

# Kolloid-Zeitschrift

Zeitschrift für wissenschaftliche und technische Kolloidchemie  
(früher „Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide“)

Organ für das Gesamtgebiet der reinen und angewandten Kolloidchemie

Herausgegeben von  
Prof. Dr. **Wolfgang Ostwald** in Leipzig, Brandvorwerkstraße 77

Erscheint monatlich 1 mal

Verlag von **THEODOR STEINKOPFF**  
Dresden und Leipzig

Preis für den Band M. 30.—

## Ueber die Quellung und „Lösung“ von Aleuron.

Von Marian O. Hooker und Martin H. Fischer<sup>1)</sup>.

(Aus dem Joseph-Eichberg-Laboratorium für Physiologie an der Universität in Cincinnati, U. S. A.)

(Eingegangen 22. August 1919. Abgesandt September 1916.)

### I. Einleitung.

Die vorliegende Mitteilung über Quellung und „Lösung“ des Aleurons ist die erste einer Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand. Eine Durchsicht der einschlägigen Literatur nach früheren Arbeiten über das Verhalten dieses Körpers blieb erfolglos.

Die in folgenden Zeilen mitgeteilten Versuche sind in zweifacher Hinsicht von Interesse. Sie gliedern sich erstens dem bereits bekannten Tatsachenkreis über die Wasserabsorption verschiedener Eiweißkörper ein, der durch die Arbeiten F. Hofmeister's, K. Spiro's, Wo. Ostwald's, Wo. Pauli's, W. B. Hardy's, M. H. Fischer's, Fred Upson's und ihrer Mitarbeiter geschaffen wurde; zweitens aber vermehren sie die nur beschränkte Zahl der bisherigen Untersuchungen über die kolloidchemischen Eigenschaften der pflanzlichen Proteine. Ueber diesen Gegenstand liegen gegenwärtig nur die Mitteilungen T. B. Wood's und W. B. Hardy's<sup>2)</sup> über die „Kohäsion“ von Weizengluten und seiner Tendenz zum „Zerfall“ und zur „Lösung“ in verdünnten Säuren, Salzen usw., sowie die jüngeren Untersuchungen F. W. Upson's und J. W. Calvin's<sup>3)</sup> vor, welche die Quellung und Schrumpfung des nämlichen Körpers behandelten. Obwohl die Untersuchungen der beiden Gruppen von Autoren

einander enge berühren, so betreffen sie doch zwei ganz verschiedene Probleme. Im Lichte unserer gegenwärtigen Vorstellungen über Kolloidchemie beschäftigen sich erstere hauptsächlich mit den Aenderungen des Dispersitätsgrades eines pflanzlichen Eiweißkörpers, letztere hingegen mit seinen Hydratationsänderungen. Wenngleich die beiden Vorgänge häufig miteinander verknüpft sind, so sind sie doch, wie M. H. Fischer<sup>4)</sup> bei seinen Untersuchungen an der Gelatine gezeigt hat, nicht identisch.

### II. Versuchsmethodik.

Um einen Einblick in die allgemeinen Eigenschaften eines „natürlichen“ Aleurons zu gewinnen, untersuchten wir das leicht erhältliche Handelspräparat. Bekanntlich ist dieses eine Mischung mehrerer Eiweißkörper. Die im folgenden mitgeteilten Versuchsergebnisse sind demnach nicht als Wirkungen verschiedener äußerer Bedingungen auf einen einzigen Eiweißkörper, sondern vielmehr als die Summe jener Bedingungen auf mehrere zu werten. Unsere Versuche wurden, wie dies bereits bei früheren Untersuchungen anderer Eiweißkörper geschah, derart ausgeführt, daß abgewogene Mengen (1 g) trockenem Aleurons in kalibrierte Röhren (von 19 mm Durchmesser) eingebracht wurden, welche eine konstante Flüssigkeitsmenge enthielten (40 ccm). Die Höhe des Bodensatzes des Aleurons war dann ein Maß seines Quel-

<sup>1)</sup> Uebersetzt von J. Matula (Wien).

<sup>2)</sup> T. B. Wood und W. B. Hardy, Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, 81, 38 (1908).

<sup>3)</sup> Fred W. Upson und J. W. Calvin, Personal Communication 1914; Journ. Amer. Chem. Soc. 37, 1295 (1915).

<sup>4)</sup> M. H. Fischer, Science 42, 223 (1915), Koll.-Zeitschr. 17, 1 (1915).

lungsgrades. Um die Menge des in „Lösung“ gegangenen Proteins zu bestimmen, wurden von der überstehenden Flüssigkeit 20 ccm abpipettiert und das darin enthaltene Eiweiß durch Zusatz einer bestimmten Menge (10 ccm) einer Standardlösung von Phosphor-Wolframsäure<sup>5)</sup> gefällt.

Nach Einbringen des Aleurons in die verschiedenen Lösungen wurde der Inhalt der Epröuvetten durch längeres Schütteln gründlich gemischt und darauf geachtet, alle Proben in genau der gleichen Weise zu behandeln. Gleich den meisten Kolloidreaktionen erfordern Quellung und Lösung des Aleurons eine gewisse Zeit. Wo nicht anders angegeben, beziehen sich die folgenden Messungen auf eine Zeit von 18 Stunden nach der Mischung. Da unsere Versuche bloß vergleichender Natur waren, erachteten wir es als genügend, die Unterschiede in den Beträgen des „gelösten“ Proteins unter verschiedenen Umständen durch die photographische Wiedergabe der nach quantitativer Fällung des gelösten Proteins durch Phosphorwolframsäure gebildeten weißen Niederschläge anzudeuten.

### III. Versuchsergebnisse.

1. Wenn von den niedrigsten Konzentrationen abgesehen wird, so quillt Aleuron in irgend einer Säurelösung stärker, als in destilliertem Wasser. Dies zeigt Tabelle I. Die Zahlen in den Kolonnen sind entsprechend der Reihenfolge in der tatsächlichen Ausführung der Versuche von oben nach unten zu lesen. Unter Berücksichtigung kleiner, durch ungleichmäßiges Absetzen usw. verursachten Abweichungen, sind

<sup>5)</sup> Tsuchiya's Reagens (Zentralbl. f. inn. Med. 29, 105, 1908). 1,5 g Phosphorwolframsäure + 5 ccm konz. Salzsäure, mit Alkohol auf 100 ccm aufgefüllt.

auch die in einer Horizontalreihe stehenden Werte vergleichbar.

Aus den Tabellen ist zu ersehen, daß bei „starken“ Säuren (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) jede Zunahme ihrer Konzentration zunächst auch

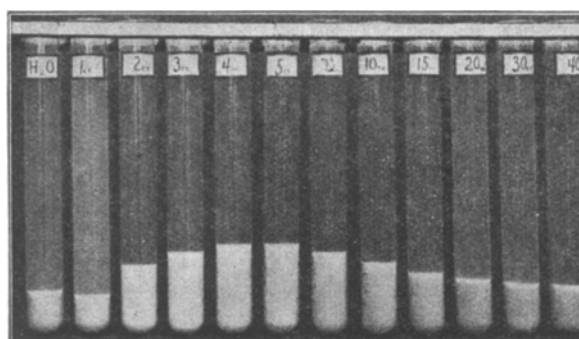


Fig. 1

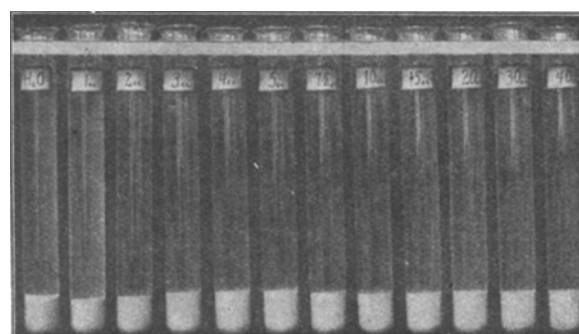


Fig. 2

eine Zunahme der Quellung zur Folge hat; von einem gewissen Punkte an aber bewirkt Erhöhung der Säurekonzentration eine Verminderung der Quellung. Die Fig. 1 und 2,

Tabelle I.

#### Säuren.

Konzentration	Höhe der Niederschlagsmenge in mm nach 18 Stunden in					
	Salz-	Salpeter-	Schwefel-	Milch-	Ameisen-	Wein-
	Säure					
40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)	24	25	25	25	25	25
1 ccm 1/10 norm. Säure + 39 ccm H <sub>2</sub> O	22	23	23	24	22	23
2 „ „ „ + 38 „ „	37	33	24	34	31	25
3 „ „ „ + 37 „ „	44	40	26	38	37	29
4 „ „ „ + 36 „ „	49	42	26	41	38	33
5 „ „ „ + 35 „ „	48	39	26	44	39	35
7 1/2 „ „ „ + 32 1/2 „ „	45	34	25	47	43	40
10 „ „ „ + 30 „ „	40	29	25	48	45	44
15 „ „ „ + 25 „ „	34	25	25	49	45	46
20 „ „ „ + 20 „ „	31	25	26	53	47	48
30 „ „ „ + 10 „ „	28	25	26	55	50	50
40 „ „ „	27	25	26	55	50	50

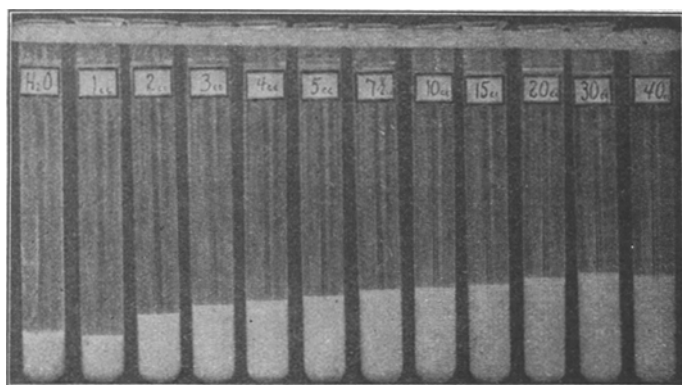


Fig. 3

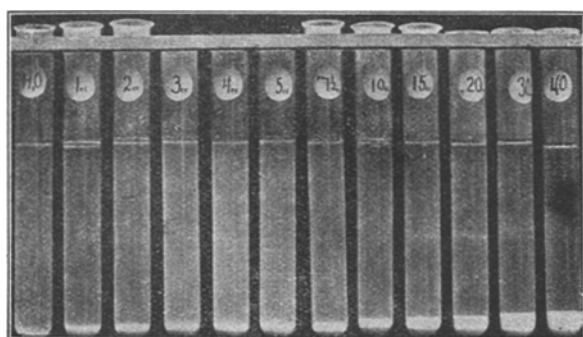


Fig. 4

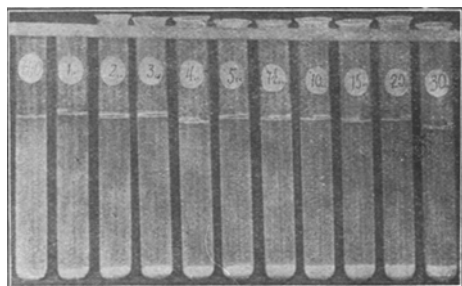


Fig. 5

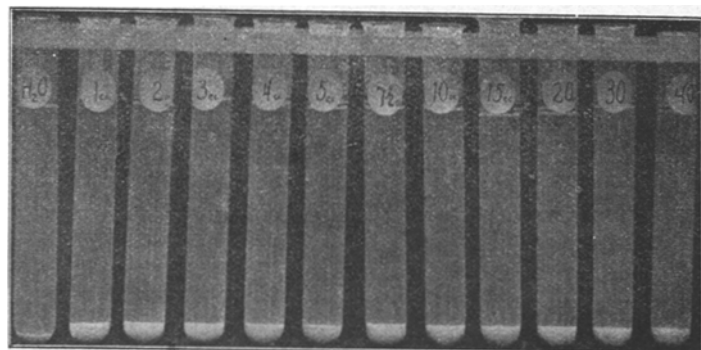


Fig. 6

welche eine photographische Wiedergabe der mit Salz- und Schwefelsäure angestellten Versuche sind, veranschaulichen dieses Verhalten besser, als dies viele Worte vermögen. Bei „schwachen“ Säuren (Milch-, Ameisen- und Weinsäure) ist, innerhalb der in unseren Versuchen angewendeten Konzentrationen, mit fortschreitender Konzentrationszunahme nur fortschreitende Quellung zu beobachten. Fig. 3 zeigt das Verhalten bei Milchsäure.

Tabelle I bestätigt auch schon früher bekannte Befunde, welche zwar schon oft betont wurden, aber doch vielfach nicht die entsprechende Beachtung gefunden haben; namentlich wird in Betrachtungen über die Säureintoxikation im lebenden Organismus häufig über die einfachen Tatsachen der Säurewirkung auf gewöhnliche Eiweißkörper hinweggegangen. Die Tabelle zeigt deutlich, daß der Quellungsgrad nicht allein von der Wasserstoffionenkonzentration abhängt. So bewirkt Schwefelsäure, die in verdünnter Lösung nahezu die gleiche Menge von H-Ionen adissoziiert wie Salz- oder Salpetersäure, eine nur um wenig stärker Quellung als destilliertes Wasser. Andererseits erweisen sich schwach dissoziierte Säuren, wie Milch-, Ameisen- oder Weinsäure, was die Quellung anbelangt, fast ebenso wirksam wie Salzsäure. Wie die Endglieder dieser Reihen zeigen, gibt es Konzentrationen, in welchen der quellungsfördernde Einfluß dieser „schwachen“ organischen Säuren auf Aleuron jenen von optimalen HCl-Konzentrationen übertrifft.

Wir wollen nur diese Quellungswirkung der Säuren mit ihrer lösenden Kraft auf Aleuron vergleichen. Die Niederschlagsmengen, die aus gleichen Mengen der überstehenden Flüssigkeit in den verschiedenen Röhrchen durch Zusatz einer Standardlösung von Phosphor-Wolframsäure erhalten wurden, sind aus den Figuren 4, 5 und 6 zu ersehen, welche den Figuren 1, 2 und 3 der Parallelserien entsprechen. Wir ersehen aus Fig. 4, daß mit fortschreitender Salzsäurekonzentration auch die in Lösung gehende Eiweißkonzentration zunimmt, und zwar auch dann, wenn das Quellungsoptimum überschritten ist. Schwefelsäure (Fig. 5) wirkt ähnlich, aber nur nicht so energisch wie Salzsäure. Bei Milchsäure (Fig. 6) bleibt die gelöste Eiweißmenge trotz der mit der Konzentration zunehmenden Quellung, praktisch konstant. Es ist von Interesse, die Höhe des Eiweißniederschlags in der letzten Röhre der Fig. 6 mit der Höhe des Niederschlags in der entsprechenden Röhre der Fig. 4 zu vergleichen. Obwohl

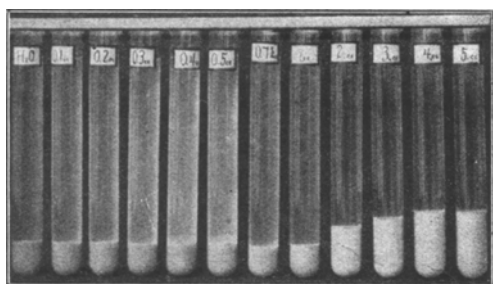


Fig. 7

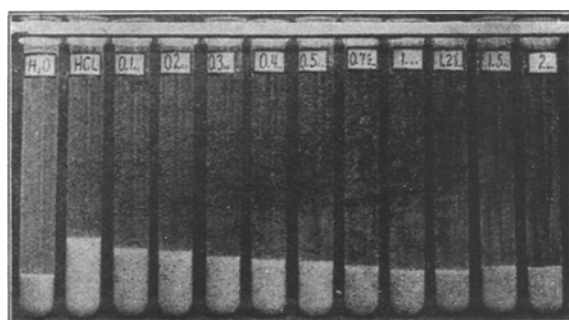


Fig. 8

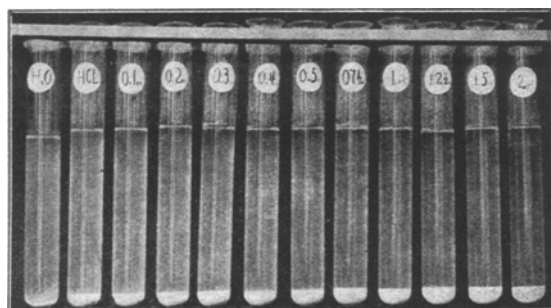


Fig. 9

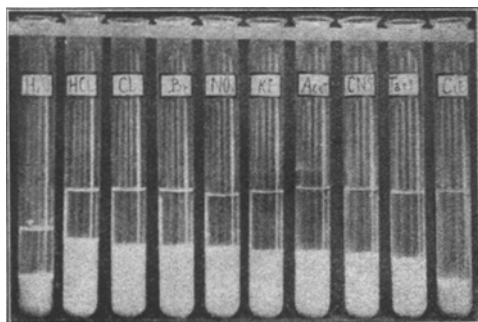


Fig. 10

hier die Salzsäure bereits quellungshemmend wirkt, hat sie doch eine bedeutendere Lösungskraft als Milchsäure.

Wir erkennen weiter aus Tabelle I, daß die niedersten Säurekonzentrationen zu einer kleinen Verminderung der Quellung, im Vergleich zu jener in Wasser, führen. Dieser quellungshemmende Einfluß niedriger Säurekonzentrationen ist noch deutlicher aus Tabelle II und Fig. 7 zu ersehen.

Tabelle II.  
Säuren.

Konzentration	Höhe der Niederschlagsmenge in mm nach 18 Stunden in	
	Salz-säure	Salpeter-säure
40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle) . . . . .	24	24
0,1 ccm $\frac{1}{10}$ norm. Säure + 39,9 ccm H <sub>2</sub> O	24	24
0,2 " " " + 39,8 " " "	23	24
0,3 " " " + 39,7 " " "	22	24
0,4 " " " + 39,6 " " "	23	24
0,5 " " " + 39,5 " " "	23	24
0,75 " " " + 39,25 " " "	23	22
1 " " " + 39 " " "	23	21
2 " " " + 38 " " "	36	30
3 " " " + 37 " " "	42	35
4 " " " + 36 " " "	46	38
5 " " " + 35 " " "	46	38

2. Wie schon früher beim Fibrin und anderen Eiweißkörpern bemerkt wurde, wird auch die Säurequellung des Aleurons durch Zusatz verschiedener Salze herabgesetzt. Wie aus Tabelle III und Fig. 8, die sich auf Kochsalz beziehen, ersichtlich ist, läuft die Quellungshemmung der Salzkonzentration parallel.

Während aber die Quellung durch Zusatz steigender Natriumchloridmengen herabgesetzt erscheint, wird die „Löslichkeit“ des Aleurons dadurch gesteigert, wie dies an den immer massiger werdenden Niederschlägen (Fig. 9) zu erkennen ist.

3. Alle Salze (mit einer noch zu erwähnenden Ausnahme) vermindern die Säurequellung des Aleurons, jedoch erweisen sich gewisse Salze in dieser Hinsicht wirksamer als andere. Die relative Wirkung von Salzen mit gemeinsamer Base, aber verschiedenem Säureradikal, ist aus Tabelle IV und Fig. 10 zu ersehen. Bei der gewählten Konzentration läßt sich die Wirksamkeit der verschiedenen Säureradikale nach folgender aufsteigenden Reihenfolge ordnen: Chlorid < Bromid < Nitrat < Jodid < Azetat < Rhodanid < Tartrat < Zitrat.

Die große Wirksamkeit des Zitrates ist in hohem Maße der Neutralisation der Säure zuzuschreiben

Tabelle III.  
Säure + Natriumchlorid.

Konzentration										Höhe der Niederschlagsmenge in mm nach 18 Stunden
40 ccm	H <sub>2</sub> O	(Kontrolle)	.	.	.	.	.	.	.	24
5 ccm	1/10 norm. HCl	+	35 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	.	.	44
5 ccm	1/10 norm. HCl	+	0,1 ccm	1/1 mol. NaCl	+	34,9 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	38
5 "	"	"	+	0,2 "	"	+	34,8 "	"	"	37
5 "	"	"	+	0,3 "	"	+	34,7 "	"	"	34
5 "	"	"	+	0,4 "	"	+	34,6 "	"	"	32
5 "	"	"	+	0,5 "	"	+	34,5 "	"	"	31
5 "	"	"	+	0,75 "	"	+	34,25 "	"	"	29
5 "	"	"	+	1 "	"	+	34 "	"	"	27
5 "	"	"	+	1,25 "	"	+	33,75 "	"	"	26
5 "	"	"	+	1,5 "	"	+	33,5 "	"	"	28
5 "	"	"	+	2 "	"	+	33 "	"	"	28

Tabelle IV.  
Säure + Kaliumsalze.

40 ccm	H <sub>2</sub> O	(Kontrolle)	.	.	.	.	.	.	.	25
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	36 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	.	.	51
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	0,1 1/1 mol. K-Chlorid	+	35,9 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	46
4 "	"	"	+	0,1 " K-Bromid	+	35,9 "	"	"	"	46
4 "	"	"	+	0,1 " K-Nitrat	+	35,9 "	"	"	"	45
4 "	"	"	+	0,1 " K-Jodid	+	35,9 "	"	"	"	43
4 "	"	"	+	0,1 " K-Azetat	+	35,9 "	"	"	"	42
4 "	"	"	+	0,1 " K-Rhodanid	+	35,9 "	"	"	"	41
4 "	"	"	+	0,1 " K-Tartrat	+	35,9 "	"	"	"	38
4 "	"	"	+	0,1 " K-Zitrat	+	35,9 "	"	"	"	23

Tabelle V.  
Säure + Chloride.

40 ccm	H <sub>2</sub> O	(Kontrolle)	.	.	.	.	.	.	.	24
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	36 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	.	.	53
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	0,1 ccm 1/1 mol. FeCl <sub>3</sub>	+	35,9 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	57
4 "	"	"	+	0,1 " Al <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub>	+	35,9 "	"	"	"	52
4 "	"	"	+	0,1 " NH <sub>4</sub> Cl	+	35,9 "	"	"	"	49
4 "	"	"	+	0,1 " NaCl	+	35,9 "	"	"	"	47
4 "	"	"	+	0,1 " CuCl <sub>2</sub>	+	35,9 "	"	"	"	47
4 "	"	"	+	0,1 " MgCl <sub>2</sub>	+	35,9 "	"	"	"	46
4 "	"	"	+	0,1 " CaCl <sub>2</sub>	+	35,9 "	"	"	"	45
4 "	"	"	+	0,1 " SrCl <sub>2</sub>	+	35,9 "	"	"	"	44

Tabelle VI.  
Säure + Nichteinktrolyte.

40 ccm	H <sub>2</sub> O	(Kontrolle)	.	.	.	.	.	.	.	25
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	36 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	.	.	48
4 ccm	1/10 norm. HCl	+	0,1 ccm 1/1 mol. Harnstoff	+	35,9 ccm	H <sub>2</sub> O	.	.	.	48
4 "	"	"	+	0,1 " Methylalkohol	+	35,9 "	"	"	"	48
4 "	"	"	+	0,1 " Aethylalkohol	+	35,9 "	"	"	"	48
4 "	"	"	+	0,1 " Dextrose	+	35,9 "	"	"	"	49
4 "	"	"	+	0,1 " Saccharose	+	35,9 "	"	"	"	49

Die entsprechende Wirksamkeit verschiedener Salze mit gemeinsamem Säureradikal und verschiedener Base bei gleicher Konzentration ist aus Tabelle V und Fig. 11 ersichtlich. Vom Ferrichlorid abgesehen vermindern alle die Säurequellung. Aufsteigend geordnet ergibt sich folgende Reihe:

Eisen < Aluminium < Ammonium < Natrium < Kupfer < Magnesium < Kalzium < Strontium.

Fig. 12 und 13 illustrieren die Wirkung der beiden Salzreihen auf die Löslichkeit des Aleurons in Säure. Sie zeigen, daß der Einfluß verschiedener Säureradikale auf die gelöste Eiweißmenge sehr gering ist. Andererseits scheinen Basen des Aleurons wie Magnesium, Strontium und Kalzium die Lösung deutlich zu begünstigen, obgleich diese Salze sehr energisch die Quellung hemmen.

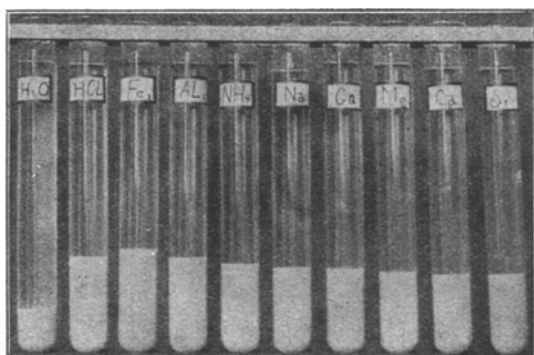


Fig. 11

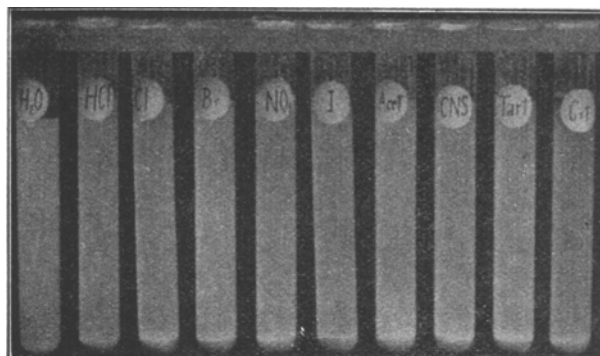


Fig. 12

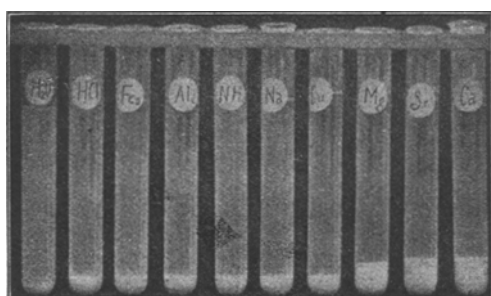


Fig. 13

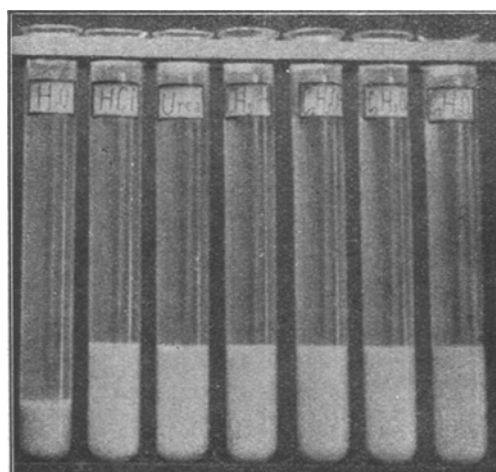


Fig. 14

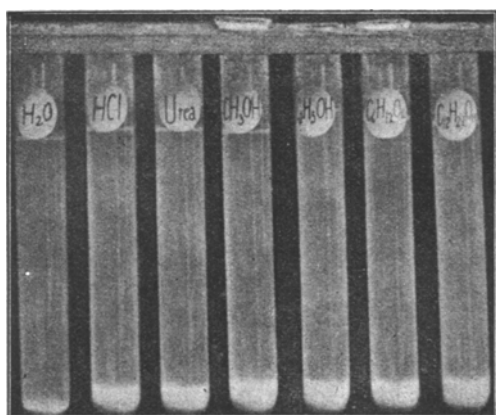


Fig. 15

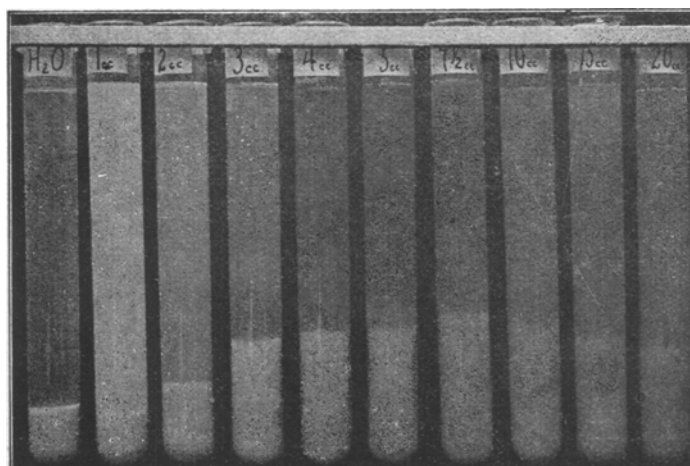


Fig. 16

4. Nichtelektrolyte, welche in osmotischen Konzentrationen angewendet wurden, bei welchen Salze ihren stärksten Einfluß auf die Säurequellung ausübten, waren praktisch wirkungslos (Tabelle VI und Fig. 14). Die Quellung in Gegenwart von Harnstoff, Alkoholen, Zuckerarten ist meßbar nicht von jener in der reinen Säure verschieden. Desgleichen wird die Löslichkeit des Aleurons durch Nichtelektrolyte nicht merklich beeinflußt (Fig. 15).

Tabelle VII.  
Natriumhydroxyd.

Konzentration	Höhe der Niederschlagsmenge in mm nach 18 Stunden
40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)	24
1 ccm 1/10 norm. NaOH + 39 ccm H <sub>2</sub> O	22
2 " " " + 38 " "	32
3 " " " + 37 " "	32
4 " " " + 36 " "	34
5 " " " + 35 " "	36
7 1/2 " " " + 32 1/2 " "	41
10 " " " + 30 " "	38
15 " " " + 25 " "	33
20 " " " + 20 " "	30
30 " " " + 10 " "	25
40 " " " + 0 " "	23

Tabelle VIII.  
Natriumhydroxyd.

40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)	24
0,1 ccm 1/10 norm. NaOH + 39,9 ccm H <sub>2</sub> O	25
0,2 " " " + 39,8 " "	25
0,3 " " " + 39,7 " "	25
0,4 " " " + 39,6 " "	24
0,5 " " " + 39,5 " "	24
0,6 " " " + 39,4 " "	24
0,8 " " " + 39,2 " "	23
1 " " " + 39 " "	23
1,5 " " " + 38,5 " "	26
2 " " " + 38 " "	32
3 " " " + 37 " "	40

5. Aleuron quillt in Alkalien stärker als in reinem Wasser. In Tabelle VII und Fig. 16 ist dieses Verhalten im Falle von Natriumhydroxyd wiedergegeben. Zunächst nimmt die Quellung mit der Alkalikonzentration zu, um nach Erreichung eines Optimums bei weiterer Zunahme der Konzentration abzunehmen. In sehr niedrigen Alkalikonzentrationen ist die Quellung etwas geringer als in reinem Wasser. Dies ist bereits an der zweiten Epruvette von links in Fig. 16, deutlicher aber in Tabelle VIII und Fig. 17 zu bemerken. Die Löslichkeit des Aleurons nimmt mit der Alkalikonzentration immer zu, und zwar auch dann wenn das Quellungsmaximum überschritten ist.

6. Zusatz von verschiedenen Salzen setzt die Alkali-quellung herab, und zwar ist diese Hemmung um so größer, je größer die Salzkonzentration ist. (Vergl. Tabelle IX und X, sowie Fig. 18 und 19). Auf die Löslichkeit hingegen haben die Salze keinen merklichen Einfluß (Fig. 20).

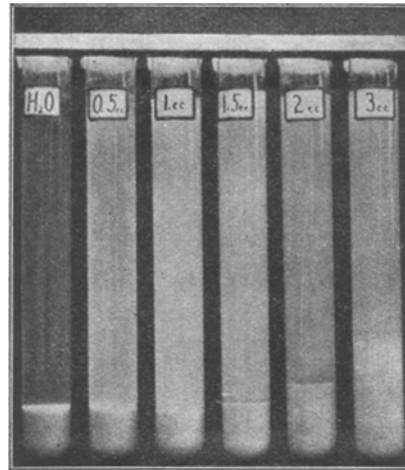


Fig. 17

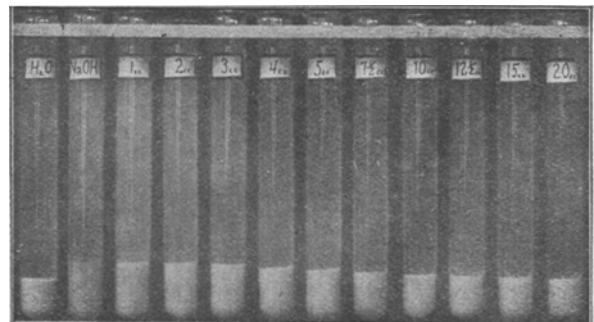


Fig. 18

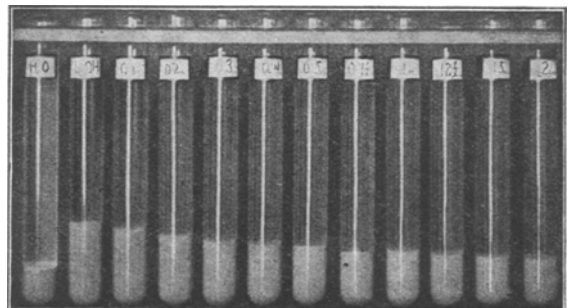


Fig. 19

Tabelle IX.  
Alkali + Natriumchlorid.

Konzentration					Höhe der Niederschlagsmenge in mm nach 18 Stunden
40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)					25
5 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	35 ccm H <sub>2</sub> O			36
5 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	0,1 ccm $\frac{1}{1}$ mol. NaCl	+	34,9 ccm H <sub>2</sub> O	35
5 "		0,2 "		34,8 "	35
5 "		0,3 "		34,7 "	34
5 "		0,4 "		34,6 "	34
5 "		0,5 "		34,5 "	34
5 "		0,75 "		34,25 "	35
5 "		1 "		34 "	34
5 "		1,25 "		33,75 "	33
5 "		1,5 "		33,5 "	34
5 "		2 "		33 "	33

Tabelle X.  
Alkali + Natriumsulfat.

40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)					25
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	36 ccm H <sub>2</sub> O			42
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	0,1 ccm $\frac{1}{1}$ mol. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+	35,9 ccm H <sub>2</sub> O	38
4 "		0,2 "		35,8 "	36
4 "		0,3 "		35,7 "	35
4 "		0,4 "		35,6 "	33
4 "		0,5 "		35,5 "	32
4 "		0,75 "		35,25 "	29
4 "		1 "		35 "	29
4 "		1,25 "		34,75 "	28
4 "		1,5 "		34,5 "	28
4 "		2 "		34 "	27

Tabelle XI.  
Alkali + Chloride.

40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)					25
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	36 ccm H <sub>2</sub> O			37
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	0,1 ccm $\frac{1}{1}$ mol. NaCl	+	35,9 ccm H <sub>2</sub> O	36
4 "		0,1 "		NH <sub>4</sub> Cl	35
4 "		0,1 "		FeCl <sub>3</sub>	33
4 "		0,1 "		SrCl <sub>2</sub>	32
4 "		0,1 "		CaCl <sub>2</sub>	29
4 "		0,1 "		MgCl <sub>2</sub>	27
4 "		0,1 "		Al <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub>	27
4 "		0,1 "		CuCl <sub>2</sub>	26

Tabelle XII.  
Alkali + Kaliumsalze.

40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)					25
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	36 ccm H <sub>2</sub> O			37
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	0,1 ccm $\frac{1}{1}$ mol. K-Zitrat	+	35,9 ccm H <sub>2</sub> O	36
4 "		0,1 "		K-Tartrat	36
4 "		0,1 "		K-Azetat	35
4 "		0,1 "		K-Bromid	35
4 "		0,1 "		K-Nitrat	34
4 "		0,1 "		K-Rhodanid	34
4 "		0,1 "		K-Jodid	31
4 "		0,1 "		K-Chlorid	31

Tabelle XIII.  
Alkali + Nichtelektrolyte.

40 ccm H <sub>2</sub> O (Kontrolle)					25
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	36 ccm H <sub>2</sub> O			38
4 ccm $\frac{1}{10}$ norm. NaOH	+	0,1 ccm $\frac{2}{1}$ mol. Harnstoff	+	35,9 ccm H <sub>2</sub> O	38
4 "		0,1 "		Methylalkohol	38
4 "		0,1 "		Aethylalkohol	38
4 "		0,1 "		Dextrose	36
4 "		0,1 "		Saccharose	38



7. Die hemmende Wirkung verschiedener Salze auf die Alkaliquellen des Aleurons ist ihrem Grade nach sehr verschieden (Tabelle XI, Fig. 21). In ihrer Wirksamkeit lassen sich verschiedene Chloride nach folgender aufsteigenden Reihe ordnen:

Natrium < Ammonium < Eisen < Strontium < Kalzium < Magnesium < Aluminium < Kupfer.

Bei Salzen mit gemeinsamer Base und verschiedenen Säureradikalen (Tabelle XII) erhält man folgende aufsteigende Reihe der Wirksamkeit:

Zitrat < Tartrat < Azetat < Bromid < Nitrat < Rhodanid < Jodid < Chlorid.

Die lösende Wirkung derartiger Salzlaugegemische auf Aleuron zeigen die Figuren 22 und 23. Dieselbe ist ganz unregelmäßig, indem einige Salze hemmend, andere fördernd auf die Lösung, im Vergleich mit jener in reinem Alkali, wirken.

8. Wie aus Tabelle XIII zu erkennen ist, haben Nichtelektrolyte keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Quellung und „Lösung“ des Aleurons in alkalischen Medien.

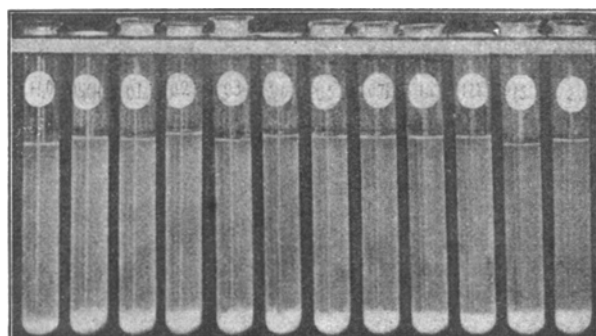


Fig. 20

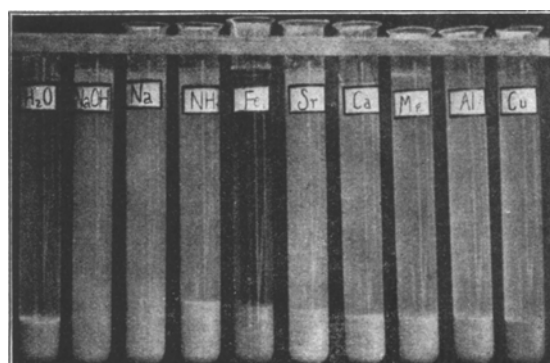


Fig. 21

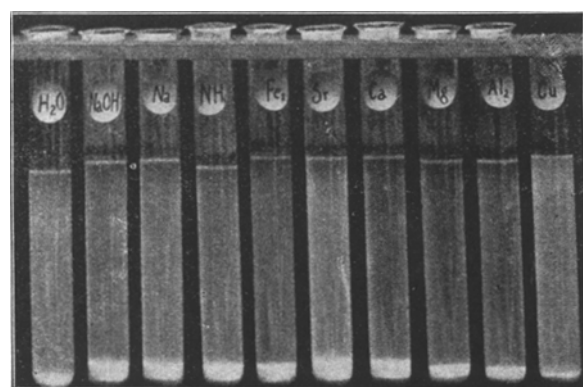


Fig. 22

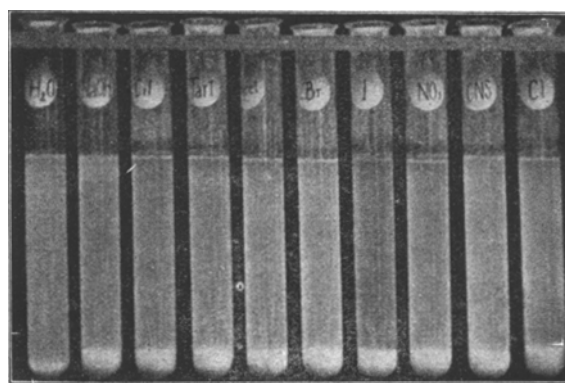


Fig. 23

### Schlußfolgerungen.

Die vorliegende Mitteilung beschäftigt sich mit der Quellung und „Lösung“ des unter dem Namen Aleuron bekannten Gemisches pflanzlicher Proteine. Aleuron verhält sich gegen verschiedene äußere Einflüsse, soweit sie seine Quellung und Lösung betreffen, sehr ähnlich wie bereits schon untersuchte Eiweißkörper (Gelatine, Fibrin, Blutserum oder Gluten). Es

quillt in Säuren und Laugen stärker als in reinem Wasser. Der Quellungsgrad ist durchaus nicht der Wasserstoff- und Hydroxylionenkonzentration der verwendeten Lösung parallel. Die Quellung wird nicht nur durch Neutralisation der Säure oder des Alkalis, sondern auch durch Zusatz von sogar neutralen Salzen herabgesetzt. Je größer die Konzentration des hinzugefügten Salzes ist, um so bedeutender nimmt die Quellung ab. Nichtelektrolyte beeinflussen

die Quellung im sauren oder alkalischen Medium fast nicht.

Die „Lösung“ von Aleuron in Säuren und Laugen ist ebenfalls bedeutende, als in Wasser, sie läuft aber keineswegs dem Quellungsgrade parallel. Gewisse Salze fördern, andere hemmen die Lösung des Aleurons im alkalischen oder sauren Medium. Hier besteht gleichfalls kein

Parallelismus zwischen Quellung und Lösung. Diese Versuche bekräftigen neuerdings die Tatsache, daß Hydratation und Lösung eines Eiweißkörpers oder einer Mischung von Eiweißkörpern, obgleich häufig miteinander verbunden und oft gleichsinnig verlaufend, durchaus nicht identische Vorgänge sind. Jeder befolgt seine eigenen Gesetze.

## Zur Optik disperser Systeme IV.

Von J. Lifschitz und Georg Beck (Zürich).

(Eingegangen am 18. September 1919.)

1. Vor kurzem hat Wo. Ostwald<sup>1)</sup> am Beispiel des Kongorubins nachgewiesen, daß der Farbumschlag eines Indikators unter gleichzeitiger Dispersitätsänderung verlaufen kann, so zwar, daß alle dispersitätsändernden Faktoren auch die Farbänderung mitbewirken. Es erhebt sich danach nur um so brennender die Frage, ob die Farbumschläge bei Kongorubin und verwandten Indikatoren auf konstitutiv chemische, oder rein dispersoidchemische Zustandsänderung zurückgeführt werden müssen.

Denn es darf bemerkt werden, daß natürlich auch durch diese so wertvollen Beobachtungen Wo. Ostwald's die chemische Theorie der Indikatoren keineswegs widerlegt wird. Selbst in dem speziellen, studierten Falle könnte ein wesentlicher — wenn nicht der wesentlichste — Anteil an der beobachteten Farbänderung auf eine mit der kolloiden gleichzeitig voranschreitende chemische Aenderung zurückgehen.

Es mag daran erinnert werden, daß z. B. die von A. Hantzsch\*) beobachteten spektroskopischen Verschiedenheiten der blauen und roten Kongorotsäure und -Salze ganz anderer Art sind als die roter und blauer Goldsole oder verschieden disperser Farbstoffsole.

Wenn sich die Moleküle eines Farbstoffes unter dem Einfluß eines „Koagulators“ bzw. „Peptisators“ weitgehend polymerisieren, bzw. monomerisieren, so treten zwischen ihnen unzweifelhaft chemische Kräfte ins Spiel<sup>2)</sup>. In der geläufigen Terminologie der gegenwärtigen Valenzlehre würden dieselben als Nebenvalenzen oder sekundäre Valenzen zu bezeichnen sein.

wie wir sie ja beim Aufbau der Verbindungen höherer Ordnung usw. kennen gelernt haben.

Aber ebenso wie Nebenvalenzen hier intermolekular wirken, vermögen sie auch, wie die Erfahrung schon früher anzunehmen nötigte, intramolekular zu wirken. Nebenvalenzverschiebungen dieser Art sind es nun gerade, auf die man die Chromoisomerieerscheinungen und Farbisomerisationen so vielfach zurückführen mußte. Die Auflösung der älteren Strukturformeln — zwecks Erklärung der optischen Eigenschaften z. B. — geschah ja wesentlich überhaupt durch Berücksichtigung der Nebenvalenzverhältnisse.

Andererseits bildet die Gesamtheit der chemischen Kraftfelder eines jeden Moleküls ein Ganzes derart, daß Beanspruchung derselben durch fremde Moleküle auch mindestens feinere Verschiebungen im Ausgangsmoleküle selbst veranlassen werden.

Diese sekundären, intramolekularen Aenderungen können so fein sein, daß ihre Effekte öfters vernachlässigt werden dürfen, sie können aber auch so bedeutend werden, daß sie geradezu als Isomerisationen und Umlagerungen erscheinen. Ganz ähnlich können ja auch alle Stufen äußerer Beeinflussung — von der Wirkung der praktisch „indifferenten“ Medien bis zur Solvation, Addition und stabilen Molekülverbindung — beobachtet werden.

Bei jeder kolloidchemischen Zustandsänderung scheint uns demgemäß innerhalb der Gesamtheit der sich dabei abspielenden Prozesse (Adsorption, Elektrokapillarprozesse, Agglomeration, Sedimentation usw.) eine doppelte rein chemische Wirkung vorliegen zu müssen, die sich einmal als gegenseitige intermolekulare Beeinflussung der Moleküle der dispersen Phase<sup>3)</sup>, andererseits als durch ebendiese Beeinflussung

<sup>1)</sup> Koll.-Zeitschr. 24, 67 (1919).

<sup>2)</sup> A. Hantzsch, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 48, 158 (1915).

<sup>3)</sup> Verfasser teilt auch hinsichtlich der Adsorptionserscheinungen den Standpunkt J. Langmuirs, vgl. Journ. Amer. Chem. Soc. 37, 1165 (1915), 38, 2221 (1916), 39, 1848 (1917), 40, 1361 (1918).

<sup>3)</sup> Hierhergehören auch die Adsorptionsphänomene.