

## Über die Proteine der Rizinusbohne mit spezieller Berücksichtigung des Rizins.

Von

**Thomas Osborne, Lafayette Mendel und Isaak Harris.<sup>1)</sup>**

Die zur Verwendung gelangten Rizinusbohnen waren frisch geerntet und gehörten zu der kultivierten Varietät von *Ricinus zanzibarensis*. Man wählte dieselben wegen ihrer Grösse, die es leichter machte, die Schalen mit der Hand zu entfernen. Wegen Gefahr der Vergiftung musste aber die Hand mit Gummihandschuhen bekleidet sein.

### Auszug a.

900 g von diesen Bohnen, die so von ihren Schalen befreit waren, wurden in einer Drogistenpresse zerstossen und so lange mit Äther behandelt, bis das meiste Öl entfernt war. Das nahezu ölfreie Mehl wurde dann mit 4 Litern einer 10-prozentigen Chlornatriumlösung ausgezogen, der Extrakt vollkommen klar filtriert und gegen fliessendes Wasser 60 Stunden lang dialysiert. Ein starker Niederschlag A schied sich aus, der aus Sphäroiden und Kristallen bestand. Man filtrierte ihn von der Lösung B ab. Niederschlag A wurde in einer 10-prozentigen Chlornatriumlösung aufgelöst, in welcher praktisch alles löslich war, und die Lösung, die auf Lackmus entschieden alkalisch reagierte, wurde mit Chlornatrium gesättigt.

Der gebildete Niederschlag wurde abfiltriert und das Filtrat so lange dialysiert, bis alles Globulin gefällt war. Dies wurde abfiltriert, mit Wasser und Alkohol gewaschen und über Schwefelsäure getrocknet. Es gab Präparat I und wog 12,8 g.

---

<sup>1)</sup> Nach dem American Journal of Physiology Vol. XIV, No. III bearbeitet und übersetzt von Dr. Griessmayer.

Die durch Sättigung mit Chlornatrium entstandene Fällung wurde in einer verdünnten Lösung dieses Salzes aufgelöst, durch Sättigung mit Chlornatrium wieder niedergeschlagen und das Filtrat in derselben Weise wie bei Präparat I behandelt. Man erhielt so Präparat II im Gewichte von 13 g. Indem man dieses Verfahren mit der zweiten Fällung, die durch Sättigung mit Salz erhalten worden war, wiederholte, erhielt man Präparat III, im Gewichte von 6,2 g, und indem man die durch Sättigung mit Kochsalz erhaltene dritte Fällung in verdünnter Kochsalzlösung auflöste und die filtrierte Lösung dialysierte, wurde Präparat IV, im Gewichte von 8,67 g, erhalten. Aus diesen Resultaten geht hervor, dass, obwohl dies Globulin durch Sättigung mit Chlornatrium gefällt wird, eine erhebliche Menge doch jedesmal in der gesättigten Salzlösung, gemäß dessen Löslichkeit darin, gelöst bleibt. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass kein Grund für die Annahme vorliegt, dass zwei Globuline zugegen wären, und die gegenwärtige Schlussfolgerung, dass dieses Globulin eine beschränkte Löslichkeit in gesättigter Kochsalzlösung besitzt, erscheint demnach gerechtfertigt. Das solchergestalt aus diesem Extrakt erhaltene Gesamtglobulin betrug 40,67 g.

Lösung B wurde mit Ammonsulfat gesättigt, um die Proteine, die sie enthielt, auf ein geringeres Volumen zu bringen, und der erhaltene Niederschlag wurde mit einer beschränkten Menge Wasser behandelt, genügend, um nur einen Teil davon in Lösung zu bringen. Der ungelöste Teil davon Ba wurde von der Lösung, B b, abfiltriert. Der Niederschlag Ba wurde dann mit mehr Wasser behandelt, der noch ungelöst bleibende Teil abfiltriert, gewaschen und getrocknet; er gab Präparat V, das 3,7 g wog. Das Filtrat von V wurde gegen fließendes Wasser 12 Tage lang dialysiert und dann von einem geringen Niederschlage abfiltriert, der gewaschen und getrocknet Präparat VI lieferte, im Gewichte von 0,52 g. Dieses Präparat, das sich bei der Dialyse ausgeschieden hatte, enthielt nur einen unbedeutenden Gehalt an in 5-prozentiger Kochsalzlösung löslicher Substanz, und wir haben daher keinen überzeugenden Beweis, dass diese Substanz ursprünglich ein Globulin war; es werden noch die Gründe entwickelt werden, weshalb es wahrscheinlicher ist, dass es sich hier um eine alterierte Substanz oder um eine Albuminatform handelt, die aus einem Albumin abstammt. Albumine, die sich solchergestalt verhalten, finden sich nahezu in allen Samen.

Das Filtrat von VI wurde gegen Alkohol dialysiert, bis es auf ein geringes Volumen konzentriert war und dann von einem erheblichen

Niederschlag abfiltriert, der nach dem Trocknen 3,84 g wog. Diese Substanz wurde mit Wasser behandelt, der Teil, der nicht in Lösung ging, wurde abfiltriert, gewaschen und getrocknet und lieferte Präparat VII, im Gewichte von 1,45 g.

Lösung Bb wurde 12 Tage lang gegen laufendes Wasser dialysiert, dann von einem geringen Betrage an unlöslicher Substanz abfiltriert, die gewaschen und getrocknet Präparat VIII lieferte, im Gewichte von 2,2 g.

Das Filtrat von VIII wurde gegen Alkohol dialysiert, bis es auf ein geringes Volumen konzentriert war, dann wurde filtriert und der Niederschlag mit absolutem Alkohol behandelt und getrocknet; er wog 20,7 g.

Dieser letztere wurde dann mit Wasser ausgezogen, die darin unlösliche Substanz abfiltriert, gewaschen und getrocknet; sie gab Präparat IX im Gewichte von 3,07 g.

Das Filtrat von IX wurde mit dem auf ähnliche Weise gewonnenen von VII vereint und beide mit Magnesiumsulfat gesättigt. Der hierdurch erhaltene Niederschlag wurde wieder in Wasser gelöst und wieder mit Magnesiumsulfat gefällt. Die so erhaltene zweite Fällung wurde von der Lösung dadurch befreit, dass man sie auf eine poröse Platte strich, in ungefähr 25 cc Wasser löste und die Lösung 3 Tage gegen fließendes Wasser dialysierte. Die klare Lösung wurde dann über Schwefelsäure im Vakuum eingedampft und der Rückstand von der Schale abgeschabt und gewogen: Präparat X, im Gewichte von 1,39 g. Da man fand, dass diese Substanz äusserst giftig war und das bei diesem Versuche reinste Rizin ausmachte, so musste man die äusserste Vorsicht walten lassen, als man es aus der Schale nahm, in der es getrocknet worden war. Diese Substanz wird später im Detail behandelt werden. Die Filtrate der beiden Fällungen mit Magnesiumsulfat wurden vereinigt und 19 Tage gegen fließendes Wasser und dann gegen Alkohol dialysiert, bis sich alles Protein ausgeschieden hatte. Der so erhaltene Niederschlag wurde abfiltriert, in Wasser gelöst und durch Giessen in ein grosses Volumen Alkohol wiederum niedergeschlagen. Der Niederschlag wurde mit Alkohol gewaschen und über Schwefelsäure getrocknet, er lieferte Präparat XI, im Gewichte von 4,08 g. Er bestand aus Proteose und hatte keine giftige Wirkung. Diese Proteose repräsentierte die wasserlösliche Substanz, die aus zwei Produkten gewonnen worden war, welche 20,7 und 3,84 g wogen. Aus diesen zog man

die Präparate VII, IX und X, deren Gesamtgewicht 5,92 g betrug; aus dem Rest von 18,62 g Proteose bekam man schliesslich nur noch 4,08 g oder ungefähr 22 0/0. Dieser Verlust stammt wohl hauptsächlich von der Diffusion der Proteose, die während der langen Dialyse stattfand, die zu ihrer Isolierung notwendig war. Einige dieser Präparate wurden analysiert, um einige ihrer Beziehungen zu bestimmen, die bei künftigen Versuchen zur Darstellung des Rizins als Führer dienen konnten.

	VI 0/0	VII 0/0	VIII 0/0	IX 0/0	X 1 0/0	X 2 0/0	XI 1 0/0	XI 2 0/0
Kohlenstoff . . .	—	52,20	—	51,90	47,74	47,52	43,78	43,85
Wasserstoff . . .	—	6,99	—	6,87	6,58	6,61	6,17	6,32
Stickstoff . . . .	14,84	15,65	15,62	15,85	14,03	—	17,19	—
Asche . . . . .	0,63	0,16	1,17	0,13	2,84	—	3,77	—

Die aschenfreie Durchschnittszusammensetzung war also folgende:

	VI 0/0	VII 0/0	VIII 0/0	IX 0/0	X 0/0	XI 0/0
Kohlenstoff . . .	—	52,28	—	51,96	49,03	45,54
Wasserstoff . . .	—	7,00	—	6,87	6,60	0,49
Stickstoff . . . .	14,93	15,68	15,81	15,87	14,44	17,86

Von diesen Präparaten entsprechen VI, VII, VIII und IX den unlöslichen Produkten oder Albuminaten, die sich während des Prozesses ihrer Isolierung bilden. Diese verhalten sich sehr ähnlich in ihrer Zusammensetzung und bestehen ohne Zweifel hauptsächlich aus Abkömmlingen des in diesem Auszuge enthaltenen koagulierbaren Proteins, denn mit der Entfernung dieser Substanz wurde die Menge des Albumins offenbar vermindert. Der Stickstoffgehalt von Präparat X ist offenbar zu niedrig, wohl infolge eines analytischen Fehlers. Dies Präparat X enthielt eine grosse Menge eines Proteins, das bei langem Erhitzen auf 70° gerann, aber wegen zu geringer Menge des Präparates nicht bestimmt werden konnte. Seine Giftigkeit war hoch:

0,002 von einem Milligramm per Kilo einem Kaninchen subkutan eingespritzt wirkte tödlich mit allen Symptomen einer Rizinvergiftung. Die Proteose aus Präparat XI war vollständig frei von Giftigkeit. Schon Cuschny fand, dass die Toxine durch Sättigung mit Magnesiumsulfat vollständig gefällt werden.

#### Auszug b.

Da es sehr unwahrscheinlich erschien, dass die Proteosen die unlöslichen, albuminatähnlichen Produkte, die man aus Auszug a erhielt, geliefert haben sollten, so zweifelten die Autoren nicht daran, dass diese Produkte Abkömmlinge des Albumins wären, und dass, wenn dem so wäre, es sich wohl um Alterationsprodukte des Rizins handeln würde. Infolge dieses Gedankenganges unternahmen sie einen anderen Auszug (b) des Rizinussamens (von derselben Varietät), indem sie fraktionierte Fällungen mit Ammonsulfat vornahmen, wobei sie sich der Hoffnung hingaben, hierdurch die Alteration des Albumins zu vermeiden, welche in Gegenwart von Alkohol in so grossem Mafsstabe stattgefunden hatte. Bei diesem Auszuge wurden die Schalen nicht entfernt, sondern die ganzen Samen zerstossen und das Öl mit Äther ausgezogen. Von dem so zubereiteten Mehl wurden 1305 g mit 6 Litern einer 10-prozentigen Kochsalzlösung ausgezogen, der Auszug vollständig klar filtriert und 4 Tage lang gegen fließendes Wasser dialysiert. Das so gefällte Globulin wurde wie gewöhnlich gewaschen und getrocknet und wog 190 g. In dem Filtrate, welches 1475 cc maß, löste man 5044 g Ammonsulfat auf, was so ziemlich 45 % des Betrages entspricht, der zur vollständigen Fällung mit diesem Salze erforderlich wäre. Niederschlag I, der sich hierbei ausschied, wurde abfiltriert und weitere 1680 g des Sulfates zum Filtrat gesetzt, wodurch dessen Menge auf 60 % voller Sättigung stieg. Der sich hierdurch ausscheidende Niederschlag II wurde abfiltriert und weitere 1122 g Sulfat zum Filtrat gesetzt, wodurch dieses auf 70 % der Sättigung gebracht wurde und Niederschlag III entstand. Das Filtrat von III, vollständig gesättigt, lieferte Niederschlag IV. Eine Untersuchung dieser 4 Fraktionen zeigte, dass I viel von dem enthielt, was beim Erhitzen unter 80° C. koaguliert, während II und III sehr wenig Albumin enthielten, wohl aber eine erhebliche Menge von einer Substanz, die sich, wie die Heteroproteose, beim Abkühlen der Lösung ausscheidet, nachdem man diese

einige Zeit auf siedendem Wasserbad erhitzt hat. Niederschlag I unterschied sich von den anderen Niederschlägen auch dadurch, dass er ein flockiges, voluminöses Produkt bildete, welches keine Tendenz zeigte, sich, wie die anderen, zu einer dichten, gummiartigen Masse zu vereinigen. In dieser Beziehung ähnelten diese letzteren den gewöhnlichen Proteosen, wie sie bei der peptischen Verdauung entstehen.

Niederschlag IV enthielt weder Albumin noch Heteroproteose. — Diese 4 Fraktionen wurden nun in folgender Weise weiter behandelt. Niederschlag I wurde in Wasser gelöst, die Lösung klar filtriert und, um sie auf ein kleineres Wasservolumen zu bringen, durch Sättigung mit Ammonsulfat gefällt. Der Niederschlag (Ia) wurde sehr trocken abgesaugt, in 1000 cc Wasser gelöst und durch ein gleiches Volumen gesättigter Sulfatlösung gefällt. Dieser Niederschlag (I b) wurde trocken abgesaugt, in 1000 cc Wasser gelöst und gesättigte Sulfatlösung zugesetzt, bis die Ausscheidung begann. Dies erforderte 250 cc des gesättigten Sulfates, entsprechend einer  $\frac{1}{5}$  Sättigung. Diese Sättigung wurde dann durch Zusatz von weiteren 250 cc Sulfatlösung auf  $\frac{1}{3}$  gesteigert, der entstandene Niederschlag (I c) abfiltriert, in 25 cc Wasser gelöst und die Lösung 11 Tage lang gegen fließendes Wasser dialysiert. Es schied sich hierdurch ein Globulinniederschlag aus, den man abfiltrierte und der gewaschen und getrocknet Präparat XII lieferte, im Gewichte von 5,74 g.

Das klare Filtrat von XII wurde auf einem Teller bei 50° eingedampft und, da es vermutlich sehr giftig war, genug Petroleumbenzin darüber gegossen, so dass die ganze Substanz davon bedeckt war und man dadurch vermied, dass sie beim Herauskratzen aus dem Teller herumspritzte. Die letztere Operation geschah ausserhalb des Laboratoriums, wobei man eine Glasplatte über den Teller legte, unter welcher die Kratzerei vor sich ging. Der Rückstand wurde dann in einen Kolben gebracht, das Benzin bei niederer Temperatur verdunstet und der Rückstand getrocknet. Er bildete Präparat XIII und wog 11,93 g. Das Filtrat von I b wurde durch Zusatz von 500 cc gesättigten Sulfates auf  $\frac{1}{2}$ -Sättigung gebracht und der gebildete Niederschlag (I d) abgesaugt.

Dieser, sowie der bald zu beschreibende Niederschlag I x c, wurden in etwas Wasser gelöst und die Lösung 11 Tage lang dialysiert. Ein geringer Globulinniederschlag, zugleich mit einer erheblichen Menge von unlöslichem Albuminate, das sich gebildet hatte, wurden abfiltriert und gaben Präparat XIV, das 1,35 g wog. Das klare Filtrat davon

wurde bei 50 ° eingedampft, in derselben Weise behandelt wie Präparat XIII und lieferte Präparat XV, das 23,89 g wog.

Das Filtrat von Niederschlag I d wurde mit Ammonsulfat gesättigt und lieferte Niederschlag I x b, der mit I x a vereinigt, trocken abgesaugt und in Wasser gelöst wurde. Man setzte eine gesättigte Ammonsulfatlösung hinzu, bis sich ein bedeutender Niederschlag I x c bildete. Dieser wurde in Wasser gelöst und, wie oben bemerkt, zu Niederschlag I d gesetzt. (Die Verfasser sehen dies jetzt selbst für einen Fehler an.)

Das Filtrat von dieser teilweisen Fällung durch die gesättigte Sulfatlösung wurde nun vollständig gesättigt, der entstandene Niederschlag (I e) in Wasser gelöst, die Lösung 17 Tage gegen fließendes Wasser dialysiert, von einem ganz geringen Globulinniederschlag abfiltriert, die klare Lösung eingedampft und ebenso behandelt wie Präparat XIII. Das so erhaltene Produkt wog 8,75 g und bildete Präparat XVI.

Niederschlag II vom ursprünglichen Auszug wurde in Wasser gelöst, und seine Lösung so lange dialysiert, bis sie vom Sulfat nahezu befreit war. Es bildete sich eine Spur von unlöslicher Substanz, wovon man die Lösung abfiltrierte. Erhitzte man einen kleinen Teil dieser Lösung einige Zeit auf dem Wasserbade, so erhielt man ein ganz geringes Koagulum und, nachdem dies abfiltriert war, beim Abkühlen einen erheblichen Niederschlag, der beim Erhitzen in Lösung ging und sich beim Abkühlen wieder einstellte, nach Art der Heteroproteosen.

Der Rest der Lösung wurde bei 50 ° eingedampft und hinterliess einen Rückstand im Gewichte von 8,73 g, der Präparat XVII bildete.

Niederschlag III wurde in Wasser gelöst und behufs Reduktion des Volumens durch Sättigung mit Ammonsulfat wieder gefällt. Letzterer Niederschlag wurde dann in einer möglichst geringen Wassermenge gelöst und diese Lösung 17 Tage dialysiert. Es schied sich eine ganz geringe Menge Substanz aus, die aber nicht den Anschein einer Heteroproteose hatte, da sie die Erhitzungsreaktion nicht lieferte. Sie hatte alle Eigenschaften eines Globulins und wurde beim Erhitzen koaguliert. Zu einer genaueren Untersuchung war die Substanzmenge zu gering. Die klare Lösung, aus welcher dies Globulin abgeschieden worden war, wurde bei 50 ° eingedampft und 2,35 g von Präparat XVIII erhalten.

Fällung IV wurde in Wasser gelöst und durch Giessen der Lösung in Alkohol zweimal gefällt. Dann löste man den Niederschlag in Wasser, dialysierte 9 Tage lang gegen Wasser und dann gegen Alkohol, bis

die gelöste Proteose gefällt war, worauf letztere mit absolutem Alkohol entwässert und über Schwefelsäure getrocknet wurde. Dies gab Präparat XIX und wog 11 g. Dies Präparat enthielt kein koagulierbares Protein, noch irgendwelche heteroproteoseähnliche Substanz. Der proteosehaltige Teil dieses Präparates war sehr diffusibel und bei der Dialyse desselben gegen Wasser ging viel verloren.

Sämtliche Präparate wurden bei 110° getrocknet und mit folgenden Resultaten analysiert.

	XIII	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
	%	%	%	%	%	%
Kohlenstoff . . .	50,76	50,22	48,52	48,29	48,85	47,56
Wasserstoff . . .	6,87	6,85	6,59	6,60	6,64	6,15
Stickstoff . . .	16,52	16,85	18,60	18,22	18,57	18,68
Schwefel . . .	1,67	1,93	2,84	2,98	2,70	2,81
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . .	1,69	1,61	0,54	1,36	0,25	0,91
Asche . . .	0,71	0,70	0,43	0,98	0,23	0,84

Diese Analysen, auf ammoniumsulfat- und aschenfreie Substanz berechnet und unter Abzug des Stickstoffs, Schwefels und Wasserstoffs des Sulfates ergaben folgende Zusammensetzung des organischen Teiles dieser Präparate:

	%	%	%	%	%	%
Kohlenstoff . . .	52,01	51,41	49,00	49,44	49,10	48,41
Wasserstoff . . .	7,02	7,00	6,65	6,76	6,68	6,26
Stickstoff . . .	16,56	16,90	18,67	18,37	18,63	18,82
Schwefel . . .	1,29	1,77	2,74	2,70	2,73	2,63
Sauerstoff . . .	23,12	22,92	22,94	22,83	22,87	23,88

Von diesen 6 Präparaten XVI, XVII, XVIII und XIX bestand fast alles aus Proteose, während XIII und XV Mischungen von Albumin und Proteose darstellten. In diesen zwei letzteren Präparaten konzentriert sich das Hauptinteresse, denn sie enthielten nahezu die ganze giftige Substanz des Auszuges, während die anderen Präparate praktisch giftfrei waren. Für Kaninchen betrug die tödliche Minimal-



dose von XIII 0,0005 *mg* per Kilo, subkutan eingespritzt; die von XV ungefähr 0,001 *mg* per Kilo. Der Gehalt an koagulierbarem Albumin in diesen beiden Präparaten wurde in der Art bestimmt, dass man 0,3083 *g* von XIII und 0,407 *g* von XV in einer 5-prozentigen Kochsalzlösung auflöste und eine Stunde auf 95° erhitzte.

Von jedem wurde das Koagulum abfiltriert, gewaschen und bis zur Gewichtskonstanz bei 110° getrocknet. Das Koagulum von XIII wog 0,2178 *g* = 70,64%; das von XV wog 0,1718 *g* = 46,48%. Der Stickstoff wurde in diesen Koagulis nach Kjeldahl zu 15,8, beziehungsweise 16,0% bestimmt, was mit dem Befunde bei den Präparaten VII, VIII und IX genau stimmt. Die spezifische Drehung betrug  $[\alpha]_D = -28,85^\circ$ , beziehungsweise von XV — 30,2°.

Das Verhältnis der verschiedenen Stickstoffformen in XIII wurde nach Hausmann's modifizierter Methode (Osborne and Harris: Journal of the American chemical Society 1903, 25) in folgender Weise gefunden:

Stickstoff als Ammoniak . . . . .	1,74 %.
Basischer Stickstoff . . . . .	4,29 <
Aminostickstoff . . . . .	10,42 <

Kein Präparat enthielt irgend welchen Phosphor.

Wenn wir die Zusammensetzung einer Mischung von koagulierte Albumin (C 52,12; H 6,93; N 15,78%) und dem Proteosepräparat XVI (C 49,0; H 6,65; N 18,67%) berechnen, so bekommen wir für 70,64% Albumin und für 29,36% Proteose: C 51,21; H 6,85; N 16,63 (gefunden: C 52,01; H 7,02; N 16,56) und für eine Mischung von 46,48% Albumin und 53,52% Proteose: C 50,45; H 6,78; N 17,32; (gefunden C 51,41; H 7,00; N 16,90%).

Die erhaltenen Resultate zeigen, dass beide Präparate ausser der Proteinsubstanz wenig andere Körper enthielten, und dass XIII zum mindesten 70,64% von koagulierbarem Albumin und dass XV hiervon 46,48% enthielt. Da keines der erhaltenen Präparate, wenn es albuminfrei war, giftige Eigenschaften aufwies, und da XIII, das viel mehr Albumin enthielt wie XV, entschieden giftiger war, so scheint es fast sicher zu sein, dass Rizin und Albumin eine und dieselbe Substanz sind. In welcher Beziehung dies giftige Albumin sich von den anderen ungiftigen Proteinen unterscheidet, hierüber liefern die Analysen sowie die Prüfung der Präparate keinen Aufschluss.

Soweit obige Bestimmungen reichen, unterscheidet sich das Rizin bezüglich der Zusammensetzung, der Hitzeoagulation, der Farbenreaktionen, der Fällungsreaktionen, der spezifischen Drehung oder der Bindung seines Stickstoffes von den gewöhnlichen Proteinen in keiner Weise.

Präparate, die nach den oben beschriebenen Trocknungsmethoden erhalten worden waren, lösen sich vollständig in Wasser oder »physiologischer Salzlösung« und bilden damit eine vollständig klare und farblose Lösung. Proben, die man mehrere Monate aufbewahrt hatte, zeigten keine Verminderung in ihrer physiologischen Wirksamkeit, wie das von mehreren Forschern in bezug auf das Rizin des Handels behauptet worden ist. Mit Rücksicht auf die äusserst geringe Rizinmenge, die erforderlich ist, um tiefe physiologische Wirkungen hervorzubringen, indem der Tod nach einer bedeutenden Frist eintritt, erscheint es den Verfassern wahrscheinlich, dass das Rizin wie ein Enzym wirkt. Ist diese Annahme richtig, die durch manche andere Eigenschaften des Rizins, zumal durch die Wirkung der Erhitzung, gestützt wird, so hätten wir einen Beweis für die Proteinnatur der Enzyme.

Die interessanten physiologischen Versuche der Herren Verfasser wiederzugeben, müssen wir uns versagen, da dieses Thema in den Rahmen einer analytischen Zeitschrift nicht hineinpasst.

Nur einem Einwand müssen wir noch begegnen. Wenn auch kein Zweifel darüber besteht, dass die physiologisch aktive Substanz, die man Rizin nennt, mit dem in der Rizinusbohne vorhandenem koagulierbarem Albumin verknüpft ist, so kann man doch zweifeln, ob das Toxin und Agglutinin des Physiologen mit dem Protein identisch sind, oder ob es sich hier nur um sogenannte Verunreinigungsprodukte handelt, die mit dem Rizin gefällt werden.

Hiergegen muss bemerkt werden, dass das Rizin nicht in den frühesten (Globulin) Fraktionen erhalten wird, mit welchen bei fraktionierten Fällungen die Unreinigkeiten in der Regel niedergeschlagen werden. Die Fällungsgrenzen des Toxins und Agglutinins sind genau bestimmt und fallen zwischen  $\frac{1}{5}$  und  $\frac{1}{3}$  der vollständigen Sättigung mit Ammonsulfat und stimmen genau mit jenen des Albumins. Auch zeigen die geringsten noch toxisch wirkenden Verdünnungen des Rizins noch die Biuretreaktion. Alle Versuche, durch Verdauung mit Trypsin eine Trennung des Albumins von der physiologisch wirksamen Substanz herbeizuführen, schlugen fehl. Mit der Verdauung des Albumins sind auch die »Unreinigkeiten« verdaut und zeigen keine giftige Wirkung mehr.