

Ueber Wasserentziehung und Bildung vorübergehender Katarakte.

Von

Dr. F. Kunde.

Den grösseren Theil der Erdrinde bildet das Wasser. Es ist daher nicht zu verwundern, dass die Producte dieser Erdrinde, die Thiere und der Mensch, als die Quintessenz irdischer Materie, zum grössten Theile aus Wasser bestehen. Ueberall, wo organische Materie sich erhalten und nicht organisirte sich organisiren soll, bedarf es dieses Körpers, denn kein chemischer Process kann ohne Mitwirkung desselben vor sich gehen. *Corpora non agunt nisi fluida.*

Jedes Thier nun, behaupten wir, befindet sich nur dann im normalen Zustande, wenn es eine ganz bestimmte Menge Wassers in seine Organe aufnimmt, und wir würden sicherlich über sehr viele physiologische und pathologische Processe eine klarere Ansicht gewinnen, wenn wir im Stande wären, den Wasserreichthum dieses oder jenes Organes zu ermitteln.

Das Wasser als Lösungsmittel, als Imbibitionsstoff und wahrscheinlich auch als chemisches Agens greift so sehr in die Functionen des Organismus ein, dass ein Mehr oder Minder desselben von den wesentlichsten Folgen sein muss. Welches aber der normale Wassergehalt der verschiedenen organischen Gewebe sei, welches die Grenzen, innerhalb deren dieser Gehalt im physiologischen Zustande derselben schwanken dürfe, liegt noch vollständig im Dunkeln, und dennoch berührt dieser Punkt eine Radicalfrage. So wage ich die Thesis aufzustellen, dass bei Versuchen über die Ernährung in vielen Fällen Irrthümer begangen worden sind, weil man bei der Gewichtszunahme von Thieren, welche mit wasserhaltiger Nahrung gefüttert wurden, ausser Acht liess, dass die Gewebe im Stande sind, mehr oder weniger Wasser aufzunehmen.

Die Art und Weise, wie die Wasserausscheidungen bestimmt wurden, lässt noch Vieles zu wünschen übrig.

Versuche über die Imbibitionsfähigkeit lebender Gewebe sind nicht bekannt. Wir besitzen Untersuchungen über den Wassergehalt des Gesamtblutes, ferner des Blutes verschiedener Gefässe, und stossen daselbst auf sehr bedeutende Differenzen. Der Wassergehalt ändert sich hier mit der Nahrung und der Lebensweise, und es ist gewiss wahrscheinlich, dass auch der Wassergehalt der Gewebe an diesen Schwankungen Theil nimmt, und viele physiologische und pathologische Erscheinungen hierauf bezogen werden müssen. Wir haben uns so sehr gewöhnt, das Wasser als einen indifferenten Stoff anzusehen, dass es besonderer Hinweisung bedarf, um ins Gedächtniss zu rufen, dass das Wasser für die wichtigsten organischen Gewebe ein höchst deletärer Stoff sein kann. — Es ist daher eine Aufgabe der Physiologie, die Bedeutung des Wassers für die Functionen des thierischen Leibes möglichst zu erforschen, und sind in dieser Hinsicht schon interessante Aufschlüsse gegeben worden.

Viele ältere Forscher zeigten, dass Räderthierchen und Infusorien in Scheintod verfielen, wenn man ihnen das Wasser entzog, und wieder vollständig in das Leben kamen, wenn man ihnen dasselbe wieder zuführte. Das Entschlummern und Wiedererwachen der organischen Welt in der Steppe, von der Meisterhand *Humboldt's* gezeichnet, gibt uns ein lebendiges Bild von der zauberhaften Wirkung des lebenbedingenden Stoffes. *Eckhardt*¹⁾ zeigte, dass ein getrennter Froschnerv, dem man Wasser entzieht, Zuckungen hervorruft, dass der Nerv in concentrirte Kochsalz-, Zucker-, Weinstein säurelösung gelegt, die Muskeln in Tetanus versetzt. *Kölliker* erreichte dasselbe durch Tauchen des Nerven in concentrirte Harnstofflösung, und dem letztern Forscher gelang der höchst interessante Versuch, einen getrockneten und nicht mehr reagirenden Nerven durch Tauchen in Wasser wieder lebensfähig zu machen.

Die genannten Experimente sind deshalb so wichtig, weil die Bedingungen, unter denen sie erzeugt werden, so einfach, und weil die Erklärung derselben vielleicht eine rein physikalische ist. Ueberall aber, wo wir in der Physiologie und namentlich der Nervenphysiologie physikalische Anhaltspunkte gewinnen, ist ein grosser Schritt vorwärts gethan.

Lassen wir nun aber die Theorie *Eckhardt's*: «eine concentrirte Lösung von Kochsalz entziehe dem Nerven Wasser und bewirke dadurch Zuckungen in den Muskeln, welche von dem Nerven versorgt werden», näher ins Auge, so sind wir genöthigt auszusprechen, es sei der Beweis durchaus nicht geliefert, dass nicht auch eine chemische Action hier mitwirke. Dass die chemische Action nicht ganz

¹⁾ Siehe *Henze und Pfeiffer*, Zeitschrift f. r. M. Neue Folge, I. Bd.

ausser Acht gelassen werden dürfe, wird sich aus später zu erwähnenden Versuchen ergeben.

Anders verhält es sich mit dem getrockneten und trocknendem Nerven. Hier sehen wir, dass die Function des Nerven durch Wasserentziehung eine andere wird, und es sei gestattet zu sagen: «der Nerv geräth durch Wasserentziehung in einen pathologischen Zustand und kehrt durch Wasserzufuhr wieder zum normalen zurück». Ueberschreitet man nun aber die Grenze der Wasserzufuhr, so wird der Nerv abermals unfähig zu reagiren.

Diesen höchst brillanten Thatsachen zur Erläuterung mögen nachfolgende Versuche dienen: Entzieht man einem lebenden Frösche eine bestimmte Menge Wasser, so stirbt derselbe. Ueberschreitet man nicht ein gewisses Maass, und bringt das Thier noch zur rechten Zeit in eine feuchte Atmosphäre, so kommt dasselbe wieder vollständig zu sich. Es ist nicht dieselbe absolute Menge der entzogenen Flüssigkeit, welche verderblich wirkt, sondern es ist die für eine bestimmte Zeit relativ grosse Menge der entzogenen Flüssigkeit, welche schnelle Wirkungen hervorruft. Der Organismus gewöhnt sich auch an einen bedeutenden Wasserverlust, falls derselbe allmählig eingeleitet wird.

Zur Erläuterung führe ich einige Versuche an: Normale Frösche, in einem offenen Glasgefässe im Trocknen sitzend, verloren an Gewicht:

Nach 72 Stunden	=	30,2%	und	31,45%
» 48 »	=	25,2%	und	28,47%
» 28 »	=	10,6%		
» 5 »	=	1,5%		

Alle diese Thiere lebten, und diejenigen, welche 30% und mehr verloren hatten, kamen, mit Wasser behandelt, aus dem sehr pathologischen Zustande, in dem sie sich befanden, zur Norm zurück. Gibt man diesen Thieren kein Wasser, so sterben sie, wenn der Gewichtsverlust nur ein wenig bedeutender wird.

Andere Frösche, denen durch Verdunstung auf eine rapidere Weise das Wasser entzogen wurde, starben in Folge davon.

So starben Frösche, welche an Gewicht verloren hatten:

Nach 48 Stunden	=	32,098%
» 22 »	=	28,8% und 28,47%
» 9 »	=	15,53%

Zu dem Zwecke wurden die Thiere zu je zweien an den Vorderarmen aufgehängt und dem Zugwinde ausgesetzt. Beide wurden dann nach einer bestimmten Zeit losgelöst und gewogen, das eine derselben darauf in ein trocknes und das andere in ein feuchtes Glasgefäss gesetzt. Letztere starben niemals, erstere immer nach kurzer Zeit, in welcher das Gewicht nur noch unerheblich abgenommen hatte.

Wenn nun auch nicht behauptet wird, dass der erwähnte Gewichtsverlust lediglich eine Folge der Wasserentziehung sei, so wird man doch sicherlich keinen Anstand nehmen, den grössten Theil desselben diesem Factor zuzuschreiben. Dass die Ausscheidung der Excremente und der Kohlensäure nicht wesentliche Factoren sind, lässt sich leicht beweisen, wenn man Frösche wiegt, die Monate lang in feuchten Behältern aufbewahrt wurden. Ich führe zur Erläuterung noch folgende Versuche an, welche ziemlich gut einen Schluss auf die Richtigkeit meiner Annahme zulassen: Ein Frosch von 32,6 grm. Gewicht hat innerhalb 22 Stunden 10 Minuten an Gewicht abgenommen = 5,8 grm. Er wird in Wasser gesetzt und wiegt nun nach 7 Stunden = 32 grm. Ein anderer Frosch von 51,5 grm. Gewicht, welcher nach 24 Stunden 30 Minuten 5,75 grm. an Gewicht abgenommen hatte, wog nach 3 Stunden, in Wasser sitzend, wiederum 49,6 grm.

Kann nun auch nicht bewiesen werden, dass der Imbibitionscoefficient sich bei den erschöpften Thieren nicht wesentlich geändert habe, so glaube ich doch nach Versuchen, die ich an todtten Thieren gemacht, zweifeln zu dürfen, dass herabgekommene Thiere, welche wir uns zwischen normalen und todtten Thieren stehend denken können, ganz andere Verhältnisse zeigen sollten.

Es gibt nun ein Mittel, um in möglichst kurzer Zeit eine grosse Wasserausscheidung zu bewerkstelligen. Dies geschieht bei Fröschen durch Darreichung von Chlornatrium. Man bedient sich am Besten des reinen Steinsalzes und wendet dasselbe in Substanz an, indem man es den Thieren entweder in den Magen, den Mastdarm oder unter die Haut bringt.

Man nehme zu diesem Zwecke zwei Frösche, welche sich unter möglichst gleichen Bedingungen finden, zu derselben Zeit eingefangen, von derselben Species sind, annähernd gleiches Gewicht haben, und setze sie, jeden in ein besonderes Glasgefäss oder jeden unter eine Glaslocke, bei einer Temperatur, welche zwischen 15—18° R. schwankt. Der eine Frosch erhält Chlornatrium, der andere nicht.

a sei der Frosch, welcher nichts erhält. Sein Gewicht ist = 18,210.

b erhält 0,115 grm. ClNa. Sein Gewicht = 18,760.

Nach 5 Stunden werden beide wieder gewogen und

a hat an Gewicht abgenommen = 4%,

b „ „ „ „ = 13,9%.

Wir wollen zur Uebersicht eine Tabelle geben, welche einige wenige der vielfachen und stets mit demselben Resultate angestellten Versuche enthält.

Gewicht der Frösche vor Einnahme des ClNa.	Dosis des ClNa.	Dauer des Experiments.	Gewichts- verlust in Procenten.	Ein normaler Frosch hat in derselben Zeit abgenommen.
31,5 grm.	0,22 grm. (per anum)	22 Stunden	19%	5,1 %
65,6 »	0,4 grm. (per anum)	2 St. 30'	12,5 %	3,5 %
62,3 »		2 St. 35'	23,5 %	
58,9 »		2 St. 40'	25,2 %	
35,45 »	0,285 grm. (per cutem)	3 St. 30'	13,7 %	4 %
44,5 »	0,26 grm. (per cutem)	3 St. 40'	11 %	1,83 %
23,1 »	0,15 grm. (per cutem)	4 St. 30'	11,2 %	1,46 %

Alle Thiere, deren Gewichtsverlust in vorstehender Tabelle bestimmt wurde, waren noch am Leben. Diejenigen aber, welche ClNa erhalten hatten, waren sämmtlich dem Tode nahe, und stand es in des Experimentators Hand, dieselben wieder ins Leben zu rufen oder nicht. Ehe wir aber diesen Punkt näher besprechen, wollen wir in Kurzem die Allgemeinerscheinungen besprechen, welche ein Frosch zeigt, der auf die oben angegebene Weise behandelt wird. Nach der Application des ClNa geräth das Thier sehr bald in heftige Bewegungen, welche so stark werden können, dass sie an den Tetanus streifen. Unter Hunderten von Fröschen, welche mit ClNa vergiftet wurden, habe ich nur einmal vollständigen Tetanus gesehen. In diesem Falle war das Salz unter die Haut gebracht worden, und man könnte an einen Tetanus traumaticus denken. Das Salz wurde aber in den meisten Fällen unter die Haut geschoben, und dennoch nie wieder vollständiger Tetanus beobachtet. Diese Convulsionen und dieser Tetanus haben deshalb ein Interesse, weil der ausgeschnittene Schenkelnerv, in concentrirte Salzlösung gelegt, die Schenkelmuskeln in Tetanus versetzt. Verdünnte Kochsalzlösungen haben nicht diesen Effect. Daher es denn höchst auffallend ist, dass die im Ganzen geringen Dosen, durch Haut oder Mastdarm beigebracht, so heftige Wirkungen hervorrufen.

Die nächste Erscheinung ist eine sehr bedeutende Absonderung von Flüssigkeit durch die Haut, ein wahres Schwitzen. Einem Thiere, dem man eine Quantität ClNa in den Mastdarm bringt und diesen dann zubindet, oder dem man das Salz in den Magen stösst, läuft das Wasser bisweilen in Tropfen von den Schenkeln herab, wenn man es an den Vorderbeinen fasst und in die Höhe hält. Während diese Absonderung vor sich geht, sinken allmählig die Kräfte des Thieres. Sensibilität und Motilität schwinden nach und nach. Das Thier schleppt sich nur mit Mühe fort, bewegt sich bald gar nicht mehr, auch nicht

auf starke mechanische und galvanische Reize, es lässt sich auf den Rücken legen, die Lymphherzen hören auf zu pulsiren, zuletzt auch das Herz. Sammelt man das Blut eines stark vergifteten Frosches, während das Herz noch schlägt, aus dem abgeschnittenen Schenkel, so findet man, dass es nicht gerinnt. Untersucht man nach dem Tode die Nerven und Muskeln, so findet man, dass sie auf galvanische Reize nicht mehr reagieren¹⁾. Da es aber in der That seine Schwierigkeiten hat, zu bestimmen, wann man das Thier als todt anzusehen habe, da der Herzschlag bei Fröschen nicht maassgebend sein kann, wie bei Säugethieren, so verfährt man, um sicher zu gehen, folgendermaassen. Um dieselbe Zeit, wo man einem Frosche Kochsalz gibt, tötet man einen normalen Frosch und lässt ihn liegen bis zur Zeit, da der andere Vergiftungssymptome zeigt. Dann untersucht man, vergleichend, die Nerven und Muskeln beider Frösche, indem man sie galvanisch reizt, und wird dann finden, dass die Nerven und Muskeln des mit Salz behandelten Thieres in der That schon nach kurzer Zeit in ihren Kraftäusserungen sehr herabgestimmt sind, während die des nicht vergifteten Frosches noch gut reagieren. Die Unterschiede werden immer schlagender, je länger man wartet, vorausgesetzt, dass die Vergiftung schnell vor sich ging.

Es sei noch einiger secundärer Erscheinungen erwähnt. Brachte man das Salz unter die Haut, so findet man im Darmkanale keine Veränderungen, es sammelt sich dann eine grosse Menge von Flüssigkeit unter der Haut an, was nicht stattfindet, wenn man ein Stück Kork unter die Haut schiebt. Das Salz in den Magen gebracht, bewirkt eine bedeutende Hyperämie der Mundschleimhaut, Erbrechen, Absonderung blutigen Schleimes des Magens und des Darmes. Das Thier hört sehr bald auf zu athmen. Das Salz in den Mastdarm gebracht, ruft bedeutende Wasserausscheidung im Darintractus hervor.

Alle genannten Erscheinungen bleiben nun aus, wenn man das Thier in Wasser setzt. Man kann dann wiederholentlich grosse Dosen geben, welche den Frosch, im Trocknen sitzend, unfehlbar getödtet haben würden, ohne dass das Thier in einen pathologischen Zustand geräth. Ein Frosch von 20,23 grm. Gewicht erhielt, in Wasser sitzend, während fünf Tagen folgende Dosen Kochsalz in den Magen: 0,124 grm., 0,15 grm., 0,167 grm., 0,226 grm., 0,243 grm., ohne zu sterben. Treibt man es noch weiter, so entstehen wässerige Infiltrationen unter die Haut und in das Peritonäum, und das Thier geht zu Grunde. Ein Frosch von 30,75 grm. Gewicht erhielt, so im Wasser sitzend, dass

¹⁾ Es wurde zur Prüfung der Reizbarkeit der Nerven und Muskeln stets eine *Pulvermacher'sche* *plaque électrique* angewandt, wie *Kölliker* und *Bernard* sich deren bedienen.

er kein Wasser schlucken konnte, 0,305 grm. Cl Na in den Mastdarm, welcher zugebunden wurde. Nach 24 Stunden war das Thier völlig im normalen Zustande. Es erhielt abermals auf demselben Wege eine Dosis von 0,303 grm. Cl Na, ohne afficirt zu werden, und nach wieder 24 Stunden eine dritte Dosis von 0,45 grm. Cl Na. In Folge hiervon bildete sich ein Oedem der Obersehenkel und unteren Extremitäten aus mit enormem Anasarca des Leibes. Das Thier sprang, als man es aus dem Wasser nahm, trotz dem ganz munter herum. Es wog jetzt 32,65 grm., hatte also 2,4 grm. an Gewicht zugenommen. Am nächsten Tage wurde es todt gefunden.

Ein mittelst Kochsalzes vergiftetes und dem Tode nahe gebrachtes Thier kann nun umgekehrt wieder in den Normalzustand zurückgeführt werden, wenn man es zur rechten Zeit in Wasser setzt.

Was aber noch auffallender ist: Ein Thier kann sich von der durch Cl Na bewirkten Vergiftung unter günstigen Bedingungen wieder erholen, auch wenn es im Trocknen sitzen bleibt.

Um diese Experimente mit einiger Sicherheit machen zu können, ist uns ein Anhaltspunkt gegeben in folgender merkwürdiger Erscheinung:

Hat man einem Thiere von etwa 30 grm. Gewicht eine Dosis Cl Na von circa 0,2—0,4 grm. unter die Haut oder in den Mastdarm gebracht, so bemerkt man nach kurzer Zeit an seinen Augen eine Hervorwölbung der Cornea mit Vermehrung des Humor aqueus, und früher oder später eine Trübung der Linse, welche bald an der vordern, bald an der hintern Wand beginnt. Diese Trübung nimmt zu, je mehr die allgemeinen Lebensthätigkeiten des Thieres sinken, und steigert sich der Art, dass die Linse zuletzt ein hell-ashgraues Ansehen erhält. Wir werden diese künstliche Bildung einer Katarakte noch näher ins Auge fassen, hier sei nur soviel bemerkt, dass diese Linsentrübung uns ein sicheres Zeichen an die Hand gibt, die Wirkungen des Kochsalzes zu beurtheilen. Aus dem Ansehen der Linse kann man ziemlich annähernd schliessen, in welchem Stadium der Vergiftung das Thier sich befindet, und ob man im Stande ist, die Vergiftung wieder zu heben.

Ist nun diese Katarakte nicht zu weit vorgeschritten und war die Dosis des gereichten Salzes nicht zu gross, so können alle Vergiftungsphänomene und ebenfalls die Katarakte von selbst verschwinden, wenn man das Thier auch im Trocknen lässt.

In einem schon sehr vorgerückten Stadium mit intensiver Linsentrübung kann aber das Thier zur Norm zurückgeführt werden, wenn man es in Wasser bringt. Man darf hier nur nicht zu viel Wasser auf einmal zuführen.

Es gelingt so, durch Wasserentziehung und Wasserzufuhr, abwechselnd, an demselben Thiere Linsentrübungen und Nervenlähmungen

hervorzurufen und wieder zu heben. Wir beschreiben ein derartiges Experiment näher:

Ein Frosch von 54,5 grm. Gewicht erhielt Freitags 10 Uhr 50' ein Stück Steinsalz von 0,32 grm. Gewicht in den Mastdarm und wurde in ein trocknes Glas gesetzt. Temperatur des Zimmers = 16° R. Um 11 Uhr 20' beginnende Trübung der vordern Linsenwand. Bedeutende Absonderung von Flüssigkeit. Um 11 Uhr 55' stärkere Trübung der Linse. Der Frosch ist etwas entkräftet, springt aber noch. Er wird in Wasser gesetzt. Um 4 Uhr 15' Status normalis. Die Trübung der Linse ist verschwunden. Um 4 Uhr 45' neue Portion von 0,36 Cl Na in den Mastdarm und aufs Trockne gesetzt. Um 5 Uhr 35' starke Trübung der vordern Linsenwand. Das Thier ist erschöpft, lässt sich auf den Rücken legen, ohne sich wieder aufrichten zu können. Pulsation der Lymphherzen kaum sichtbar. Herzschlag und Athembewegungen noch vorhanden. Sensibilität sehr herabgestimmt. Auf starkes Kneipen der Zehen macht es einen kleinen Sprung. Wird in Wasser gesetzt. Um 7 Uhr hat die Trübung bereits abgenommen und ist das Thier mobiler. Sonnabend Morgens um 8 Uhr 40' ist das Thier im Status normalis. Keine Spur von Trübung der Linse. Es erhält 0,365 Cl Na in den Mastdarm. Um 9 Uhr 15' hat die Trübung der Linse wieder begonnen. Um 10 Uhr Linse aschgrau. Das Thier lässt sich auf den Rücken legen. Sensibilität fast ganz geschwunden, mechanische und galvanische Reize werden nur spurweise beantwortet. Lymphherzen pulsiren nicht mehr. Der Herzimpuls ist nicht mehr sichtbar, aber noch fühlbar. Athembewegungen keine. Das Thier wird in Wasser gesetzt. Sonntag Morgens 7 Uhr 30' ist das Thier im Status normalis. Eine Spur der Linsentrübung ist noch an der hintern Wand vorhanden, schwindet aber auch.

Ob das Thier stirbt oder am Leben bleibt, hängt von Bedingungen ab, welche wahrscheinlich sehr complicirter Natur sind. Es lässt sich vermuthen, dass die Organe nur bei einem bestimmten Wassergehalt functioniren, und dass die Anwesenheit des Chlornatriums im Organismus nicht empfunden wird, falls sich nur die gehörige Menge Wasser in demselben befindet. Dafür spräche die Thatsache, dass ein mit Cl Na behandeltes Thier nicht nur ebenso viel Wasser aufnimmt, wenn man es ihm darreicht, als es vorher besass, sondern sogar mehr. Ich führe einen Versuch an, der dies beweist und zu gleicher Zeit in anderer Hinsicht interessant ist. Ein Frosch von 28,35 grm. Gewicht wird Montag Morgens um 10 Uhr an den Vorderarmen aufgehängt, nachdem derselbe 0,072 grm. Cl Na unter die Bauchhaut erhalten. Um 10 Uhr 45' Oedem der Oberschenkel. Um 11 Uhr Oedem der Malleoli und Fusssohlen. Um 12 Uhr beginnende Trübung der Linse. Um 4 Uhr 50' Oedem der Oberschenkel ist verschwunden. Starkes Oedem der Mal-

leoli und Füsse. Um 6 Uhr 20' starke Trübung der Linse. Um 7 Uhr wiegt der Frosch = 24,15 grm. Das Thier wird in Wasser gesetzt. Dienstags 10 Uhr 45' Status normalis. Die Trübung der Linse ist verschwunden. Gewicht = 31 grm. Das Thier wiegt also jetzt 2,65 grm. mehr als im Anfange des Experimentes. Es hatte nach Eingabe des Cl Na verloren 4,2 grm. und hat also jetzt im Wasser aufgenommen = 6,85 grm., d. h. es hat durch Exhalation verloren 11,28 % seines Körpergewichtes im Normalzustande, und hat, vergiftet, 28,36 % seines Körpergewichtes imbibirt.

Ein anderes Thier von 31,5 grm. Gewicht, das 0,2 grm. Cl Na erhalten, verlor innerhalb 24 Stunden 5,9 % an Gewicht (ein normaler Frosch in derselben Zeit = 4,6 %). In Wasser gebracht wog er nach 6 Stunden wieder 31,4 grm.

Schwer ist es, sich die Vorgänge zu erklären, wenn ein Thier, im Trocknen sitzend, die Vergiftung übersteht, wenn die Functionsstörungen sich wieder ohne Wasserzufuhr ausgleichen und die Trübung der Linse wieder verschwindet. Es ist wahrscheinlich, dass auch in diesem Falle Wasser aus der Luft aufgenommen wird. Um über diesen Punkt ins Klare zu kommen, müssten sehr schwierige und zeitraubende Untersuchungen angestellt werden. Ich bin im Stande nur ein einziges Experiment anzuführen, welches Zahlen angibt, die beweisen, dass eine Wasseraufnahme durch die Haut zu statuiren sei. Der Versuch bezieht sich aber nur auf einen Frosch, welcher mit Rohrzucker behandelt worden war. (Siehe nachher.) Ein Frosch von 50,7 grm. Gewicht, welcher Kandiszucker in den Magen erhalten hatte, war zu einem Gewichte von 39,9 grm. reducirt worden. Er war im Trocknen geblieben und hatte keinen neuen Zucker erhalten. Nach 18 Stunden 20' war sein Gewicht 40,2 grm. Er hatte also an Gewicht zugenommen 0,3 grm. — Von vielen anderen Salzen, mit denen experimentirt wurde, fand sich nur eins, welches ganz dieselben Erscheinungen hervorrief, wie das Kochsalz, nämlich das salpetersaure Natron. Ich kann daher Alles, was vom Kochsalz gesagt worden ist, auf dieses Salz übertragen. Erwähnen will ich dabei, dass es auffallend erscheint, dass salpetersaures Kali keine Linsentrübung hervorruft und sich dadurch vom Natronsalze unterscheidet.

In Hinblick auf die Versuche *Eckhardt's* und *Kölliker's* wurden nun auch Zucker und Harnstoff in Untersuchung gezogen. Die Frösche erhielten Rohrzucker, und zwar in Form des weissen Kandi, welcher ihnen in Substanz in den Magen, Mastdarm oder unter die Haut gebracht wurde. Der Zucker zeigte in seiner Wirkung viel Aehnlichkeit mit dem Kochsalze: Bedeutende Wasserausscheidung mit Gewichtsverlust, Beeinträchtigung der Sensibilität und Mobilität. Ich gebe zur Uebersicht der Gewichtsabnahme fünf Versuche.

Gewicht des Frosches vor Eingabe des Zuckers.	Dosis des Zuckers.	Dauer des Experiments.	Gewichtsverlust des Frosches in Procenten.	Gewichtsverlust eines normalen Frosches in derselben Zeit.
52,5 grm.	0,6 (p. cutem)	70 Stunden	33,3 %	19,6 %
30,4 »	0,43 (p. os)	47 »	16,6 %	7,8 %
33,25 »	0,4 (p. cutem)	26 » 20'	33,2 %	13,4 %
33,2 »	0,45 (p. cutem)	22 »	33,2 %	6,82 %
44,2 »	0,44 + 0,4 (p. os)	24 » 30'	27,8 %	11,1 %

Die Dauer der Wirkung ist, wie wir sehen, nicht so kurz als beim Chlornatrium. Es bedarf schon bedeutender Dosen, um einen rapideren Effect einzuleiten. Ich habe aber mit Absicht nur die Versuche angeführt, wo geringere Dosen angewandt wurden. Die in der Tabelle erwähnten Thiere waren noch am Leben, starben aber nach kurzer Zeit. Die kürzeste Zeit, in welcher ich einen Frosch mit einer geringern Dosis getödtet habe, war ein Thier von 51,65 grm. Gewicht, das 0,375 grm. Zucker unter die Haut erhalten. Dieses starb nach 20 Stunden mit einem Gewichtsverluste von 42,3 %. Bringt man den Zucker in den Magen, so entsteht bedeutende Röthung der Mundschleimhaut und Durchfall. Dies tritt nicht ein, wenn man ihn unter die Haut schiebt. Ich gebe keine umständlichere Beschreibung der Versuche, da das Bild im Wesentlichen nicht von dem bei der Chlornatriumvergiftung abweicht. Die Reizbarkeit der Nerven, und namentlich der Muskeln, schwindet langsamer als durch Cl Na. Vergleichung mit dem normalen gleichzeitig getödteten Frosche zeigen aber deutlich, dass die Nerven und Muskeln auch durch Zucker gelähmt werden.

Die Muskeln zeigen ein eigenthümliches wachsähnliches Ansehen und erscheinen brüchig. Nur in einem Falle, wo ein Frosch eine nicht gewogene Menge Zuckers in den Magen und den Mastdarm erhalten hatte, beobachtete ich nach 12 Stunden eine vollständig ausgebildete Katarakte der Linse. Der Frosch ging, in Wasser gesetzt, zu Grunde.

Wiederbelebungsversuche gelangen auch hier. Jedoch muss man in deren Beurtheilung sehr vorsichtig sein, da man ein Zurückkehren zum Normalen nicht immer als Wiederbelebung ansehen darf. Ich habe nun aber Thiere, welche nach meinen Erfahrungen unausbleiblich zu Grunde gegangen wären, die fast zum Skelete abgemagert, deren Zehen und Schwimnhäute bereits mumificirt, deren Herzschlag nur noch fühlbar, deren Lymphherzen nicht mehr sichtbar waren, durch vorsichtige Behandlung mit Wasser vollständig wieder zur Norm zurückgeführt.

Die Versuche mit Harnstoff wurden in derselben Weise angestellt wie die vorherigen. Die Thiere erhielten denselben zum Theil in Pillenform mit Gum. Tragacanth. oder in Solution.

Nach Darreichung einer gewissen Dosis Harnstoffes verfielen die Thiere in Convulsionen, die sich bis zum Tetanus steigerten. Die Energie des Herzens und der Lymphherzen liess nach. Die Haut secernirte mehr Flüssigkeit. Sensibilität und Motilität sanken. Bisweilen überstanden die Thiere den Tetanus, in anderen Fällen starben sie.

Ich gebe einige Versuche:

1) Ein Frosch von 30,5 gm. Gewicht erhält um 4 Uhr 5' 10 Tropfen einer Harnstoffsolution (1 Theil Harnstoff auf 2 Theile Wasser) in den Mund. Zunge und Mundschleimbaut röthen sich stark. Das Thier sondert blutigen Schleim ab und erbricht sich (wie beim Cl Na). Um 4 Uhr 10' vollständiger Tetanus, welcher bis Abends 8 Uhr, abnehmend, beobachtet wird. Sonnabend Morgens 8 Uhr 45' ist der Frosch im Status normalis.

2) Zwei Frösche abgetrocknet und gewogen.

A wiegt = 46 gm.

B „ = 35,8 „

Temperatur des Zimmers 18° R. Beide getrennt, in trocknen Gefässen.

A erhält am Mittwoch 10 Uhr 30' etwa 0,47 gm. Harnstoff in den Magen. B erhält nichts. Um 4 Uhr hat A convulsivische Bewegungen, welche am Abend verschwunden sind. Donnerstag Morgens 11 Uhr lässt sich derselbe auf den Rücken legen. Die Functionen sämmtlich sehr herabgestimmt. Um 3 Uhr als todt zu betrachten. Magen stark mit blutigem Schleime gefüllt. Vorkammer des Herzens noch pulsirend. Muskeln und Nerven reagiren nicht mehr auf galvanischen Reiz.

Die Thiere haben an Gewicht verloren:

A in 28 Stunden 30' = 26,5%

B „ „ „ „ = 10,6%

Um dieselbe Zeit war ein normaler Frosch gestorben, welcher innerhalb 73 Stunden 30,5% an Gewicht abgenommen hatte. Das Herz desselben hatte bereits aufgehört zu pulsiren. Dennoch reagirten Nerven und Muskeln dieses Thieres sehr gut auf galvanischen Reiz.

3) Dasselbe Experiment wiederholt. Der Harnstoff wird unter die Haut gebracht.

A wiegt = 35,6 gm.

B „ = 32,5 „ (normaler Frosch).

A erhält 0,8 gm. Harnstoff und geräth in unvollständigen Tetanus. Tod nach 5 Stunden.

A hat innerhalb 5 Stunden an Gewicht verloren = 9,5%

B „ „ „ „ „ „ „ = 4,5%

Nerven von A nicht mehr reizbar, Muskeln spurweise. In anderen Fällen waren nun die Gewichtsverluste nicht so bedeutend, ja mitunter ziemlich gering, während die Allgemeinerscheinungen doch beträchtlich

waren. Es musste daher auch hier an eine chemische Wirkung gedacht werden, und um diesen Punkt zu eruiren, wurde statt des Harnstoffes eine Lösung des kohlensauren Ammoniaks gr. ij auf 10 grm. Wasser angewandt.

10 — 20 Tropfen dieser Lösung einem Frosche von 30 — 40 grm. Gewicht in den Magen gebracht, bewirkten nun nach kurzer Zeit vollständigen Tetanus, meist schon nach einigen Minuten. Der Tetanus war meist bedeutender als bei Application des Harnstoffes. Die Thiere gingen, ohne eine erhebliche Gewichtsveränderung zu erleiden, nach 1 — 2 — 3 Stunden zu Grunde. Die Nerven waren dann nicht mehr reizbar, die Muskeln wenig.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass Harnstoff und kohlensaures Ammoniak ziemlich gleichartig wirkten, letzteres nur intensiver. Wenn wir nun von den Säugethieren auf den Frosch zurückschliessen dürfen, so möchte sich diese intensivere Wirkung daraus erklären, dass der Harnstoff nicht qua Harnstoff, sondern erst in seiner Umsetzung als kohlensaures Ammoniak wirkt. Da aber dies letztere sich nur allmählig bilden kann, muss auch die Wirkung bei Eingabe des Harnstoffes langsamer vor sich gehen.

Jedenfalls möchte ich aus diesen Versuchen schliessen, dass der Harnstoff nicht als wasserentziehend allein wirke.

Wiederbelebungsversuche kann ich nicht anführen, da man keinen Anhalt besitzt, um zu sagen, wie intensiv die Wirkung des Harnstoffes war, indem häufig starker Tetanus überstanden wurde, und die Thiere ohne Zufuhr von Wasser zum Normalzustande zurückkehrten.

Ich habe mich nun bemüht, auf verschiedenen anderen Wegen eine schnelle Wasserentziehung zu erzielen, die Versuche fielen aber alle nicht nach Wunsch aus.

So wurden z. B. Thiere in Salzlösungen gesetzt. Die Thiere gehen aber hier so rapide zu Grunde, dass diese Methode aufgegeben wurde. Ein Frosch verlor, in einer Kochsalzlösung (von 10 grm. Cl Na auf 6 Unzen Wasser) sitzend, innerhalb 25 Minuten 10,7% an Gewicht. Es hält sehr schwer zu verhüten, dass der Frosch das Salzwasser nicht schluckt. Thut er dies, so fliesst die Lösung in die Lungen, und complicirt auf diese Weise das Experiment. Mit anderen Mitteln und Methoden, bei Anwendung ganz diluirter Lösungen möchte man aber hier zu anderen Resultaten gelangen als ich erhielt.

Eine andere Methode, um Wasser zu entziehen, wurde angewandt, indem man das Thier in ein luftdicht schliessendes Gefäss brachte, welches mit einem Gasometeraspirator in Verbindung stand, und durch welches fortwährend trockne Luft hindurchgezogen wurde. Die Menge des entzogenen Wassers war aber so gering, dass auch hiervon abgestanden wurde.

Schliesslich wurde noch versucht, durch Wärme das Wasser zu entziehen. Zu dem Ende brachte ich Frösche in die Brütmaschine, welche mit Werg ausgelegt war, und welche statt des Deckels mit einem Glastrichter verschlossen wurde, dessen Stiel nach oben sah, und durch dessen Oeffnung ein Thermometer geschoben wurde. Es zeigte sich nun, dass die Thiere bei niederen Temperaturen wenig Wasser verloren. Bei einer Temperatur von etwa 30°C . verfielen die Thiere sehr bald in Scheintod und verloren beträchtlich an Gewicht, z. B. innerhalb 30—40 Minuten 7—9%. Steigerte man die Temperatur noch mehr, z. B. auf 35°C ., so bekamen die Thiere heftige Convulsionen, ehe sie in Scheintod verfielen und schliesslich vollständig zu Grunde gingen. Man fand in diesem Falle die Nerven nach dem Tode gelähmt. Oft gerathen die Thiere schon bei dieser Temperatur von 30°C ., bei einer höhern aber sicher in die Wärmestarre und gehen dann zu Grunde, wenn diese allgemein wird ¹⁾.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass sie sich nicht eignen, um Schlüsse über Wasserentziehung aus denselben zu ziehen, da wir nicht im Stande sind zu trennen, was Effect der Wärme ist, und welches der der Wasserentziehung.

Wir wurden demnach wieder auf das Salz als sicherstes Mittel der rapiden Wasserentziehung zurückgewiesen, und es entstand nun hier die Frage, ob nicht auch das Chlornatrium chemisch wirke, wie es vom Harnstoff wahrscheinlich gemacht wurde.

Zu dem Ende wurde zuerst die Frage aufgeworfen, ob das Cl Na bei Vergiftung des Frosches durch das ausgeschwitzte Wasser fortgeschafft würde oder nicht. Geschah dies nicht, so musste sich das Salz im Organismus des Thieres wiederfinden. Dies konnte man erforschen, wenn man das ganze Thier einäscherte. Um diese Frage zu lösen, konnte man das Salz nicht in den Mund oder Mastdarm bringen, da die Salzflüssigkeit Neigung hat in die Bauchhöhle zu transsudiren,

¹⁾ Ich habe bei dieser Gelegenheit die Untersuchungen *Pickford's* beim lebenden Thiere zum grössten Theile nachmachen können und dieselben vollkommen bestätigt. Es ist sehr schwierig, wie schon dieser Forscher angibt, die genauen Temperaturen anzugeben, bei welchen die Wirkungen eintreten. Auffallend sind bei den Versuchen, die ich angestellt, die partiellen Wärmestarren beim lebenden Thiere und ferner die Beobachtung, dass auch das Herz wärmestarr wurde. Thiere mit starren Schenkeln lebten fort und die Starre verschwand nach und nach. War dieselbe zu bedeutend, so verschwand sie nicht, und die Thiere gingen zu Grunde. In einem Falle hielt ich einen Frosch für todt und legte sein Herz bloss. Das Herz schlug noch, aber eine Stelle desselben war wärmestarr und contrahirte sich nicht. Die Muskeln des Schenkels waren fast weiss und reagirten auf keinerlei Reize. Das Thier wurde in ein feuchtes Tuch gehüllt. Nach 1½ Stunden hatte sich der Frosch befreit und sprang herum.

und man die Därme hätte entfernen müssen, wobei leicht wieder Verunreinigungen stattfinden konnten, falls nicht alles Salz resorbiert war. Es wurde daher einem Thiere das Salz unter die Rückenhaut gebracht, das Thier dadurch getödtet, sorgfältig abgewaschen und in Stücke zerschnitten.

Versuch :

Ein Frosch A von 29,56 grm. Gewicht erhält um 12 Uhr 15' $\equiv$ 0,22 grm. Cl Na unter die Rückenhaut.

Ein Frosch B = 29,75 grm. Gewicht erhält nichts.

Verlust von A nach 3 Stunden 10' $\equiv$ 6,42%

» » B » 3 » 15' $\equiv$ 2,88%

A ist todt, B lebend. Beide werden zerschnitten und in Glöschälchen zu Asche verbrannt.¹⁾

Gewicht in Grammen:

	Des Thieres.	Der festen Theile.	Der Asche.
Vergifteter Frosch A	27,610	7,045	1,1304
Normaler Frosch B	28,840	6,430	1,310

Das Chlorsilber aus der Asche von

A wog $\equiv$ 0,454 grm. $\equiv$ 0,4415 grm. Chlor

B » $\equiv$ 0,0685 » $\equiv$ 0,0169 » »

Daraus berechnet sich:

In 1000 Grammen Thier sind enthalten:

	Wasser.	Feste Theile.	Asche.	Chlor.
Normaler Frosch B	777,00	223,00	45,42	0,586
Vergifteter Frosch A	744,90	235,40	40,92	4,038

In 1000 Theilen Asche sind beim vergifteten Frosch A $\equiv$ 98,600 Chlor

» » » » » normalen » B $\equiv$ 42,900 »

Wir sehen, dass die Unterschiede sehr frappant sind, gestehen aber ein, dass die Art und Weise der Vergiftung zu Fehlerquellen Anlass geben konnte. Es wurde zu dem Ende das Blut allein untersucht.

Ein Frosch A $\equiv$ 45 grm. Gewicht erhielt 0,3 grm. Cl Na.

» » B $\equiv$ 46,8 » » erhält nichts.

Der Frosch A erhielt das Chlornatrium per anum und der Anus wurde dann zugebunden. Nach zwei Stunden hatte die Linsentrübung

¹⁾ Nachfolgende Untersuchungen wurden mit gütiger Hilfe des Herrn v. Bezold im Laboratorium des Herrn Prof. Scherer) angestellt.

bei A begonnen. A und B wurden nun sorgfältig gereinigt und beider Blut aus dem abgeschnittenen Schenkel gesammelt. Das Blut von A wurde in zwei Portionen getheilt:

Gewicht in Grammen:

	Des frischen Blutes.	Der festen Bestandtheile.	Der Asche.
Normales Blut	2,237	0,1959	0,0106
Vergiftetes Blut a	1,038	0,146	0,0150
Vergiftetes Blut b	1,5478	0,1974	0,0206

Das Chlorsilber aus der Asche des

normalen Blutes wog = 0,0059 grm. = 0,00145 Chlor

vergifteten Blutes a » = 0,0272 » = 0,00561 »

» » b » = 0,0352 » = 0,00865 »

In 1000 Theilen Blut sind demnach:

	Wasser.	Feste Theile.	Salze.	Chlor.
Normales Blut	911,09	88,01	4,700	0,648
Vergiftetes Blut a	862,00	138,00	11,25	5,400
Vergiftetes Blut b	872,66	127,34	13,30	5,580

In 1000 Theilen Asche sind:

Beim normalen Blute = 13,68 Chlor

» vergifteten Blute a = 373,30 »

» » b = 420,00 »

Wir glauben durch diese Versuche den Beweis geliefert zu haben, dass das Chlornatrium in das Blut übergeht, und ist es dadurch wahrscheinlich geworden, dass es auch in die Nervensubstanz übergeht. Es wäre nun sehr wünschenswerth gewesen, die Nervensubstanz selbst zu untersuchen. Die Schwierigkeiten, auf welche man hier stieß, waren aber zu gross. Säugethiere würden sich hierzu vielleicht eher eignen, wenn, wie später noch zu bemerken, nicht auch hier schon so kleine Dosen deletär wirkten, dass man schwerlich das aufgenommene Salz im Nerven würde nachweisen können.

Wir glauben nun aber den strikten Beweis liefern zu können, dass das Salz in das Muskelgewebe dringt. Zu dem Ende führe ich folgende Experimente an:

Unterbindet man einem normalen Frosche an dem einen Schenkel zuerst die Arteria, dann die Vena cruralis, so schwillt dieser Schenkel

an, die Muskeln werden röther als an der nicht unterbundenen Seite und nehmen an Gewicht zu.

Versuch: Einem Frosche wurde Montag Abends 6 Uhr A. und V. cruralis des einen Schenkels unterbunden. Dienstag Morgens 10 Uhr 30' wurde das Thier getödtet. Das Gewicht der möglichst gleichmässig losgetrennten Musculi gastrocnemii war

Gastrocn. der unterbundenen Seite = 1,4140

» „ nicht „ „ = 1,0416

Differenz = 0,3724

Diesen Gewichtsunterschied können wir nur dadurch erklären, dass mehr Blut in den Schenkel floss, als abgeführt wurde, d. h. dass ein Collateralkreislauf durch die Arterien sich ausbildete, nicht aber durch die Venen.

Machen wir nun dasselbe Experiment und geben dann dem Thierte Kochsalz, so ist es klar, dass das Salz bei noch bestehender Communication der Blutmasse durch den Collateralkreislauf sich leichter in dieser vertheilen, schwerer durch die Gefässwandungen in das Muskelgewebe dringen wird. Finden wir daher, dass die Muskeln des nicht unterbundenen Schenkels, trotz ihres geringern Volumens und trotz ihres geringern Gehaltes an Blut einen grössern Aschengehalt zeigen, so scheint uns der Beweis geliefert, dass das Muskelgewebe das Salz aufgenommen hat. Dass dem so sei, wird sich in Folgendem herausstellen.

Drei Frösche A, B, C, von 65,6 gm., 62,3 gm. und 58,9 gm. Gewicht, erhielten ein jeder 0,4 gm. Cl Na in den Magen, nachdem einem jeden derselben die A. und V. cruralis des einen Schenkels unterbunden worden. Nach etwa 3 Stunden zeigte sich der Effect des Salzes in der Trübung der Linsen. Die sechs Musculi gastrocnemii der Thiere wurden abgetrennt und die Muskeln von A in zwei Glühscälchen gethan, die von B und C in zwei andere.

Es wogen die Muskeln:

	Muskeln der nicht unterbundenen Seite.	Muskeln der unterbundenen Seite.
Im frischen Zustande	A = 0,9188 BC = 2,1006	A = 1,2490 BC = 2,9810
Getrocknet bei 120°	A = 0,2779 BC = 0,6648	A = 0,2713 BC = 0,6753
Geglüht	A = 0,0120 BC = 0,0352	A = 0,0416 BC = 0,0316

Es gaben demnach 1000 Theile der nicht vergifteten Muskeln:

Trockene Substanz.	Asehe.
A == 217,2	42,83
BC == 242,82	45,

1000 Theile der vergifteten Muskeln:

Trockene Substanz.	Asehe.
A == 302,4	43,18
BC == 316,47	52,94

Haben wir nun durch unsere Untersuchungen dargethan, dass sich das Chlornatrium im Blute und dass es sich in dem Muskelgewebe nachweisen lässt, so liegt der Schluss nahe, dass es sich ebenfalls in dem Nervengewebe vorfinden werde, und zwar nicht nur in den Centraltheilen, sondern auch in den peripherischen Nerven.

Zum Beweise, dass wir es bei der Vergiftung durch das Kochsalz nicht mit einer Lähmung der Centraltheile zu thun haben, diene folgender Versuch.

Ein Frosch, dem A. und V. eruralis der einen Seite unterbunden worden, erhält Cl Na durch den Mund um 12 Uhr 20'. Um 4 Uhr 30' ist derselbe todt. N. ischiadicus der nicht unterbundenen Seite nicht mehr reizbar. M. gastrocnem. und Muskeln des Oberschenkels nur spurweise. N. ischiadicus der unterbundenen Seite sowie die Muskeln lebhaft reagirend. Dieser Versuch gelingt jedes Mal, dass man ihn anstellt. Die Nerven werden also nicht gelähmt, wenn man die Blutzufuhr zu ihnen abschneidet oder wenigstens zum grossen Theile hemmt. Man kann den Beweis, dass die Lähmung der Nerven nicht centralen Ursprunges sei, noch auf eine andere Weise darthun, indem man die Nerven durchschneidet, ehe man das Cl Na darreicht. Es zeigt sich dann, dass die Nerven der Seite, wo der Stamm durchschnitten worden, ebenso gelähmt sind, wie auf der Seite, wo dies nicht stattfand. Ist nun aber der Beweis geliefert oder wurde es wahrscheinlich gemacht, dass das Salz in die Gewebe dringt, so wird die Theorie der Wasserentziehung sehr zweifelhaft, um so mehr, wenn wir fragen, weshalb ein Frosch, der in Folge eines Gewichtsverlustes von 30—40% gestorben ist, keine Lähmung der Nerven bei Anwendung galvanischer Reize zeigt, wohl aber der Nerv eines durch Kochsalz getödteten Thieres, welches nur 15—20% an Gewicht verlor.

Wir können hierauf immer noch antworten, dass es die rapide Wasserentziehung sei, welche diese lähmende Wirkung ausübe, und

können diese Ansicht sehr wohl vertheidigen. Der Organismus gewöhnt sich, wie bekannt, an die heterogensten Einflüsse. «Die Gewohnheit sei des Menschen Amme», ist ein physiologischer Satz, welcher uns eine ganze Reihe von Thatsachen zu erklären im Stande ist, und auf eine meisterhafte Weise in *Bichat's* Artikel: «l'habitude éinousse le sentiment» für die Nervenphysiologie verwerthet wurde. Heterogene Einflüsse, welche, plötzlich eintretend, tödtlich wirken, können gut ertragen werden, wenn man sie allmählig einleitet, ja ihre Wirkungen werden im letztern Falle oft ganz andere. Die Pathologie und die Therapie, in den seltenen Fällen, wo sie wissenschaftlich gehandhabt wurde, gibt uns hierfür schlagende Beweise. Wir haben nun aber gerade für das Kochsalz ein sehr auffallendes Beispiel.

Hertwig (Arzneimittellehre. Berlin 1840, S. 793) fand, dass Pferde, Rinder und Hunde bei Darreichung grosser Gaben Kochsalzes folgende Erscheinungen zeigten: Krämpfe, Kälte am ganzen Körper, Lähmung und selbst Tod. Ich fand die vollständige Lähmung der hinteren Extremitäten bei Meerschweinchen, welche grosse Dosen erhalten, und bei jungen Katzen von 1—2 Pfund Gewicht bei Darreichung von nur 1—2 Grammen Steinsalzes: Erbrechen, Convulsionen, Lähmungen, Tod. Erwachsene Kaninchen, denen man nur wenige Unzen einer Kochsalz-solution von 3iij auf Aq. dest. 3vj beibrachte, gingen zu Grunde. Vier bis fünf Grammen Steinsalz in Substanz bringen dieselbe Wirkung hervor. Für den Menschen finden wir die Beobachtung, dass ein Mann, welcher eine Unze Kochsalz genossen, in Folge davon gestorben war.

Dem gegenüber finden wir die Bemerkung *Humboldt's* (Ans. der Natur): «dass die Eingeborenen der Ost-Inseln (in der Süd-See), welche grossen Mangel an frischem Wasser leiden, den Saft des Zuckerrohrs und, was sehr merkwürdig, Seewasser trinken.» *Darwin* (siehe dessen Reisen) erwähnt ebenfalls, dass die Indianerkinder an den Salzseen Südamerikas das Kochsalz geniessen, wie unsere europäischen Kinder den Zucker.

Dergleichen Phänomene lassen sich nur daraus erklären, dass sich die Organe an einen gewissen Salzgehalt gewöhnen, denn nach den Untersuchungen von *Lehmann*, *Aubert* und *F. Hoppe* ist es erwiesen, dass Chlornatrium und Rohrzucker beim Menschen und den Säugethieren in das Blut übergehen.

Wir haben nun, wie ich glaube, in der Cholera asiatica das Bild einer acuten Wasserentziehung, und sind im Stande, das Bild dieser Krankheit vollständig bei Thieren hervorzurufen, denen wir Kochsalz geben. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass in chronischen Diarrhöen den Organen allmählig dieselbe Quantität Wasser entzogen wurde, wie in der Cholera auf einmal, und dennoch starben die Kranken nicht.

Ein Froschnerv, der allmählig eintrocknet, zeigt keinen Effect auf die Muskeln, wohl aber ein Nerv, dem plötzlich Wasser entzogen wird.

Alle allmählig wirkenden Einflüsse werden nun aber im lebenden Organismus viel eher neutralisirt werden, als die acut eintretenden, da der Organismus eine grosse Ausgleichungskraft besitzt. Ist diese aber einmal überschritten, so sind die Wirkungen rapide.

Diesem Mechanismus des thierischen Leibes, sich im status quo zu erhalten, schreiben wir es zu, dass sich ein durch Salz gelähmter Nerv des noch lebenden Frosches durch Wasseraufnahme wieder regenerirt, dass uns dagegen dies Experiment mit den vom Organismus getrennten Nerven niemals gelungen ist. Das Nichtgelingen in unseren Händen schliesst nicht aus, dass es Geschickteren dennoch gelingen wird.

Wir haben nun noch ein paar Worte über die merkwürdige Wirkung des Kochsalzes auf die Linse zu sagen.

Eine Katze von 1 Pfund 4 Loth Gewicht erhielt 2 Grammen Steinsalz in den Magen. Nach 3 Stunden war das Thier todt. Es hatte sich während der Zeit eine Trübung der Linse ausgebildet, welche auf ihrer Oberfläche die bekannte dreigetheilte Figur sehen liess. Der Humor aqueus war verunreinigt, die Iris war zwei Stunden nach Eingabe des Salzes bereits gelähmt gewesen, so dass der hellste Sonnenschein keine Reaction mehr ausübte.

Zwei andere junge Katzen, jede 42 Tage alt, erhielten jede circa 1 Gramm Steinsalz in den After, welcher zugebunden wurde. Nach 2 Stunden hatte sich bereits Katarakte auf beiden Augen ausgebildet.

Diese Versuche wurden oft wiederholt und lieferten stets dasselbe Resultat.

Bei Kaninchen habe ich bisher nur Irislähmung hervorgerufen, aber trotz vielfacher Versuche keine Trübung der Linse erzielt.

Bei den Fröschen, haben wir gesehen, liess sich das Phänomen nach Belieben produciren.

Untersucht man nun eine solche getrühte Linse, so findet man bei den getödteten Katzen nur die ganz oberflächlichen Schichten getrübt, und zwar ist die Trübung am stärksten am Rande der Linse, d. b. in der nächsten Nähe der Ciliarfortsätze. Der Beginn der Trübung wurde stets daran erkannt, dass man die dreigetheilte Figur an der vordern Wand spurweise wahrnehmen konnte.

Bei den Fröschen beginnt die Trübung an sehr verschiedenen Stellen, bald an der hintern, bald an der vordern, bald an der seitlichen Wand. Die Trübung kann hier bis in die tieferen Schichten der Linse beobachtet werden. An der vordern Wand nimmt man hier bald eine dreitheilige Figur, bald nur eine länglich ovale wahr, welche, in der Mitte weniger weisslich, von einem hellern Rande umgeben ist. An der vordern Wand ist diese Figur senkrecht, an der hintern hori-

zontal. Man kann die Trübung an der vordern Wand sehr leicht wahrnehmen, wenn man die Fläche dieser Wand in eine Horizontale zu seiner Sehaxe bringt. Von der Vermehrung des Humor aqueus und der Hervorwölbung der Cornea überzeugt man sich dadurch, dass man bei Bestehen der letztern die Farbenstrahlen von der Haut des Unterkiefers durch die Hornhaut hindurch in sein Auge empfängt, was im Normalzustande niemals der Fall ist.

Untersucht man nun die Linse unter dem Mikroskope, so findet man bei Fröschen wie Katzen, dass sich in und zwischen den Linsenfasern Vacuolen gebildet haben, die ein Fluidum einschliessen, welches einen andern Lichtbrechungscoefficienten hat als die Substanz der Linsenfasern selbst.

Die Linsen wurden untersucht von *Kölliker*, *Virchow*, *H. Müller* und *v. Gräfe*.

Man kann nun an der ausgeschnittenen Frosch- und Kaninchenlinse durch Tauchen in eine Kochsalzlösung künstlich diese Trübung hervorrufen, und dieselbe durch Behandeln mit Wasser wieder zum Verschwinden bringen.

Noch auffallender ist aber folgende Beobachtung. Einem Frosche wird eine künstliche Katarakte gemacht, die einen bestimmten Grad erreicht hat. Ich schneide ihm den Kopf ab, lege diesen Kopf unter eine Glasglocke, und nach 42—44 Stunden ist die Trübung der Linsen verschwunden, es sind keine Vacuolen mehr sichtbar.

Wir haben ferner sehr getrübbte Linsen vergifteter Frösche durch Behandeln mit destillirtem Wasser sich wieder aufklären sehen.

Mit den Katarakten, welche ich durch salpetersaures Natron und durch Zucker erzeugt hatte, verhielt es sich wie mit den durch Kochsalz producirt. Wir sind nun also im Stande, auf vier verschiedene Arten die Linsentrübung zum Verschwinden zu bringen.

1) Beim lebenden Thiere, das schon viel Wasser verloren, durch Zufuhr von Wasser.

2) Beim lebenden Thiere, das noch nicht zu viel Wasser verloren, indem wir das Thier sich selbst überlassen, ohne Zufuhr von Wasser.

3) Beim todtten Thiere, indem man die Linse mit Wasser behandelt.

4) Beim todtten Thiere, indem man den Kopf desselben unter eine Glasglocke bringt.

Es geht, wie ich glaube, aus diesen Versuchen zur Genüge hervor, dass wir es hier mit einem rein physikalischen Phänomen zu thun haben. Wasserentziehung und Wasserzufuhr.

Ob die Vaeuolenbildung eine Folge der Schrumpfung oder der Aufquellung der Linse sei, wage ich nicht zu entscheiden. Nach *Kölliker's* Auffassung würden die Linsenfasern schrumpfen, was mir ebenfalls sehr wahrscheinlich vorkommt, indem wir ja gesehen haben, dass auch das Muskelgewebe einschrumpfte. Es träte also nach dieser Erklärung

Wasser aus den Linsenfaseru aus, oder vielleicht besser gesagt: Durch Eindringen von Chlornatrium in die Substanz der Linse bilden sich zwei verschiedenartige chemische Verbindungen, verschieden durch ihre Gehalte an Wasser. Die gleichartigen Theile ziehen sich an, und es kommt nur darauf an, an welcher Stelle sich zuerst ein Anziehungscentrum für die neugebildete Flüssigkeit bildet, ob an der Oberfläche oder im Innern der Linsenfaser, um den Ausschlag zu geben, an welcher Stelle sich eine Vacuole formiren wird.

Was wir nun hier bei der Linse sehen können, gelingt nicht bei den Nervenfasern. Ein durch Cl Na gelähmter Nerv bietet unter dem Mikroskope keine Veränderung dar. Es ist aber ein von Astronomen wie Mikroskopikern angenommener Satz, dass Etwas denuoch existiren könne, wenn wir es auch nicht sehen. Die Zahl der Nebelflecke am Himmel vermindert sich alle Jahre mehr, und Sterne, die lange dunkel waren, werden plötzlich wieder hell. So wäre es denn möglich, dass man auch einmal an gelähmten Nerven Vacuolen nachwiese. Jedenfalls gibt die Beobachtung an der Linse der Theorie von der Wasserentziehung eine grosse Stütze.

Diese Beobachtungen werfen aber auch ein Licht auf die Vorgänge in den Gebilden, welche durch Apposition wachsen, und zeigen uns, wie lebhaft der Stoffwechsel auch in diesen Organen sein kann. Ich erlaube mir aus denselben folgende Schlüsse zu machen:

1) Eine höchst geringe Vermehrung im Salzgehalte des Blutes ist im Stande, beträchtliche Veränderungen in den brechenden Medien des Auges hervorzurufen.

2) Die Linse ist in steter Umsetzung begriffen.

3) Es findet ein Austausch von Flüssigkeiten bis in die tieferen Schichten der Linse statt.

Ich habe die Wirkung des Kochsalzes benutzt, um einige Versuche über Regeneration der Linse zu machen, und zu dem Zwecke Fröschen die Linsen extrahirt, jedesmal nur auf der einen Seite. Darreichung des Kochsalzes hätte eine beginnende Regeneration anzeigen müssen. Die Thiere wurden allerdings nur während zweier Monate beobachtet. In dieser Zeit aber zeigte sich keine Neubildung.

Da mir meine Gesundheit nicht erlaubte, länger im Norden zu bleiben, konnten obige Versuche nicht weiter verfolgt werden. «Tibi trado.»

Schliesslich sage ich Hrn. Prof. Kölliker, welcher mir mit bekannter Liberalität die Mittel des berühmten physiologischen Institutes zu Würzburg bereitwillig zur Disposition stellte, meinen wärmsten Dank.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1856-1857

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Kunde F.

Artikel/Article: [Ueber Wasserentziehung und Bildung vorübergehender Katarakte. 466-486](#)