

gewordene Hilfe spreche ich an dieser Stelle meinen Dank aus; zum Danke bin ich auch Herrn G. Buchböök, Assistenten an demselben Institut, verpflichtet, welcher in der Ausführung der Vorarbeiten (Calibriren der Gefässe u. s. w.) mir seine sachverständige Hilfe angedeihen liess.

Ausser der elektrischen Leitfähigkeit wurde in jedem untersuchten Falle die Gefrierpunkts-Erniedrigung mittelst des bekannten Beckmann'schen Apparates, der Chlorgehalt nach der von A. v. Korányi¹⁾ modifizirten Methode von Volhard ermittelt.

II.

Die molekulären Concentrations-Verhältnisse im Blutserum.

Das elektrische Leitvermögen des Blutserums verschiedener Säugethierspecies ist annähernd von gleichem Werthe.²⁾ Eine Regelmässigkeit, welche sich in einem grösseren Kreise der Thierspecies wiederholt, ist für die einzelnen Individuen einer Species zweifelsohne von noch strengerer Giltigkeit, und so ist eine Constanz der Leitfähigkeit des menschlichen Blutserums, welches bisher nach dieser Richtung keiner Untersuchung unterzogen wurde, höchst wahrscheinlich.

Die folgende Tabelle unterrichtet über die Gefrierpunktserniedrigung, elektrische Leitfähigkeit, und über den auf Volumen berechneten Chlorgehalt verschiedener thierischer Blutserumproben.

(Siehe Tabelle Seite 477.)

Anschliessend citiren wir die parallelen Resultate der Herren Bugarszky und Tangl³⁾

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Vergl. die vorläufige Publication des Verfassers Ctbl. für Physiol., 1897, No. 8. 10. Juli 1897.

³⁾ Bugarszky und Tangl: Untersuchungen über die molekulären Concentrations-Verhältnisse des Blutserums Centralbl. f. Physiologie, 24. Juli 1897.

Gefrierpunktserniedrigung (°C)	Specif. Leitfähigkeit (λ) bei 18° C. auf Quecksilber bei 0° bezogen $\lambda \times 10^8$	Na Cl pCt.
-----------------------------------	---	------------

I. Pferdeblutserum.

1.	0,527	95,67	0,502
2.	0,531	93,54	0,512
3.	0,532	97,13	0,458

II. Hundeblutserum.

4.	0,570	103,0	0,517
5.	0,605	106,3	0,628
6.	0,585	99,3	0,570

III. Schweineblutserum.

7.	0,613	102,4	0,527
8.	0,588	103,3	0,524
9.	0,592	104,5	0,538

IV. Katzenblutserum.

10.	0,601	110,3	0,682
11.	0,633	108,0	0,627

Von constantem Werth erscheint die Leitfähigkeit des Blutserums bei dem von ihm benützten Versuchsthiere (Hund) auch in den Untersuchungen von G. N. Stewart,¹⁾ dessen Ergebnisse aber, weil in willkürlichen Einheiten ausgedrückt, mit den citirten Daten nicht vergleichbar sind.

In meiner eigenen Versuchsreihe schwankt die elektrische Leitfähigkeit des Blutserums zwischen den engen Grenzen von 96,4—104,6 ($\times 10^{-8}$) Quecksilber-Einheiten, was einer Kochsalz-Concentration von 0,66—0,71 pCt. entspricht; etwas weiter von einander liegen die Grenzwerte in den Untersuchungen von Bugarszky und Tangl ($\lambda \times 10^{-8} = 93,54$ bis 110,3). Jedenfalls erhellt aus beiden Versuchsreihen, dass die elektrische Leitfähigkeit des Blutserums annähernd eine physiologische Constante repräsentirt.

Da die electrische Leitfähigkeit thierischer Flüssigkeiten als Maassstab für die Concentration der in denselben gelösten dissociirten Ionen bzw. elektrolytischen Moleküle zu betrachten ist, belehrt uns die gefundene Constantz der Leitfähigkeit des

¹⁾ Centralbl. f. Physiol. August 1897.

Blutserum - Untersuchungen.

Das untersuchte Blutserum röhrt her	Gefrierpunktserniedrigung δ (°C)	Elektrische Leitfähigkeit (Quecksilber-Einheiten 18°) $\times 10^{-8}$	Die letzterer entsprechende Kochsalz-Concentration λ (NaCl-pCt.)	Der Kochsalz-gehalt NaCl-pCt.
vom Rinde durch Gerinnung	0,56	104,6	0,71	0,69
vom Rinde durch Centrifugiren	0,55	101,2	0,69	0,65
vom Kalbe durch Centrifugiren	0,57	102,6	0,70	0,60
vom Schafe durch Gerinnung	0,58	98,8	0,67	0,59
vom Rinde durch Gerinnung	0,57	99,9	0,68	0,60
vom Rinde durch Gerinnung	0,58	104,6	0,71	0,66
vom Kalbe durch Centrifugiren	0,60	102,7	0,70	0,64
vom Rinde durch Centrifugiren	0,59	102,7	0,70	0,62
vom Rinde durch Gerinnung	0,56	102,7	0,70	0,65
vom Schafe durch Gerinnung	0,57	96,4	0,66	0,52
vom Schafe durch Gerinnung	0,56	99,8	0,68	0,55
vom Rinde durch Gerinnung	0,58	104,2	0,71	0,63
vom Schafe durch Gerinnung	0,56	99,9	0,68	0,59

Blutserums darüber, dass in den gleichen Volumtheilen des Blutserums eine annähernd gleiche Zahl elektrolytischer (anorganischer) Moleküle gelöst ist.

Aus den Leitfähigkeitsbestimmungen erhellt aber eben nur die Constanz der Concentration an anorganischen Molekülen, nicht der absolute Werth dieser Concentration. Die Leit-

fähigkeit des Blutserums ist nehmlich das Ergebniss zweier einander entgegen wirkender Factoren. Den Grundfactor stellt eben die wahre Concentration der an der Leitung betheiligten Elektrolyten dar, deren Leitvermögen durch die im Serum gelösten Eiweisskörper, welche die freie Wanderung der Ionen im Sinne eines Reibungs-Hindernisses hemmen — beeinträchtigt wird. Die Eiweisskörper des Serums liefern im Vergleiche zu den Schwankungen der übrigen Serum-Bestandtheile relativ fixe Werthe (Limbeck),¹⁾ der Einfluss dieses Factors auf die elektrische Leitfähigkeit kann also auch als annähernd constant angenommen werden. Die Constanz der elektrischen Leitfähigkeit des Blutserums muss also als ein gemeinsamer Ausdruck der Constanz der Concentration an electrolytischen Molekülen, sowie an gelöstem Eiweiss gedeutet werden. Natürlich ergeben werden in diesem resultirenden Werthe eben nur die in der Tabelle veranschaulichten, keineswegs erheblichen Schwankungen des Grundfactors — der Concentration an Elektrolyten — klar zur Geltung kommen, und weniger die Schwankungen des Eiweiss-Gehaltes, welche wahrscheinlich nur in extremen Fällen zur Aeusserung gelangen. Die etwaigen Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit weisen also hauptsächlich auf solchen des ersteren und nicht des letzteren Factors.

Der aus der Leitfähigkeit berechnete Werth der Concentration an Elektrolyten ist folglich im Sinne der leitungs-hemmenden Wirkung der Eiweisskörper des Serums zu corrigen. Diese Correctur ist, in Folge unserer Unkenntniss über den Werth dieser hemmenden Action, vorläufig unausführbar; — demnach müssen wir auch die Bestimmung der absoluten Concentration des Blutserums an elektrolytischen Molekülen als eine dermalen unlösbare Aufgabe gelten lassen.

Diese Unkenntniss der absoluten Werthe beeinträchtigt keineswegs die Bedeutung der Gesetzmässigkeit, welche sich in der Constanz der elektrischen Leitfähigkeit des Blutserums äussert, und deren Sinn die constante Concentration des letzteren an elektrolytischen Molekülen ist.

¹⁾ Rud. v. Limbeck: Klinische Pathol. d. Blutes. Zweite Auflage. 1896. S. 84.

Aus den maassanalytischen Untersuchungen geht nehmlich eine ähnliche Gesetzmässigkeit in der Zusammensetzung des Blutserums keineswegs hervor. Relativ constante Werthe repräsentiren höchstens den Eiweiss-Gehalt des Blutserums, doch sind die diesbezüglichen Schwankungen — wie aus dem Vergleiche der Daten von Becquerel und Rodier, C. Schmidt, Jaksch, Hamarsten, Limbeck erhellt, — ganz erheblich,¹⁾ besonders gegenüber der Constanz der Concentration an Elektrolyten. Bezüglich der Salze des Blutserums sind die supponirten Regelmässigkeiten noch problematischer. Bei Limbeck finde ich einige Fälle citirt, in welchen sich die Chloride und Phosphate des Blutserums wie einander compensirende Werthe verhielten; von einer Compensation in dem Sinne, dass die in geringer Concentration anwesenden Phosphate die grösseren Schwankungen des NaCl-Gehaltes zu einem fixen Werthe ergänzten, kann aber keine Rede sein.

Von Bedeutung ist eine ältere Beobachtung von C. Schmidt, im Sinne welcher sich der NaCl-Gehalt und der Wassergehalt des Serums ziemlich parallel verhalten; dieser Parallelismus äussert sich in Fällen von starken Wasserverlusten oder erheblicher Wasser-Retention in auffallender Weise. Eine Folge dieses Verhaltens ist die annähernde Constanz des auf Volumen berechneten NaCl-Gehaltes des Blutserums gegenüber der auf Serumgewicht bezogenen, schwankenden Concentration desselben; die erstere Constanz ist in den Arbeiten des Prof. Alexander von Korányi für das menschliche Blutserum recht auffallend. In einer Versuchsreihe, welche verschiedene Thierspecies umfasst, ist diese Constanz weniger ausgesprochen, und zeigt die Kochsalz-Concentration, gegenüber der strengeren Constanz der Gefrierpunkts-Erniedrigung und der elektrischen Leitfähigkeit, in der mitgetheilten Tabelle Schwankungen von 0,52—0,69 pCt.

Durch die Maassanalyse würde demnach kaum ein streng regelmässiges Verhalten in der Zusammensetzung des Blutserums aufgedeckt; vielleicht kann dies als ein Wink dafür

¹⁾ S. Limbeck a. a. O.

gelten, dass es eine erfolgreichere Forschungsmethode giebt, als die bisher verfolgte, nehmlich jene, welche in den molekulären Concentrationen grösserer und kleinerer Gruppen nach Regelmässigkeit fahndet; umso mehr, da die molekuläre Concentration der gelösten Substanzen für physikalische und chemische Wirkungen maassgebend ist. Forschungen nach dieser Richtung, noch gering an Zahl, bieten schon auffallende Gesetzmässigkeiten dar. Eine solche ist die Constanz der gesammten molekulären Concentration des Blutserums, erschlossen durch die Gefrierpunkts-Erniedrigungsbestimmung, oder durch andere Methoden. Diese durch Dreser¹⁾, A. v. Korányi²⁾, Hamburger³⁾ Winter⁴⁾ ermittelte Constanz wurde durch spätere Untersuchungen immer wieder erhärtet, so durch die Arbeiten von Limbeck⁵⁾, Eijkmann⁶⁾, Gryns⁷⁾, Hedin⁸⁾, sie geht auch aus der mitgetheilten eigenen Versuchsreihe hervor, wo die Gefrierpunkts-Erniedrigungswerte zwischen den engen Grenzen 0,55 — 0,60 ° schwanken. Die Befunde von Bugarszky und Tangel weisen auf die grössere Constanz innerhalb einer und derselben Thierspecies hin. Nach alledem lässt sich das Axiom aufstellen, dass in gleichen Volumtheilen, verschiedenen Thierspecies entnommenen Blutserums, eine annähernd gleiche Zahl fester Moleküle gelöst ist.

Eine Regelmässigkeit von solch allgemeiner Giltigkeit muss dem Physiologen nicht minder bedeutungsvoll erscheinen, wie z. B. die Constanz der Körpertemperatur der Säugetiere, auf welche Analogie schon v. Korányi und Winter⁴⁾ hingewiesen haben.

Der Constanz der gesammten molekulären Concentration

¹⁾ Dreser: Ueber Diurese u. s. w. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1892.

²⁾ a. a. O.

³⁾ Hamburger, s. Mittheilungen in der Zeitschr. f. Biologie u. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1889.

⁴⁾ Winter, Arch. d. Physiol. 1895.

⁵⁾ Limbeck, Prager med. Wochenschr. 1893 und a. a. O. S. 158.

⁶⁾ Eijkmann, Arch f. d. ges. Physiol. 1896.

⁷⁾ Gryns, ebenda.

⁸⁾ Hedin, ebenda 1897.

des Blutserums schliesst sich dessen constante Concentration an elektrolytischen Molecülen an.

Aus beiden Regelmässigkeiten geht eine dritte hervor. Wenn im Blutserum eine constante Zahl fester Molecüle gelöst ist, deren constanten Bruchtheil die elektrolytischen Molecüle bilden, so ist der andere Component der gesammten molekulären Concentration, die Concentration an organischen Molecülen, ebenfalls nahezu constant. Bei dem geringen absoluten Werthe dieses Componenten wird durch gleichwerthige Schwankungen seine Constanze stärker beeinträchtigt, als jene der Concentration an Elektrolyten.

Endlich sind auch für einzelne Gruppen anorganischer Molecüle Gesetzmässigkeiten eruirbar. Wenn die auf Volumen berechnete Chlorconcentration des Blutserums von ziemlich conconstanter Höhe ist, wie dies aus den Untersuchungen des Prof. A. v. Korányi wenigstens für das Serum des Menschen hervorgeht, so ist in gleichen Volumtheilen des Serums eine annähernd gleiche Zahl chlorhaltiger Molecüle zugegen, welche durch eine ebenfalls annähernd fixe Zahl chlorfreier Elektrolyte zu der constanten Concentration an anorganischen Molecülen ergänzt wird. Die Constanze der chlorfreien Elektrolyte ist leicht verständlicher Weise insofern problematisch, als die absoluten Schwankungen, durch welche diese Gruppe die Schwankungen der chlorhaltigen Elektrolyte compensirt, die Constanze dieser an und für sich kleinen Gruppe schon merklich beeinträchtigt.

Anstatt der strikteren Gesetzmässigkeiten baaren Lehre der Chemie des Blutserums taucht aus den obigen ein distinkteres, wenn auch vorläufig nur in Umrissen entworfenes Bild einer constanten molekulären Zusammensetzung hervor; und ist es unzweifelhaft, dass wir durch Erforschung der molekulären Concentrationsverhältnisse der Kenntniss der Zusammensetzung des Blutserums näher gerückt sind.

Die Wichtigkeit dieser Kenntniss ist aber evident „. . . man ist mit Recht in der Zusammensetzung des Blutplasmas die Bilanz für die Einnahmen oder Ausgaben des Gewebes im Momente der Untersuchung zu sehen gewohnt“ sagt Limbeck.¹⁾

¹⁾ a. a. O. S. 57.

Das constante Niveau der Bilanz bezeiget ein ständiges Gleichgewicht der Einnahmen und Ausgaben. Wenn die molekuläre Concentration, d. h. das Verhältniss des Wassers und der gelösten festen Moleküle sich im Blutserum constant zeigt, so muss die Einnahme an Wasser und festen Molekülen von Seiten des Verdauungstractes und sämmtlicher Körperzellen — die Ausgabe durch die verschiedenen Excretionsorgane ständig decken. Dieses gilt für den Fall der Constanz der Blutmenge; bei wechselnder Blutmenge muss das Plus oder Minus dieselbe Proportion von Wasser und festen Molekülen, zeigen, wie das Blutserum selbst. Die Constanz der molekulären Concentration des Blutserums ist also ein Effect einer Reihe mit und gegeneinander wirkender Momente, als welche die Resorption im Verdauungstract, der Zerfallsproducte liefernde Stoffwechsel der Körperzellen, die Wasserabscheidung durch Haut und Lungen, die ständige Verdünnung des Blutes durch die Nieren angeführt werden können. Ein näheres Eingehen auf diese Verhältnisse wäre hier unstatthaft, und wir verweisen auf die Ausführungen des Prof. A. v. Korányi, welche die Rolle der erwähnten Factoren in der Aufrechterhaltung des „osmotischen Gleichgewichtes“ im Organismus in extenso darlegen.

Diese regulierenden Factoren bewirken neben der Constanz der gesammten molekulären Concentration des Blutserums auch die fixe Beteiligung einzelner Componenten (organischer und anorganischer Moleküle) an derselben. Die Constanz der elektrischen Leitfähigkeit des Blutserums kann nur einer genau proportionirten Einnahme und Ausgabe von Wasser und elektrolytischen Molekülen entspringen, und wenn aus der Constanz der Gefrierpunktserniedrigung des Blutserums der Begriff des osmotischen Gleichgewichtes im Organismus hervorging, so können wir auf Grund der Constanz der elektrischen Leitfähigkeit den Begriff „Gleichgewicht der Concentration an elektrischen Molekülen“ für das Blutserum und indirekte für den ganzen Organismus construiren. Insofern sich endlich die Concentration des Blutserums an organischen, chlorhaltigen resp. chlorfreien Molekülen constant zeigt: insoweit muss eine Gesetzmässigkeit der Einnahme und

Ausgabe solcher Moleküle und der proportionalen Wassermenge gültig sein, wo sich dann die näheren Umstände in der Weise gestalten, wie es bei Erwähnung des osmotischen Gleichgewichtes des Organismus angedeutet wurde.

Alle diese Regelmässigkeiten weisen auf eine ausgedehnte Regulationsvorrichtung im Organismus hin, an welcher verschiedene, einander compensirende organische Functionen theilnehmen. Wahrscheinlich ist es, dass es nicht an einem Factor (z. B. an der Nierenfunction) liegt, allen Ansprüchen gerecht zu werden, sondern es besteht eine gegenseitige Adaptation der verschiedenen Factoren. Wir müssen annehmen, dass sich bereits die Resorption im Verdauungstracte den jeweiligen Ansprüchen anpasst, und dass diese Anpassung theilweise physikalischen Verhältnissen entspringt. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass diejenigen Moleküle aus dem Verdauungstracte leichter resorbirt werden, welche daselbst in stärkerer Concentration zugegen sind, als in der angrenzenden Blutschicht, wodurch der Mangel an gewissen Molekülen im Blutserum leicht zu beheben wäre; ebenso wäre das Serum vor einer Ueberhäufung der einen oder anderen Gruppe normal anwesender Moleküle geschützt, wenn die Resorptionsfähigkeit für gewisse Moleküle, mit der wachsenden Concentration des Blutes an diesen, sinkt. Physikalisch wäre dieses Verhalten dadurch zu erklären, dass Diffusion und osmotische Ausgleichung die Ausgleichung der partiären molekulären Concentrationen anstreben. Dieselben Gründe machen es wahrscheinlich, dass die activen Körperzellen ihren Stoffwechsel der jeweiligen Concentration des Serums an Zerfallproducten (Harnstoff u. s. w.) anpassen; bei reichlicher Anwesenheit derselben im Blute können sie sich nehmlich der eigenen Zerfallsproducte schwerer entledigen, als im entgegengesetzten Falle. Die Nierenfunction ist gleichfalls solchen physikalischen Erwägungen zugänglich, wie die Untersuchungen von Prof. A. v. Korányi zeigen.

Von nicht minderem Interesse, als die Kenntniss der causalen Factoren der besprochenen Regelmässigkeiten, ist deren Bedeutung für die Functionen des Organismus.

Die Bedeutung der gesammten molekulären Concentration

des Blutserums erhellt aus der Rolle des osmotischen Druckes im Organismus. Die gesammte molekuläre Concentration ist es nehmlich, welche den Werth des osmotischen Druckes — gemeinverständlich ausgedrückt: des Wasseranziehungsvermögens einer Lösung bestimmt; — und dass für die Zellen das Wasseranziehungsvermögen des umgebenden Mediums von maassgebendem Einflusse ist — ist eine oft betonte That-sache. Diesbezügliche Untersuchungen, in der thierischen Physiologie zu allererst auf Anregung von Donders, von Hamburger unternommen,¹⁾ wurden grösstentheils an rothen Blutkörperchen angestellt, und es wurde constatirt, dass dieselben ihren Wassergehalt und ihr Volumen genau dem osmotischen Drucke der umgebenden Flüssigkeit adaptiren. Das normale Blutserum ist nach Zeugniss des Gefrierpunkts-Erniedrigungswerthes in seiner molekulären Concentration einer 0,92 procentigen NaCl-Lösung gleichwerthig, und aus den Untersuchungen von Hamburger, Hedin, Koeppe, Eijkmann, Gryns u. s. w. geht thatsächlich hervor,²⁾ dass nur eine solche, oder mit diesem aequimoleculäre, chemisch indifferente Lösung von Substanzen, für welche die Blutkörperchen impermeabel sind, das Volumen und den Bau der letzteren intact erhält; bei stärkerer Concentration (höherem osmotischem Drucke, grössem Wasseranziehungsvermögen) der umgebenden Lösung geben die Blutkörperchen einen Theil ihres Wassergehaltes an dieselbe ab, woraus wieder ein Gleichgewichtzustand — mit gröserer Concentration der intra- und extracellulären Flüssigkeit und entsprechender Schrumpfung der Blutzellen hervorgeht. Wenn dagegen die molekuläre Concentration des Mediums im Vergleiche zu der intracellulären Lösung minderwerthig ist, so vollzieht sich der erwähnte Process im umgekehrten Sinne: die Blutkörperchen ziehen, um das osmotische Gleichgewicht herzustellen, Wasser an, es resultirt eine Quellung, welche zum Bersten der Blutkörperchen und Abgeben ihres Farbstoffes führen kann. Der

¹⁾ Ueber die durch Salz- und Rohrzuckerlösungen bewirkten Veränderungen der Blutkörperchen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1886.

²⁾ Hedin, Eijkmann, Gryns a. a. O., Koeppe, Arch. f. die ges. Physiol. 1896.

letztere Umstand erklärt den Einfluss des destillirten Wassers auf die Blutkörperchen.

Diese Verhältnisse gewähren interessante Schlüsse bezüglich der Structur der Blutkörperchen. Dass die Blutkörperchen auf Schwankungen des osmotischen Druckes der umgebenden Lösung so empfindlich reagiren, ist nur unter der Bedingung möglich, dass sie von derselben durch eine semipermeable Grenzwand getrennt sind, eine Membran, welche den Durchtritt der Wassers gestattet, nicht aber den Durchtritt der gelösten Moleküle. Wenn ein Ueberschuss an festen Molekülen dies- oder jenseits der Membran, (im Serum oder in den Blutkörperchen) entsteht, so erfolgt eine Wasserströmung nach dieser Richtung, bis die Differenz ausgeglichen und die molecüläre Concentration an beiden Seiten der Membran gleichartig geworden ist: die Bedingung und der Ausdruck eines Gleichgewichtszustandes ist also die gleiche molecüläre Gesamt-Concentration des Serums und des gelösten Theiles der Blutkörperchen, welcher Umstand in der bezüglichen Literatur zwar erwähnt, doch vielleicht nicht mit gehörigem Nachdruck betont wird.¹⁾

Doch ist dieser Gleichgewichtszustand nicht als Ruhezustand aufzufassen; der Stoffwechsel ist mit einer stetigen Wanderung der resorbirten und aus dem Eiweisszerfall gebildeten Moleküle durch die Lymph- und Blutbahn verbunden. Durch diese Wanderung wird die constante molecüläre Concentration des Blutserums und der erwähnte Gleichgewichtszustand wieder und wieder alterirt. Dass auch andere Momente, z. B. der Gaswechsel durch die Lungen, Concentrationsänderungen des Blutserums und in Folge dessen Volumschwankungen der Blutkörperchen herbeiführen müssen, erhellt aus interessanten Versuchsergebnissen von Hamburger, Limbeck, und ganz besonders, was die Wirkung der Lungenathmung betrifft, aus denen von Kovács.²⁾

¹⁾ Vgl. Hamburger, Gryns, Hedin a. a. O.

²⁾ Hamburger, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1892/1893. Limbeck, Arch. f. exp. Pathol. Bd. 35. Kovács: Oxygenbelézések cyanosisnál (Oxygeninhalaition bei Cyanose) Orvosi hetilap 1896, vgl. v. Korányi a. a. O.

Eine solche Auffassung der Structur der Blutkörperchen steht in der Mitte zwischen dem älteren Dumas-Prevost'schen Standpunkt, nach welchem die Blutkörperchen vom Serum dermaassen imbibirte Gebilde wären, wie ein in Flüssigkeit geworfener Schwamm und der neueren Auffassung, welche C. Schmidt und seine Nachfolger vertreten, in deren Sinne die Blutkörperchen im Serum suspendirte Elemente sind, sich jedoch in ihrer Zusammensetzung von der des Serums unabhängig zeigen. Diese Unabhängigkeit ist nehmlich für das Wasser und für feste Moleküle, für welche die Blutkörperchen permeabel sind, unzulässig, für impermeante Moleküle ist sie auch nur mit der Einschränkung zu supponiren, dass das Volumen und der Wassergehalt des Blutkörperchens sich der Concentration jener accomodirt. Permeante Moleküle scheinen übrigens nur in verschwindend geringer Concentration im normalen Serum gelöst zu sein.

Aus diesen Erörterungen geht jedenfalls hervor, dass an die annähernde Constanz der gesammten molekulären Concentration des Blutserums die Intactheit der rothen Blutkörperchen gebunden ist.

Doch stehen nicht nur die rothen Blutkörperchen, sondern sämmtliche Körperzellen in einem gewissen Abhängigkeits-Verhältniss zu dem osmotischen Drucke des umgebenden Mediums. Wahrscheinlich ist es, dass sämmtliche thierische Zellen eine gewisse Analogie mit den rothen Blutzellen darbieten, dass dieselben in ihrem protoplasmatischen Gerüste eine Lösung beherbergen, welche einen molekulären Austausch mit der umgebenden Flüssigkeit aufrecht hält. Dieser molekuläre Austausch geht in Form von Diffusion blos bezüglich jener Moleküle von statten, welche die Grenzwand zu durchdringen vermögen, während die impermeanten Moleküle osmotische Druckdifferenzen und eine, dieselben ausgleichende Wasserströmung entstehen lassen. Beide Processe streben zum vollkommenen Ausgleich der molekulären Concentrationen, und die Bedingung eines Gleichgewichts-Zustandes ist auch hier die Aequimolecularität diesseits und jenseits der Membran. Die angedeuteten Verhältnisse sind natürlich viel complicirter, und ihre Aufklärung gehört zu den interessantesten und ver-

wickeltesten Aufgaben der Zellenbiologie der nächsten Zukunft. Der erste Schritt dazu wäre die Permeabilität bezw. Impermeabilität der verschiedenen Körperzellen für die gelösten Moleküle des Blutserums zu eruiren.

Diesbezügliche Versuche, die rothen Blutkörperchen betreffend, röhren von Grys und Hedin her.¹⁾ Jedenfalls kommt mit Rücksichtnahme auf diese Verhältnisse den molekulären Concentrations-Verhältnissen der organischen Flüssigkeiten eine erhebliche Bedeutung zu.

Aus alledem ist die Bedeutung der Constanz der gesammten molekulären Concentration des Blutserums ersichtlich. Weniger klar ist der Sinn der constanten partiären Molekül-Concentrationen. Die Concentration des Blutserums an electrolytischen Molekülen, so auch an dissociirten Ionen zeigt eine ziemlich strenge Constanz. Kommt diesen Molekülen eine specielle Function im Organismus zu, zu deren Wahrung ihre Concentration constant aufrecht erhalten wird? Diese Frage ist derzeit kaum zu lösen, und wir können nur auf den vielfachen Zusammenhang hinweisen, welcher einerseits zwischen den Werthen der Concentration an electrolytischen Molekülen und des electrolytischen Dissociations-Grades, und andererseits der chemischen Reactions-Fähigkeit und Reactions-Geschwindigkeit, der Diffusions-Geschwindigkeit, eventuellen Potential-Unterschieden besteht. Hinwiederum ist auch der Möglichkeit Raum zu geben, dass die Constanz an electrolytischen Molekülen nur den Ausdruck und die Garantie der Constanz der gesammten molekulären Concentration bildet. Das Haupt-contingent der im Serum gelösten Moleküle stellen eben die Electrolyten dar, und es ist wahrscheinlich, dass die Constanz der gesammten molekulären Concentration nur durch die fixe Concentration an Elektrolyten ermöglicht wird. Doch ist die Concentration an electrolytischen Molekülen von keiner minder strengen Constanz, als die Gesamt-molekül-Concentration, was für eine an und für sich essentielle physiologische Bedeutung der ersteren spricht.

Den Kern der im Serum gelösten Electrolyte bilden die

¹⁾ a. a. O.

NaCl-Moleküle, und die constante Concentration derselben ist nur ein Ausdruck der constanten Concentration an electrolytischen Molekülen; darum ist auch jene Constanz von geringerer Genauigkeit, und die NaCl-Werthe werden durch ein compensirendes Verhalten der chlorfreien Electrolyte zu einem constanten Werthe der Concentration an elektrolytischen Molekülen ergänzt. Doch kommt dem Kochsalz, gegenüber den anderen im Serum gelösten Molekülen, jedenfalls eine specielle Bedeutung zu. Es ist in Folge seiner relativen Menge der einzig in Betracht kommende Repräsentant jener Moleküle, welche, ohne an chemischen Reactionen theilzunehmen, den Organismus durchlaufen. Der Repräsentant der Organodecursoren, deren hauptsächliche Bedeutung eben in ihrer (von der molecularen Concentration abhängigen) physikalischen Wirksamkeit, in ihrer, den osmotischen Druck regulirenden Action zu suchen ist. Es wäre nicht ohne Be lang, die Kochsalzbilanz von diesem Standpunkte aus zu erforschen.

All' diese Erörterungen, betreffend die molecularen Concentrations-Verhältnisse des Blutserums, lassen sich folgendermaassen zusammenfassen:

1. Die gesammte molecularre Concentration des Blutserums ist von constantem Werth (Dreser, Alexander v. Koranyi, Hamburger, Winter u. s. w.); ebenfalls von strenger Constanz zeigt sich die Concentration des Blutserums an elektrolytischen Molekülen. (Eigene Untersuchungen, Ergebnisse von Bugarszky und Tangl, sowie von G. N. Stewart.) Aus beiden Gesetzmässigkeiten geht eine annähernde Constanz der Concentration des Blutserums an organischen Molekülen hervor. Einen annähernd constanten Componenten sämmtlicher gelöster Elektrolyte bilden die chlorhaltigen Moleküle (wenigstens im menschlichen Blutserum nach A. v. Korányi), woraus auf eine gewisse Constanz der chlorfreien Elektrolyte zu schliessen ist.

2. All' diese Gesetzmässigkeiten bringen die Action eines vielgliedrigen Regulationsmechanismus zum Ausdrucke; als

wichtige Glieder desselben sind die Resorption in dem Verdauungstracte, der durch die Körperzellen vermittelte Stoffwechsel, die Wasserabscheidung durch Haut und Lungen, die Ausscheidung der überschüssigen Moleküle (in Wasser gelöst) durch die Nieren hervorzuheben. Diese Factoren wahren strenge das Gleichgewicht des osmotischen Druckes, bezw. der Elektrolyten-Concentration im Stoffwechsel des Organismus.

3. Durch die constante molekuläre Concentration des Blutserums wird eine Constanz des osmotischen Druckes des die Zellen umgebenden Mediums gewährleistet, was für die Zellen eine Lebensbedingung darstellt. Diese Abhängigkeit der Zellen vom osmotischen Drucke der umgebenden Lösung veranschaulichen die rothen Blutkörperchen in ihren Schwankungen im Volum und im Wassergehalte je nach dem osmotischen Drucke der umgebenden Flüssigkeit; ein Gleichgewichts-Zustand mit dieser wird nur in dem Falle erzielt, wenn der gelöste Theil der Blutkörperchen und die umgebende Lösung von aequimolekulärer Concentration sind. Höchstwahrscheinlich bieten die übrigen Körperzellen ein gleiches Verhalten dar. Eine specielle Bedeutung für die constante Concentration des Blutserums an chlorhaltigen, bezw. elektrolytischen Molekülen ist vorläufig kaum zu erkennen.

III.

Ueber die elektrische Leitfähigkeit des defibrinirten Blutes.

Bei der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des defibrinirten Blutes müssen zwei Umstände von vornherein in die Augen fallen: einerseits, dass die Leitfähigkeit einzelner Blutproben, im Gegensatze zur Constanz der Leitfähigkeit des Blutserums, untereinander stark differirt, andererseits die beträchtlich geringeren Leitfähigkeits-Werthe gegenüber der grösseren constanten Leitfähigkeit des Blutserums. Zur Illustration dieses Verhaltens dienen folgende Fälle: