

Ueber das Absterben pflanzlichen Plasmas unter verschiedenen Bedingungen.

Von

O. Loew und Th. Bokorny.

Vor einiger Zeit haben wir über ein Reagens¹⁾ berichtet, welches unter geeigneten Umständen gestattet, lebendes und todttes Plasma zu unterscheiden, indem ersteres aus ausserordentlich verdünnten alkalischen Silberlösungen das Metall abzuscheiden vermag, letzteres nicht²⁾. Die gefundene Reaction suchten wir nun

1) Dieses Archiv Bd. XXV, p. 150.

2) Wir haben früher erwähnt, dass auch verdünnte alkalische Gold- und Platinlösungen von lebenden Zellen reducirt werden, und fanden im weiteren Verlaufe, dass lebendes Plasma auch aus alkalischer Hg-Lösung das Metall abscheidet, todttes Plasma aber nicht; alkalische Pd- und Os-Lösungen dagegen verhalten sich indifferent, wie diese auch auf Aldehyde nur sehr schwierig einwirken. Die alkalische Hg-Lösung wird auf folgende Weise hergestellt: 1 gr HgCl₂ wird mit einer gerade zur Lösung hinreichenden Menge KI-Lösung, dann mit 5 gr KOH versetzt und die Mischung bis 1000 ccm verdünnt. Während bei der doppelten Verdünnung dieser Lösung keine Reaction mehr beobachtet werden kann, findet eine Reaction wohl bei der eben erwähnten Concentration statt. Da aber wegen jenes relativ hohen Salz- und Alkaligehaltes das Leben bald erlischt, so können nur wenige Zellen, und auch diese nur im ersten Stadium des Contactes reagiren; man bemerkt dann im Plasma ein metallisches Grau von Hg. Da Aldehydgruppen nur aus relativ concentrirten alkalischen Hg-Lösungen das Metall abzuscheiden im Stande sind, so hätten wir hierin einen weiteren Beweis für Aldehydgruppen im lebenden Plasma; doch wollen wir weder diese noch die Au- und Pt-Reaction, sondern allein die Silberreduction als entscheidenden Beweis für die Aldehydhypothese in Anspruch nehmen. Noch mag auf den grossen Gegensatz der Reaction mit alkalischer Silberlösung hingewiesen werden, wenn dieselbe relativ concentrirt (0,1%) oder verdünnt (0,001%) angewendet wird; im ersteren Falle tritt zwar die Reaction rasch ein, hört aber auch sehr bald wegen Eintritt des Todes der Zelle auf, wogegen mit der letzteren Lösung die Zelle langsam reagirt und, weil sie darin sehr langsam abstirbt,

für Studien über das unter verschiedenen Bedingungen erfolgende Absterben gewisser Algen zu verwerthen, indem uns dieselbe ein gutes Mittel war, das Erlöschen des Lebens von Stufe zu Stufe zu verfolgen, wobei wir gelegentlich auf ganz unerwartete Erscheinungen stiessen. Während *Spirogyra Weberi* und *Zygnema cruciatum* früher die hauptsächlichsten Objecte bei unsern Untersuchungen bildeten, dienten uns jetzt *Spirogyra communis*, *decimina* und *condensata* Ktz. zu weiteren Versuchen, da deren Protoplasma in Folge gewisser Umstände eine verhältnissmässig beträchtliche Unempfindlichkeit besitzt. Es geht nämlich aus unseren Untersuchungen immer klarer hervor, dass das Plasma um so resistenter wird, je mehr fremde Stoffe, besonders Fett, eingelagert sind. So ist z. B. die Alge *Sphaeroplea annulina* einerseits durch ein ausserordentlich sensibles Protoplasma ausgezeichnet, indem der geringste Eingriff das rasche Zusammenfallen der ganzen sichtbaren Structur nach sich zieht, andererseits durch die totale Abwesenheit von Zucker und Gerbstoff und die äusserst minimale Menge Fett (resp. Lecithin) ¹⁾. Dagegen treffen wir bei den Spirogyren eine grössere Resistenzfähigkeit zusammengehend mit der Anwesenheit von Gerbstoff und besonders einer nicht unbeträchtlichen Fettmenge; nimmt diese Fettmenge zeitweise ab, wie z. B. während des Conjugations- und des Keimungsactes, so stellt sich auch eine grössere Sensibilität des Plasmas ein, wie uns das Ausbleiben der Silberreaction bewies ²⁾. Wie bei *Sphaeroplea*, so starb nämlich auch in diesen Fällen das Plasma zu rasch bei Berührung mit dem Reagens ab.

eine viel grössere Menge Ag abscheidet. Auch wird die Reaction mit der concentrirten Lösung nur bei einzelnen, offenbar resistenteren Zellen, erhalten, und da häufig nicht im ganzen Plasma. Eine gleichmässiger und besonders die Chlorophyllbänder betreffende Schwärzung erhält man, wenn man statt mit Kali und Ammoniak die Silberlösung mit Kalkwasser herstellt. Man löst 0,01 gr NO_3Ag in 1 Liter aq. dest., fügt 5 ccm gesättigtes Kalkwasser zu und hält CO_2 -haltige Luft von der Lösung ab, um die Bildung von Ag_2CO_3 aus dem gelösten Ag_2O zu verhindern.

1) Ein von uns untersuchtes *Oedogonium* verhielt sich in diesen Beziehungen ganz der *Sphaeroplea* ähnlich. Eine bedeutende Resistenz aber beobachteten wir einmal bei einer fettreichen (14,9% Fett für aschenfreie Trockensubstanz) *Vaucheria*, bei der übrigens auch ähnlich wie bei verholzten Membranen die Zellaut eine gelbrothe Färbung mit dem Reagens annahm.

2) Näheres hierüber siehe biologisches Centralblatt 1881, p. 199.

Sämmtliche von uns untersuchten Spirogyren enthalten eisenbläuenden Gerbstoff, während die diesen nahestehende Alge, *Zygnema cruciatum*, nach unseren neuesten Versuchen ausser jenem noch 3 andere zu den Gerbstoffen gehörige Körper¹⁾ enthält. Zucker ist in den erwähnten Fadenalgen entweder nur in sehr geringen Mengen oder gar nicht vorhanden; doch tritt derselbe unter gewissen Einflüssen öfters in beträchtlichen Mengen in denselben auf, wie wir unten näher erörtern werden. Der mikrochemische Nachweis desselben ist leicht mittels des Silberreagens zu liefern, indem bei längerem Liegen der Zellen in demselben eine gelbe bis bräunliche Färbung im Zellsaft auftritt (durch Silberoxydulbildung).

Wir müssen bei dieser Gelegenheit auf die verschiedenen Ursachen, welche Bräunungen in den Zellen durch das Reagens herbeiführen, aufmerksam machen. Diese können nämlich, wie wir freilich erst im weiteren Verlaufe unserer Versuche erkannten, von zweierlei Natur sein, nämlich 1) in der Bildung von Silber-

1) Von diesen ist der eine (a) in Alkohol und heissem Wasser leicht löslich und bildet gelbe mikroskopische Nadeln. Der zweite (b) ist durch seine physikalischen Eigenschaften merkwürdig, indem er mit wenig kaltem Wasser allmählich schwammartig aufschwillt und dann sich beim Erwärmen wieder fettartig abscheidet, ferner mit viel Wasser eine opalisirende gelbgrünliche Lösung liefert. Diese giebt mit Säuren gelbgrüne, mit Eisenchlorid schwarze, mit Bleizucker hellgelbe Flocken. Der dritte (c) ist hellgelb und in starkem Alkohol fast unlöslich, fällt Eisenchlorid schwarz, Bleizucker rothbraun, Sublimat grauweiss, essigsäures Kupfer braungrün und reducirt Fehlings Lösung, liefert ferner bei Schmelzen mit Alkali geringe Mengen von Phloroglucin. Diese 3 Körper dürften ihrem chemischen Verhalten nach dem Morin und der Moringersäure sehr nahestehen. Das Verfahren zur Trennung dieser Körper war folgendes: Eine ca. 150 gr Trockensubstanz entsprechende Menge Zygnemenfäden wurde zwischen Leinwand abgepresst und mit starkem Alkohol übergossen, 8 Tage stehen gelassen, dann der Alkohol abfiltrirt, abdestillirt und der Rückstand nach dem Filtriren zum Syrup eingeengt, wobei sich nach längerer Zeit ein gelbes Pulver (a) abschied. Der abgegossene Syrup mit kochendem absolutem Alkohol behandelt, lässt ein weiteres gelbes Pulver (c mit etwas Proteinstoff und Gummi) ungelöst, während das alkoholische Filtrat nach dem Verdunsten mit etwas Wasser behandelt b ungelöst und unter Anderem eisenbläuenden Gerbstoff in Lösung gehen lässt. Die Gesamtmenge der Gerbstoffe dürfte bei *Zygnema* circa 2% der Trockensubstanz betragen.

oxydul durch Traubenzucker oder Gerbstoff beruhen, wobei im ersteren Falle auch der zwischen dem contrahirten Plasmanschlauch und der Membran befindliche Zellsaft gefärbt erscheint, in letzterem nicht, da Gerbstoff sich mit dem abgestorbenen Eiweiss verbindet; 2) durch die Bildung einer äusserst dünnen Schicht metallischen Silbers verursacht werden, welches in sehr dünnen Lagen das Licht roth bis braun oder violett durchlässt; wenn Zellen kurz nach Beginn der Reaction absterben, so bleibt die Reduction bei diesem Punkte stehen, und man beobachtet die verschiedenartigsten Nüancen oft in derselben Zelle. Bei einiger Uebung sind diese verschiedenen Färbungen meist leicht auf ihren wahren Grund zurückzuführen; ein reines, auf Ausscheidung von viel metallischem Silber beruhendes Schwarz ist stets nur bei länger andauernder Reaction des lebenden Plasmas zu erhalten.

Wir liessen früher das Reagens 6—8 Stunden im Dunkeln bei gewöhnlicher Temperatur auf die Algen wirken, wenn wir die volle Reaction mit lebendem Plasma erhalten wollten, haben aber später gefunden, dass dieselbe Reaction — wenigstens bei den resistenteren Species — in weit kürzerer Zeit, etwa in einer halben Stunde, erzielt werden kann, wenn man das Reagens 30° warm anwendet; hiervon wurde bei folgenden Versuchen mehrmals Gebrauch gemacht.

Die von uns angewendeten Tödtungsarten sind folgende:

Tödtung durch Aushungern (Lichtentziehung).

Eine Portion *Spirogyra communis* wurde in einem offenen Gefäss mit Nährlösung (Brunnenwasser mit 0,01% K_2HPO_4 und 0,01% H_4NNO_3) in einen von Licht völlig abgeschlossenen Raum gestellt, und Proben davon von Zeit zu Zeit mit dem Reagens behandelt (bei 20°). Eine Abnahme der Zahl der reagirenden Fäden trat erst am fünften Tage ein; letztere betrug aber am sechsten Tage noch mehr als 50%. Die nicht geschwärzten Zellen waren zum Theil ganz farblos (abgesehen von den grünen Stellen) und evident todt; ein anderer Theil war durch eine äusserst minimale Silberschicht röthlich bis violett gefärbt; in manchen Zellen bemerkte man das Chlorophyllband geschwärzt, den Rest des Plasmas farblos, wieder in andern das Chlorophyllband grün, im übrigen Plasma aber schwarze Pünktchen zerstreut. Manchmal stiessen wir auf Zellen, die zur Hälfte des Plasmas noch schwach reagirt

hatten, in der andern Hälfte nicht mehr, ein Beweis, dass die Resistenz an verschiedenen Stellen derselben Zelle nicht immer gleich ist, ja dass sogar ein Theil des Plasmas derselben Zelle schon abgestorben sein kann während der andere noch lebt ¹⁾. Das Stärkemehl war am 6. Tage vollständig verschwunden; Zucker liess sich wie anfangs so auch jetzt nicht nachweisen, während Ueberosmiumsäure noch in vielen Zellen die Gegenwart von Fett anzeigte. Die Chlorophyllbänder waren durch Schrumpfung fast bis auf die Hälfte verkürzt und wegen des Verschwindens der Stärkekörner ganz homogen geworden, lagen aber in der Mehrzahl der Fälle noch spiralig im Plasmaschlauch, während in andern das Plasma mit dem Chlorophyllband zu einem formlosen Klumpen contrahirt war. — Auch am 9. Tage reagirten noch viele Zellen, ja manche erholten sich wieder, wenn sie mit etwas CO₂-haltiger Nährlösung dem Licht ausgesetzt wurden, entwickelten kleine Bläschen von Sauerstoff und häuften wieder Stärke in den Chlorophyllbändern (die auch ihre frühere Länge wieder annahmen) an. — Am 16. Tage sahen alle Zellen wie todt aus: Der Plasmaschlauch und die Chlorophyllbänder waren zusammengefallen; doch reagirten manche Zellen noch, wenn auch die Reaction immer nur auf einzelne zerstreute Punkte beschränkt war und da meist nur als Bräunung selten als Schwärzung sich geltend machte; es war das der letzte Rest von Lebens-Energie.

Tödtung durch Austrocknen.

Wurde *Spirogyra condensata* oberflächlich abgetrocknet 12 Stunden in einer Glocke über concentrirter Schwefelsäure liegen gelassen und nachher in das (auf 30° erwärmte) Reagens gebracht, so zeigten sich weitaus die meisten Zellen grün ohne Silberabscheidung; nur in sehr wenigen Zellen war trotz der starken Schrumpfung, welche das Plasma erlitten hatte, Silberabscheidung eingetreten und zwar nur in vereinzelten inselartigen Portionen desselben. Da wir früher bei einem Versuch mit *Spirogyra Weberi* gar keine Reagirfähigkeit mehr beobachtet hatten, so scheint auch im obigen Falle eine Ausnahme vorzuliegen, die bis zu einem gewissen Grade an die Resistenz mancher Radiolarien und Spaltpilze beim Austrocknen erinnert.

1) Analoge Beobachtungen hat bei Studien über Sauerstoffausscheidung W. Engelmann gemacht. Vide Bot. Ztg. Juli 81.

Tödtung durch mechanische Eingriffe.

Eine Portion derselben Alge wurde in einem Mörser heftig gerieben und dann 12 Stunden im Reagens liegen gelassen. Es zeigte sich nur in wenigen Zellen Reaction, und diese bestand nicht in jener intensiven Schwärzung, wie sie frische annehmen, sondern meist in einer rothen bis violetten (anfangende Silberabscheidung) seltener leicht schwarzen Färbung. Merkwürdiger Weise betraf das Ausbleiben der Reaction auch sehr viele anscheinend ganz unverletzte Zellen, welche jedoch wahrscheinlich in Folge erlittener Zerrung eine innere Schwächung erfahren hatten.

Tödtung durch höhere Temperatur.

Obwohl im Allgemeinen die bei andern Organismen gefundene Lebensgrenze von ca. 45° auch bei den Spirogyren zutrifft, so ist doch durchaus nicht ausgeschlossen, dass einzelne Zellen sich durch bedeutend grössere Widerstandskraft auszeichnen, und sind namentlich Sporen (von *Spirogyra decimina*) hieher zu zählen. Bei einem unserer Versuche reagirten nach kurzem Erwärmen mit Wasser auf 46° noch etwa 10% der Zellen (*Sp. cond.*), bei 55° etwa nur noch 2%, bei 60° wurde nirgends mehr Schwärzung, sondern nur hie und da Bräunung beobachtet, bei 65° nur in höchst seltenen Fällen noch schwache Röthung an den Enden der Plasmaschläuche; jenseits dieser Temperatur war jede Reagirfähigkeit verloren. Das Reagens wurde hier stets 30° warm angewendet.

Tödtung durch Anästhetica.

Werden die Algen (*Sp. condensata*) oberflächlich abgetrocknet 1 Stunde in einer mit Aetherdunst gesättigten Atmosphäre belassen, so schwindet in der Regel jedes Silberreductionsvermögen, wie bereits früher erwähnt wurde; nur bei fettreichen Zellen und manchen Sporen ist hierin eine Ausnahme zu bemerken. Dagegen tritt häufig, wenn der Aetherdunst längere Zeit einwirkte, eine braungelbe Färbung im ganzen Zellinhalt, auch in dem zwischen contrahirtem Plasma und Membran befindlichen Zellsaft auf, was auf Bildung von Zucker¹⁾ schliessen lässt. Da, wie bekannt, Aether

1) Bei einem speciellen Versuche mit einer 1,2 g Trockensubstanz entsprechenden Menge *Spirogyra condensata*, die vorher nur leise Spuren von Zucker enthalten hatte, war, als sie im Aetherdunst 2 Tage in einem verschlossenen Gefässe stehen blieb, der Zuckergehalt auf 1% der Trockensubstanz gestiegen.

auf ungeformte Fermente keinen Effect hat, so ist es begreiflich, dass bei dieser Tödtungsart letztere ihre Thätigkeit unbehindert fortsetzen und daher ihre Producte, welche vorher von dem lebenden Plasma rasch weiter verarbeitet wurden, sich jetzt anhäufen können, woher jenes Auftreten von Zucker wohl erklärlich ist. Ein Widerspruch zu dieser Auffassung scheint freilich darin zu liegen, dass auf 55° erwärmte Algen, bei welcher Temperatur die ungeformten Fermente durchaus noch nicht unwirksam werden, nachher keinen Zucker mehr bilden. Ausser der Zuckerbildung in den dem Aetherdunst ausgesetzten Algen macht sich nach längerer Zeit ein Schleimigwerden und eine angehende Verflüssigung der Cellulose bemerklich, wahrscheinlich ebenfalls Folge einer Fermentwirkung.

Wurden Algen derselben Species 12 Stunden in mit Chloroform gesättigtem Wasser liegen gelassen, so reagirten nachher noch etwa 5% der Zellen; weitaus die meisten Zellen blieben grün, nur einige waren leicht braun oder gelb.

Ein 2tägiges Liegen in Petroleum hatte alle Reactionsfähigkeit vernichtet, dagegen starke Zuckerbildung veranlasst.

Absoluter Alkohol vernichtet die Reactionsfähigkeit in äusserst kurzer Zeit: Nach 20 Secunden Einwirkung desselben schon reagirt nur mehr ein sehr geringer Procentsatz der Zellen und dieser nur sehr schwach.

Tödtung durch Erstickung.

Dass Sauerstoffabschluss rasch tödtlich auf das functionirende Plasma wirkt, ist zwar längst bekannt; doch hielten wir es für nicht uninteressant, den Eintritt des Todes mittelst unserer Methode zu constatiren. Es wurde desshalb eine Portion Spirogyra condensata in etwas Wasser suspendirt in einen Kolben gebracht und mit anhaltendem Kohlensäurestrom alle Luft daraus verdrängt. Nach 24 Stunden war die Plasmastructur völlig verschoben und wurde keine Silberabscheidung mehr, wohl aber eine ziemlich starke auf Zucker deutende Gelbfärbung des gesammten Zellinhaltes erhalten.

Tödtung durch Säuren.

Eine kurze Einwirkung von Salzsäuredunst auf äusserlich abgetrocknete Algen machte diese total unfähig, Silber zu

reduciren. — Ebenso brachte ein $\frac{1}{4}$ stündiger Aufenthalt in einprocentiger Citronensäurelösung vollständige Vernichtung des Lebens mit sich; die äusserliche Structur war hier noch sehr gut erhalten¹⁾. Schon nach 5 Minuten Liegen in einprocentiger Citronensäure oder 30 Minuten in 0,1 procentiger Citronensäure reagirten nur noch etwa 5% der Zellen.

Tödtung durch Alkalien.

Was die Resistenz gegen Alkalien betrifft, so war dieselbe grösser als wir vermutheten. Nach 5 Minuten langer Einwirkung einer zehnprocentigen Ammoniakflüssigkeit war zwar nirgends mehr Schwärzung mit dem Reagens zu erhalten, aber ein 10 Minuten langer Aufenthalt in einprocentiger Kali- und Ammoniaklösung liess nachher noch viele Zellen trotz der erlittenen starken Quellung theils unter Schwärzung, grossentheils aber unter Bräunung reagiren; selbst nach einer Stunde Einwirkung war noch in einigen Zellen Leben nachzuweisen. Bei Anwendung von 1 pro Mille Lösungen Kali und Ammon reagirten aber selbst nach 18 stündiger Einwirkung noch manche Zellen nicht unerheblich, und zwar bei Ammoniak mehr als bei Kali.

Tödtung durch Kochsalzlösung.

Nach einstündigem Verweilen in zehnprocentiger Kochsalzlösung zeigten die meisten Zellen gänzlich zerstörte Structur, und es unterblieb auch jede Silberabscheidung. Bei diesem Versuche ist darauf zu achten, dass, wenn nicht alles NaCl sorgfältig aus den Zellen ausgewaschen wird, sich natürlicher Weise etwas Chlorsilber bildet, welches am Lichte rasch violett wird und dunkelt, was dann vielleicht zu Missdeutungen Anlass geben könnte. Diess ist auch bei Anwendung anderer Chloride wohl zu beachten.

Tödtung durch Metallgifte.

Manche Metallgifte wirken langsamer tödtlich auf Spirogyren, als wir vermuthen konnten. So reagirten noch viele Zellen bei einer Portion Spirogyra condensata, die 2 Stunden in einer ein-

1) Auch nach 12 stündiger Einwirkung von 1—2 procentiger Eisen-
vitriollösung bleibt die sichtbare Structur fast so gut wie unverändert, was
einen grossen Gegensatz zur Wirkung der Erstickung in CO₂ bildet.

procentigen Bleizuckerlösung oder 12 Stunden in einer 0,1procentigen Lösung von arseniger Säure gelegen war. Nach 12stündigem Aufenthalt in einprocentiger Zinkvitriollösung, wodurch der Plasma-schlauch etwas contrahirt und die Chlorophyllbänder häufig abgelöst wurden, reagirten sogar noch etwa 10% der Zellen. Die Schwärzung, welche nach längerem Verweilen in Kupfervitriol derselben Stärke in einigen Zellen mit dem Reagens erhalten wurde, bestand aber nur in Kupferoxyd, wie das momentane Verschwinden derselben durch verdünnte Salzsäure darthat. Selbstverständlich hängt der Grad der Giftigkeit zum grossen Theil mit der Fähigkeit dieser Salze, die Membran zu durchdringen, zusammen; ferner werden entstehende Niederschläge dem weiteren Eindringen der Gifte Widerstand leisten.

Tödtung durch organische Gifte.

Ein mehrstündiges Verweilen in einprocentigen Lösungen von Galläpfelgerbsäure ¹⁾, Gallussäure, Pyrogallol, Resorcin und Hydrochinon vernichtete völlig die Reactionsfähigkeit. Ferner hatte 0,2procentige Salicylsäure ebenfalls tödtlichen Effect, sowie ein einstündiger Aufenthalt in einprocentiger Carbonsäure. Einen merkwürdigen Gegensatz hierzu bilden die Alkaloide: Nach zwölfstündigem Aufenthalt in Lösungen von 1% essigsauren Strychnins reagirten, ebenso wie wir früher bei 0,2% Lösung essigsauren Chinins oder sehr verdünnter Veratrinlösung gefunden hatten, noch eine grosse Anzahl von Zellen wie frisch, obwohl in allen diesen Fällen die Structur des Plasmas verschoben war. — Weitere Versuche, welche wir mit einer einprocentigen Lösung von essigsaurem Strychnin anstellten, ergaben, dass selbst nach 4—5tägiger Einwirkung noch intensive Silberreduction eintrat, obwohl das Protoplasma fast überall bedeutend contrahirt und die Structur gestört war. Es liess sich nicht erwarten, dass hier, wie bei den nahezu verhungerten Algen, ein Wiederaufleben bei Versetzung in günstige Nährlösung eintreten würde und diess bestätigte auch der

1) Der tödtliche Effect der Gerbsäure überrascht um so mehr, als eine nicht unerhebliche Menge davon in den Zellen enthalten ist; wir haben jedoch allen Grund, zu vermuthen, dass er in der Zelle nur als Kali- oder Kalksalz nicht im freien Zustand vorkommt.

Versuch; der Plasmaschlauch blieb contrahirt, reagirte aber nichtsdestoweniger noch immer mit Silberlösung. Die Reactionsfähigkeit verschwand aber äusserst rasch bei Einwirkung einprocentiger Schwefelsäure und kurzem Waschen. Wir erklären diese Erscheinung folgendermassen: Das Strychnin lagerte sich so an die Moleküle des lebenden Plasmas an, dass mit der Störung der Structur nicht eine gleichzeitige Verschiebung der Aldehydgruppen möglich war, ein Hinderniss welches durch Einwirkung der Schwefelsäure beseitigt wurde. Für gewöhnlich freilich hat die Störung des sichtbaren Plasmabaues unmittelbar auch die Aldehydgruppenverschiebung in den Molekülen im Gefolge, und es liegt daher hier eine Todesart ganz besondern Charakters vor.

Nachschrift: Wir möchten am Schlusse noch erklären, dass sowohl diese als die erste Abhandlung (Pflüger's Archiv XXV p. 150) lediglich das Resultat unserer ganz privatim durchgeführten Untersuchungen ist.
