewöhnlichen Zwecke ausreichend ist es, die mittelst eines bestimmten Antiserums mit nicht homologen Blutarten gemachten Reaktionen zu zählen und die Prozentzahl des positiven Ausfalls der Reaktion anzugeben, ferner die positiven Proben in drei Gradkategorien zu sondern: sie werden bezeichnet als „volle Reaktion“, „starke Reaktion“ und „schwache Reaktion“. Diese Betrachtungsweise ist im folgenden bei der Notierung der Resultate mit den verschiedenen Antiseris eingehalten.

Um auf die genealogischen Beziehungen von Mensch und



Affen wieder einzugehen, so befinden sich die Resultate Nutall's nicht nur in Übereinstimmung mit den hämolytischen Versuchen Friedenthal's, sondern vollkommen auch mit dem Stammbaum, wie ihn Häckel 1895 für die Primaten aufstellte. Nutall erhielt mit einem seiner Antimenschensera z. B. folgende Reihe: Ausfall der Reaktion: mit *Homo sapiens* (4 Rassen), in 100% (davon 71% volle Reaktion), mit Anthropoiden (3 Spezies), 100% (davon 100% starke Reaktion), mit Cynomorphen (Cercopitheciden) (26 Spezies), 92% (davon 10% starke Reaktion), Cebiden (9 Spezies) 78% (darunter nie starke Reaktion), Napaliden (3 Spezies) 50% (immer nur schwache Reaktion); mit Blutlösungen von Lemuroideen (Prosimiern) gab ein Antimenschenserum nie positive Reaktion. Es ergibt sich also, dass das Blut aller Affen der alten Welt dem menschlichen Blute ungleich ähnlicher ist als das Blut der neuweltlichen Affen<sup>1)</sup>.

Auch aus den Reaktionen, die man mit Antiaffensera erhält, gewinnt man eine Bestätigung des Huxley'schen Satzes, dass die Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpansen unterscheiden, nicht so groß sind als die Unterschiede, welche diese Menschenaffen von den anderen Affen trennen. So gab ein Antischimpansenserum mit Menschenblut von verschiedenen Individuen in allen Fällen volle Reaktion, desgleichen mit dem Blut verschiedener Vertreter der Anthropoiden. Seiner geringen Stärke war es zuzuschreiben, dass es bereits in Berührung mit Blut von Cynomorphen nur schwache Reaktion gab. Wenn es auch, wie Nutall und Uhlenhut aussprechen, im allgemeinen, bei der hier vorliegenden Absicht zweckmäßiger ist, recht stark wirksame Sera zu verwenden, so ist doch für die feinere Abstufung der Verwandtschaft gerade im engeren Kreis auch ein schwaches Serum tauglich.

Ein gegen *Simia satyrus* (Orang) präpariertes Serum lieferte eine Anzahl kräftiger Reaktionen gegen Blut von Cynomorphen. Aber weder dieses noch das vorige reagierten je mit Blut von Halbaffen.

Mit einem schwachen, gegen *Cercopithecus hamadryas* L. (Mantelpavian) gerichteten Serum erhielt Nutall positive Reaktion mit Menschenblut in 87%, mit Blut von Anthropoiden in 75%, von Cynomorphen (Cercopitheciden) in 100%, von Cebiden (Rollaffen) in 46%, von Hapaliden in 25%. In der entfernteren Tierreihe tritt hier, wie manchmal, ganz unvermittelt eine positive Reaktion

---

1) Auf dem Anthropologenkongress in Greifswald 1904 hat Uhlenhut allerdings über positive Reaktion von Antimenschenserum mit Blut von Halbaffen berichtet. Auch Friedenthal erwähnt ganz neuerdings positiven Ausfall mit Lemuroideenblut.

mit dem Blut eines Ungulaten und zweier Carnivoren unter Hunderten von negativen Proben auf. Es ist dies ein Punkt, auf den noch zurückzukommen sein wird.

Von den Ergebnissen der biochemischen Methode aus der übrigen Tierreihe seien noch einige herausgegriffen: Ein Antikatzenserum erwies, dass die Familien der Feliden, Hyäniden einander recht nahe stehen. Ein Antihyänenserum gab auffallende Reaktionen mit Vertretern der Pinnipedier und bestätigte die nahe Blutsverwandtschaft zwischen Feliden und Hyäniden. Ein Antiseehundserum wirkte auf Blut von anderen Carnivoren in 37% der Fälle positiv, mit dem von Säugetieren aus anderen Klassen nur in 8% (nie positiv mit Blut von Cetazeen).

Ein sehr kräftiges Antischweins serum lieferte die oben besprochene Gruppenreaktion für Säugetiere („Mammalian reaction“). Auffallend viele und starke Reaktionen gab dieses Serum mit mehreren Cetazeen. Dass dies kein individueller Zufall war, ergibt sich aus der Tatsache, dass auch sonst Antiungulatensera (z. B. ein Antirenntierserum) mit Cetazeenblut kräftig reagierte. Nutall beruft sich zur Erklärung dessen auf Flower und Lydekker, welche früher schon vom rein anatomischen Standpunkte die Ähnlichkeit zwischen primitiven Ungulaten und den Cetazeen betonten. Umgekehrt gab ein Serum gegen *Balaenoptera rostrata* mit Blut von Ungulaten eine auffallend hohe Zahl von positiven Reaktionen (allerdings nur schwache Ausfällung); desgleichen mit dem von Edentaten und Chiropteren (keine positive Reaktion mit Primaten). Ein Serum gegen *Onychogale unguifera* (Marsupialia) erwies sich, obwohl nicht schwach, als sehr exklusiv, was wohl darauf hindeutet, wie sehr die Beuteltiere auch in bezug auf ihre Blutbeschaffenheit abseits stehen. Mit Blut von Makropodiden lieferte dieses Serum immer positive Reaktionen („volle“ Reaktion in 40%), aus den übrigen Ordnungen der Marsupialier wurde nur einmal (unter 6) positive Reaktion mit Blut von Didelphiden (3 verschiedene Spezies), einmal mit einem Dasyuridenblut (es stand nur eines zur Verfügung) verzeichnet.

Die Nachforschungen Nutall's beschränkten sich nicht auf die Säugetiere. Welche Kluft das Blut von Vögeln und Säugetieren trennt, erwies eine umfassende Versuchsreihe, wonach ein wirksames Antihühnerblutserum, mit 385 Proben von Säugetierblutarten geprüft, niemals einen Niederschlag absetzte. Dasselbe Serum, mit 320 Blutsarten von allen möglichen Vögeln zusammengebracht, gab hingegen in 87% der Fälle positive Reaktion. Am häufigsten waren die Misserfolge in den Familien der Falconiden, Charadriiden und Passeres. Diese wären nach der biochemischen Methode der Verwandtschaftsbestimmung den Gallinaceen am entferntesten, die Columbiden und Lamellirostrer (*Anseriformes*) ihnen am nächsten

verwandt. Den Casuariden (gezeigt mittelst Antiserums gegen Strauß) stehen zunächst die Charadriiden.

Von Interesse sind ferner die Beziehungen zwischen Reptilien und Vögeln, wie sie ein gegen Hühnereiweiß gerichtetes, präzipitierendes Serum aufzudecken vermag. Die einschlägigen Versuche sind von Nutall begonnen und von Graham Smith in seinem Laboratorium weiter geführt worden. Das genannte Serum gibt Reaktionen auch mit Blut von Hühnern, weniger mit dem von Schwan, Papagei, Storch, Krähe, Emu und Reiherr; ebenso mit dem Eiweiß von Emuciern und mit Blutlösungen von Alligator, *Chelone midas* und *Testudo ibera*. Umgekehrt erwies sich ein Antialligatorserum als wirksam auch gegen Eiereiweiß von Vögeln! Die Ergebnisse der zahlreichen Versuchsreihen lassen sich dahin zusammenfassen, dass Vögel und Chelonier einander nahe stehen. Vögel und Krokodilier weniger nahe, aber immerhin noch näher als Vögel und Lacertilier, bezw. Ophidier. Auch die Präparation von Antiseris gegen Chelonier, Krokodilier und Ophidier zeigten in übereinstimmender Weise, dass man einerseits Chelonier und Krokodilier, andererseits Lacertilier und Ophidier näher zusammengehörig betrachten darf. Wenn wir schließlich noch berichten, dass ein Antikrabbenserum nur mit Decapodenblut reagierte, dass ein Antifroschserum, ein Antihummerserum und ein Antiammocoetesserum sich als sehr exklusiv erwiesen; dass Xiphosuren (*Limulus polyphemus*) den Decapoden fernstehen, den Spinnen nahe zugehörig sein müssen, so sind aus allen denjenigen Teilen der Organismenreihe, die sich zunächst einer derartigen Bearbeitung in systematischer Hinsicht zugänglich erwiesen, Beispiele beigebracht.

Im ganzen hat Nutall 16000 verschiedene Proben mit 900 Brutarten mit Hilfe von 32 Antiseris angestellt. Bei diesem ungeheuren Materiale kann natürlich von Zufälligkeiten keine Rede sein; oftmals freilich war die Menge des zur Verfügung stehenden Materials zu gering, um genügend viele Proben damit zu machen, oder es war bei der oft weiten Reise, der nicht immer sachkundigen Gewinnung derartiger verändert, dass seine Verarbeitung nicht zu klaren Resultaten führte. Dann dürfen wir aber der großen Erfahrung des Autors glauben, wenn er auffällige und ausnahmsweise Reaktionen als durch Zufall oder Verunreinigung entstanden deutet. Jeder, der mit der Herstellung von spezifisch wirksamer Seris vertraut ist, wird außerdem aus eigener Erfahrung berichten können, wie selbst bei einem Impfmateriale von großer Gleichmäßigkeit durch individuelle Besonderheiten der Versuchstiere der Erfolg der Immunisierung modifiziert werden kann. Nutall hat seine Antiseris fast ausschließlich vom Kaninchen gewonnen. Es gibt dazu kein besseres Versuchstier. Aber nicht nur versagt es natürlicherweise,



wenn man es zur Beschaffung von Antistoffen gegen nahe verwandte Tiere (z. B. Meerschweinchen) verwenden will, sondern man hat auch bei Impfung mit recht heterogenem Material, z. B. mit menschlichem Serum unter Umständen mit Misserfolgen zu rechnen, deren Ursachen uns noch vollkommen dunkel sind. Andererseits ist bei Anstellung von Präzipitinreaktionen oft übersehen worden, dass es natürlich vorhandene, sogen. normale Präzipitine gibt, welche bei Versuchsreihen störende Überraschungen herbeiführen können; so enthält z. B. das Serum einer unvorbehandelten Ziege normale Präzipitine gegen die Sera von Huhn und Meerschweinchen, das Serum eines gesunden Hundes solche gegen Hühner Serum und -Eiereiweiß. Dies alles sind aber Umstände, welche den Wert der Präzipitinreaktion nicht schmälern. Man kann behaupten, dass die biochemische Methode genügt hätte, ein brauchbares System der Tiere aufzustellen, wenn wir nicht schon eine ausgebildete Systematik besäßen. Wenn wir sehen, welches neue Licht durch sie auf die Anthropogenie fällt, wenn wir uns des Hinweises auf die Stammesgeschichte der Vögel erinnern, des Winkes in bezug auf die Blutsverwandtschaft der Cetaceen und Ungulaten, oder wenn wir, um nur noch einen Punkt zu erwähnen, in den Wirkungen eines Antipferdserums erkennen, welche isolierte Stellung die Equiden einnehmen, so wird man zugeben, dass die Methode, welche in der Nahrungsmittelchemie und in der gerichtlichen Medizin so schnell eine unersetzliche Handhabe geworden ist, auch für die zoologischen Zwecke einen erheblichen Wert besitzt. Man wird wünschen, dass sie sich namentlich noch als Methode zur quantitativen Verwandtschaftsbestimmung verfeinern lassen wird, so dass es möglich werde, zu messen, ob z. B. der Choleravibrio dem Typhusbazillus näher verwandt ist als der Mensch dem Kaninchen. Noch ist auch nicht versucht worden, ob sie der vergleichenden Anthropologie dienen kann.

In neuester Zeit hat nun die Präzipitinreaktion nach mehrfacher Richtung hin eine Erweiterung ihrer Grenzen erfahren. Es ist oben erwähnt worden, dass es gewöhnlich nicht gelingt, gegen Blut nahe verwandte Tiere Präzipitine zu gewinnen; so hatte z. B. noch Nutall umsonst versucht, im Kaninchen gegen das Serum von anderen Nagern zu behandeln; in einer jüngst erschienenen Arbeit behauptet Friedenthal, dass man dies durch genügend lang fortgesetzte Immunisierung erreichen könne; er hatte Erfolg, wenn er z. B. ein Kaninchen 10mal mit dem gesamten defibrinierten Blute einer Maus spritzte. Wie weit hier eine Gesetzmäßigkeit vorliegt und bis zu welchen Graden der Verwandtschaft sich die Immunisierung auf diese Weise treiben lässt, bleibt noch dahingestellt. Wie es unmöglich gewesen war, Antikörper zwischen nahe verwandten Tieren zu erhalten, so scheiterte bisher, wie schon



erwähnt, die Präzipinreaktion noch an einer anderen, durch Verwandtschaft gesetzten Grenze: Mittelst eines bestimmten, spezifischen Antiserums konnte bisher keine Differentialdiagnose zwischen Blutarten sehr ähnlicher Herkunft getroffen werden. Angenommen, es handelte sich um die gerichtliche Entscheidung, ob ein bestimmter Blutfleck von Schaf oder Ziege stammte, so ließ die Anwendung eines Antischaf- oder Antiziegenserums im Stich, weil der Unterschied der Reaktion in dem spezifischen und in dem so nahe verwandten, nicht homologen Blut zu gering war. Hamburger hat ganz neuerdings diese Schwierigkeit auf einfache Weise behoben, indem er sich nicht mit der Anwendung eines Antiserums begnügt, sondern auf dieselbe fragliche Blutlösung alle diejenigen Antisera einwirken läßt, die in dem betreffenden Falle überhaupt in Betracht kommen. Auf Grund der bekannten Tatsache, dass die Reaktion des Blutes mit dem homologen Serum am kräftigsten ausfällt, gelingt die Differenzierung auch nahe verwandter Blutarten. Voraussetzung ist, dass die Antisera wenigstens annähernd gleichwertig sind, was sich nach Hamburger durch gleichmäßige Behandlung der Tiere, Vorproben mit verschiedenen Blutarten und entsprechende Verdünnung der Antisera erreichen lassen soll. So viel über die ganz neuerdings gelungene und vom zoologisch-systematischen, sowie vom forensischen Standpunkt nicht unwichtige Verfeinerung der biochemischen Diagnose.

Die Präzipitinreaktion kann heute als willkommene Bestätigung der Deszendenztheorie gelten. Sie hat die Verwandtschaftsbeziehungen von Tieren nach einer Richtung hin geklärt, welche bisher der experimentellen Prüfung nicht zugänglich gewesen war, indem sie die Verwandtschaft der Körpersäfte erwies. Man darf sich freilich nicht der Hoffnung hingeben, in der Präzipinreaktion eine Methode zu besitzen, welche geeignet wäre, Arten und Varietäten zu unterscheiden. Sie ist dazu ebensowenig imstande, wie jene andere Art des physiologischen Experiments, die Kreuzung der Arten und Varietäten. Die Natur machte eben keine Abteilungen, sondern Übergänge. Aber auch in anderer Hinsicht erinnern die Resultate der Bastardierung an die biochemischen Feststellungen: das physiologische Experiment hier wie dort befindet sich nicht immer in Übereinstimmung mit dem, was die Morphologie sagt. Diese bezeichnet z. B. zwei Exemplare als „gute Arten“ und die Kreuzung weist sie als fruchtbar miteinander. Andererseits zeigt ein Antiserum zwei Tiere einander recht nahe stehend, welche im morphologischen System weit getrennt sind. Bisher galt der anatomische Befund als vornehmstes Kriterium bei der Anweisung eines Platzes im System. Man wird sich vielleicht entschließen müssen, man möchte sagen, namentlich was die relativen Entfernungen im System betrifft, fernerhin das physiolo-

gische Experiment als gleichgeeigneten Wegweiser zu benützen, und in der Systematik alle Hilfsmittel zu benützen, die uns heute zur Verfügung stehen. Vielleicht ist man berechtigt, zu behaupten, dass die Immunitätsreaktionen gerade von der historischen Entwicklung des Tierstammes ein getreueres Bild geben, als die deskriptive Anatomie, insofern nämlich als die Eigenschaften der Körpersäfte, wie wir gesehen haben, sich offenbar viel beständiger durch die Zeitalter bewahren, als die morphologischen Charaktere, in denen sich die Anpassungsfähigkeit der Organismen an veränderte Nahrung und Lebensweise viel stärker offenbart. Der Annahme, dass die chemische Zusammensetzung der Körpersäfte eine konstantere Bildung darstellt als z. B. das Skelett, widerspricht nun aber gerade wieder die Bildung der Antikörper im tierischen Organismus. Wir können sie ja kaum anders auffassen, als eine wunderbare Variabilität des Blutes, als eine unendlich feine und zweckmäßige Anpassung an den eingeführten Giftstoff. Wir kommen hiermit zum Schluss noch mit einigen Worten auf die Beziehungen der Immunitätslehre zur Lehre Darwin's. So verlockend es wäre, diesen Beziehungen zu folgen, so muss es doch denjenigen überlassen werden, das im Kampfe um Darwin's Theorien vielleicht einmal zu Bedeutung gelangende Gebiete der Immunität zu erörtern, welche dieses und die einschlägigen Streitfragen beherrschen.

Dasjenige, was wir heute wohl als das sicher Unvergängliche an Darwin's Lehre ansehen dürfen, hat durch die biochemischen Reaktionen eine glänzende Stütze erfahren. Wie aber steht es mit anderen Punkten? Wie sollen wir erklären, was uns Handhabe zur Feststellung von Blutsverwandtschaft geworden ist? Dass ein Kaninchen die Fähigkeit besitzt, gegen das Blut eines Känguruh oder eines anthropoiden Affen einen spezifischen Giftstoff zu bilden? Es erwirbt ohne weiteres diese Eigenschaft, die niemals vorher je ein Kaninchen besessen hat, eine Eigenschaft, welche nicht im Kampf ums Dasein erworben sein kann, es sei denn, dass man annimmt, nicht diese spezielle Fähigkeit, ein Antikänguruh- oder Antiaffenserum zu produzieren, sei erworben und vererbt, sondern eine generelle Fähigkeit, auf Einführung fremden Eiweißes mit spezifischen Giftstoffen zu antworten. Nimmt man dieses letztere an, so ergibt sich die interessante Aufgabe, die Entstehung dieser Fähigkeit nachweisbare beliebige spezifische Antikörper zu bilden. in der Tierreihe zurückzuerfolgen. [30]

München, 18. Februar 1905.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Rössle Robert

Artikel/Article: [Die Bedeutung der Immunitätsreaktionen für die Ermittlung der systematischen Verwandtschaft der Tiere. 418-427](#)