



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Das Ausflocken animalischer Eiweissstoffe
Author(s)	Grasser, Georg
Citation	Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University, 27(2), 227-242
Issue Date	1930-10-21
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12659
Type	departmental bulletin paper
File Information	27(2)_p227-242.pdf



Das Ausflocken animalischer Eiweissstoffe

XI. Mitteilung

Aus dem Institute für Gerbereiwissenschaft

Von

Prof. Dr. **GEORG GRASSER**

Die neueren Arbeiten unseres Institutes beschäftigen sich vielfach mit dem Verhalten anorganischer und organischer Stoffe gegenüber Blösse und der daraus hergestellten Gelatine. Insbesondere steht jenes Verhalten der genannten Stoffe zueinander im Vordergrund des Interesses, welches wir kurz als „gerbende Wirkung“ ansprechen. Um letztere festzustellen, wurden von mir vorwiegend jene physikalisch-chemischen Veränderungen der Blösse und der Gelatine näher betrachtet, die wir als Schrumpfung der Blösse, Schmelzen der Gelatine, Hydrolyse und Kochbeständigkeit der beiden kennen. Je nach der Grösse dieser zahlenmässig ermittelten Werte kann auf eine kleinere oder grössere Gerbintensität der zur Untersuchung gelangenden Stoffe geschlossen werden und es zeigt sich häufig, dass ein gerbender Stoff die eine oder die andere der genannten Eigenschaften kaum oder auch gar nicht aufweist. Derart können wir verschiedene Gruppen gerbend wirkender Stoffe aufstellen, von denen aber keine die Fähigkeit besitzt, alle genannten Eigenschaften vollwertig zu zeigen. Während z. B. Chromsalze für alle oben genannten Eigenschaften ein positives Verhalten aufweisen, vermögen sie doch nicht ohneweiters die Gelatine-lösung unlöslich zu fällen. Diese Gelatinefällbarkeit (GF) ist aber z. B. für die pflanzlichen Gerbstoffe derart charakteristisch, dass man erstere und die Gerbwirkung eines Stoffes lange Zeit hindurch überhaupt als identisch angesehen hat. Trotzdem zeigen die pflanzlichen Gerbstoffe wiederum nur relativ niedere Werte für die oben genannten physikalisch-chemischen Merkmale.

Es war nun von besonderem Interesse, genannte Stoffe und jene Bedingungen festzustellen, welche Gelatinelösung unlöslich auszufällen

im Stande sind und es wurden zu diesem Zwecke einerseits natürliche und synthetische Gerbstoffe, die Abbauprodukte der ersteren, einige Aldehyde und die Muttersubstanzen der synthetischen Gerbstoffe, andererseits Metallsalze einer solchen Prüfung unterzogen. Bezüglich der Fällbarkeit der Gelatinelösung muss unterschieden werden, ob letztere praktisch elektrolytfrei oder unter Zusatz mässiger Mengen anorganischer Salze zur Anwendung gelangten. Insbesondere muss aber darauf Bedacht genommen werden, dass Gelatinelösung zwar nicht durch Neutralsalze fällbar ist, wohl aber eine schleimige Ausfällung eintritt, sobald Säuren neben Neutralsalzen auf die Gelatinelösung zur Anwendung kommen. Als wesentliches Merkmal dieser schleimigen Fällung muss aber deren absolute Wasserlöslichkeit hervorgehoben werden, sobald die Säure-Salzlösung durch reines Wasser ersetzt wird.

In naher Beziehung zur Gelatinefällbarkeit steht das Verhalten der Gelatinefolie zur heissen bzw. kochenden Gerbstofflösung; während z. B. pflanzliche Gerbstofflösungen im kochenden Zustande die Gelatinefolie schmelzen, etwas Gelatine auflösen und letztere nun mit dem Tannin zur unlöslichen Verbindung zusammentritt, vermögen siedende Lösungen stark gerbender Metallsalze, z. B. basische Chromsalze, Gelatinefolie weder zu schmelzen noch aufzulösen. In diesem Falle ist also die Gerbintensität und die Gerbgeschwindigkeit derart gross, dass siedendes Wasser die Folie nicht anzugreifen im Stande ist. Auch bei dieser Probe, die „*Gelatine-Gerb-Kochprobe*“ ist ein eventueller Zusatz von Neutralsalz von wesentlichem Einfluss.

Während bei den früheren Versuchen nur die mit den Gerbstofflösungen behandelte Gelatinefolie durch Bestimmung des Schmelzpunktes auf den Gerbeffekt untersucht wurde, kam bei dieser Versuchsreihe noch eine weitere Bestimmung zur Anwendung, die als „*Fällungs-Schmelzpunkt*“ (FS) bezeichnet werden soll. Fügt man nämlich einer Gerbstofflösung allmählich eine elektrolytfreie oder eine elektrolythältige Gelatinelösung zu, so tritt bekanntlich häufig eine fein- bis grobflockige Fällung ein. Erwärmt man nun diese ausgefällte Flüssigkeit oder bringt die abgesonderte Fällung in reines Wasser und erwärmt nun allmählich, so tritt entweder nur ein Zusammenbacken der Fällung zum Kuchen oder es tritt deutliches Weichwerden bzw. Verflüssigen dieses Kuchens ein. Lässt man nun abkühlen, so nimmt der zusammengebackte bzw. weichgewordene Kuchen oder die geschmolzene Masse je nach dem Charakter des gelatinefällenden Stoffes zähe oder spröde Beschaffenheit an. Vereinzelt kommt es auch vor,

dass dieser Kuchen im erhitzten Wasser zur Auflösung gelangt. Es hat sich nun erwiesen, dass beim Erwärmen dieser Fällungen das Verflüssigen oder Zusammenbacken in engen Temperatur-Grenzen eintritt, so dass man, ähnlich wie von einem Schmelzpunkt der Gelatinefolie, hier von einer „Zusammenbacktemperatur“ (T_b) sprechen kann.

Da Aldehyde keine Gelatinefällbarkeit aufweisen, wohl aber den Schmelzpunkt der Gelatinefolie erheblich hinaufsetzen, wurde hier noch der Versuch unternommen, 20%ige Gelatinegallerte mit Aldehyden bzw. Chinon zu versetzen und nach kürzerer bzw. längerer Einwirkungsdauer den Schmelzpunkt dieser Gallerte zu bestimmen. Es konnte hier entweder eine erhebliche Schmelzpunktserhöhung oder auch eine Erhärtung der Gallerte festgestellt werden.

Schliesslich war es von Interesse den Unterschied zwischen Gelatine und einem anderen animalischen Eiweissstoff, dem Eialbumin, in bezug auf die Fällbarkeit deren Lösungen durch anorganische und organische Gerbstoffe zu untersuchen und führte auch dieser Vergleich zu bemerkenswerten Unterschieden. Dies ist umso charakteristischer für die einzelnen Stoffe, als Gelatine (Kollagen) als Gerüsteiweiss zur selben Gruppe der einfachen Eiweisskörper zählt, zu der auch die Albumine gehören.

Experimenteller Teil

Die **Gelatinefällbarkeit** von Phenol und mehrerer seiner Abkömmlinge, die zum Teil als Gerbstoffabbauprodukte Interesse besitzen, wurde bereits von MEUNIER und SEYEWETZ¹⁾ und von GRASSER²⁾ untersucht; da auch bei diesen Stoffen der Überschuss derselben mehrfach die Fällung verhindert, wurde eine diesbezügliche Untersuchung hier neuerlich unternommen. Wie Tabelle I zeigt, geben Phenol, Trinitrophenol, Pyrokatechin, Pyrogallusäure und Gallusgerbsäure unter gewöhnlichen Bedingungen unlösliche Fällungen. Ein Überschuss des Phenolderivats bringt eine solche Fällung aber wieder in Lösung bei p-Amidophenol, Resorcin, Hydrochinon, Gallussäure, α - und β -Naphthalinsulfosäure. Keine Fällung weisen dagegen Phloroglucin, Chinon, Metol, Benzoesäure, Salicylsäure und Naphtochinon auf.

1) Collegium 1908, 313, 195.

2) Synthet. Gerbstoffe S. 47 (Berlin 1920).

Sehr charakteristisch ist bekanntlich das Verhalten von Mischungen aus Naphtolen und Formaldehyd, indem sie gemeinsam oder besser nacheinander auf Blösse zur Wirkung gebracht diese unter Bildung von Methylendinaphtol zu gerben im Stande sind; auf dieses praktisch verwertbare Verfahren nahm szt. WEINSCHENK¹⁾ ein Patent, ein Zusatzpatent²⁾ desselben Erfinders gestattete auch die Anwendung anderer Aldehyde. Weinschenk konnte auch mit Hilfe von Kochsalzhaltiger Gelatine durch aufeinander folgenden Zusatz von Naphtol und Formaldehyd Fällungen erzielen.³⁾ RICEVUTO⁴⁾ glaube allerdings diese Fällungen als Ausflockung von Formaldehydgelatine auffassen zu müssen. Um nun diese Fällungsprozesse näher zu studieren, wurden folgende Versuche angestellt:

α -Naphtol oder β -Naphtol mit säurefreiem Formaldehyd erhitzt, gibt klare, farblose Lösung, die auch beim Abkühlen sich nicht ändert; lässt man nun 24 Stunden lang stehen, so bleibt sie im Falle des β -Naphtols vollständig klar, bei Anwendung des α -Naphtols tritt dagegen leichte Opaleszens auf. Setzt man hierauf Salzsäure zu, so tritt bei α -Naphtol Trübung ein, die sich nun beim Erhitzen zur hellbraunen Fällung ändert. Liegt aber β -Naphtol vor, so verursacht der Salzsäure-Zusatz *keine* Trübung, wohl tritt aber beim Erhitzen allmählich weisse Fällung ein, die sich nun rasch hellrot färbt. Es tritt also in beiden Fällen Kondensation zu Methylendinaphtol ein und zwar ein hellbraunes α - und ein hellrotes β -Produkt.

Wird α - oder β -Naphtol in kaltem Formaldehyd gelöst und eine Gelatine-Kochsalz-Lösung zugefügt, so tritt in beiden Fällen nur milchige Opaleszenz ein und zwar bei α -Naphtol sofort, bei β -Naphtol erst nach einigen Minuten. Wurden aber die Naphtollösungen vor Zugabe der Gelatinelösung mit Salzsäure angesäuert, so entstand ebenfalls weisse, kolloidale Flüssigkeit, die aber bei β -Naphtol durch überschüssiges Formaldehyd + Salzsäure wieder klar würde.

Werden schliesslich die Naphtollösungen in Formaldehyd mit Gelatinelösung versetzt und 24 Stunden lang stehen gelassen, so bildet das α -Produkt eine starke, das β -Produkt eine leichte Fällung. Auch diese Versuche beweisen, dass eine genügend lange Reaktionsdauer zur

1) DRP 18449 (1905).

2) DRP 185050 (1905).

3) Chem. Zeitg. 1907, 549 u. 1908, 266.

4) Chem. Zeitg. 1908. 383.

Kondensation der Naphtole mit Formaldehyd führt; diese unlöslichen Verbindungen treten jedenfalls auch *innerhalb* der Blösse auf, sobald diese abwechslungsweise mit den Naphtolen und dem Formaldehyd behandelt worden war und dürfte auf ihre Bildung zumindestens ein Teil der Gerbwirkung dieser Stoffe beruhen.

Insbesondere neigt α -Naphtol viel mehr zu solchen Kondensationen und haben bereits seinerzeit WAKE und INGLE¹⁾ diese Verschiedenheit zwischen dem α - und β -Produkt ermittelt. FAHRION²⁾ hebt ferner hervor, dass nur das α -Naphtolleder sich an der Luft braun färbt. MEUNIER und SEYEWETZ³⁾ stellten übrigens für die Naphtole unter Mitwirkung von Luft und Soda auch eine gelatinefällende Wirkung fest.

Eine grössere Versuchsreihe bezog sich auf die Fällbarkeit der Gelatinelösung und die Gerb-Kochprobe der Gelatinefolien, nachdem diese mit verschiedenen Metallsalzlösungen, Tannin, Neradol D und Neradol ND behandelt worden waren. Wie aus Tabelle II ersichtlich ist, geben alle Salze mit Ausnahme von Certrichlorid, Cerammoniumnitrat, Cadmiumsulfat, Kobaltchlorid, Kupfersulfat, Mangansulfat, Nickelsulfat, Bleiacetat und Platinchlorid entweder für sich oder nach Zusatz von Neutralsalz Fällungen; dasselbe ist bei Tannin und den beiden Neradolen derfall. Prüft man diese hier genannten Gelatine-nichtfällenden Metallsalzlösungen durch die Gelatine-Gerb-Kochprobe, so verhalten sich hierbei alle negativ mit Ausnahme von Platinchlorid, welches die Gelatine *ohne* Natriumchlorid zerteilt, ohne sie zu lösen, die Gelatine in Gegenwart von Natriumchlorid aber vollständig unverändert lässt. Eine mässige Verzögerung erleidet die Gelatine-Gerb-Kochprobe nur beim Cerammoniumnitrat und Cersulfat, welche erst ein Zusammenbacken der Gelatine hervorrufen, beim nachfolgenden Kochen derselben in *reinem* Wasser sie aber langsam in Lösung gehen lassen. Daraus erklärt sich wohl die praktisch erzielbare Gerbung der Blösse durch Cersalz, unter denen besonders dieses Doppelnitrat als wirkungsvoll erkannt worden ist.⁴⁾

Prüft man die Gelatine-fällenden Stoffe durch die Gelatine-Gerb-Kochprobe, so findet man, dass Aluminiumsulfat, basisches Aluminiumsulfat, Mercurichlorid, Mercuronitrat und Selenige Säure ein negatives

1) Chem. Centralbl. 1908, I, 206c.

2) Neuere Gerbmethoden u. Gerbetheorien. S. 108 (Braunschweig 1915).

3) Collegium 1908, 197.

4) Grasser: Einführung i. d. Gerbereiwissenschaft. S. 63 (Leipzig 1928).

Resultat geben. Ein zwar ebenfalls negatives, aber etwas verzögertes Verhalten bei dieser Probe zeigt das Doppelsalz Kaliumquecksilberjodid, bei welchem also Jod und Quecksilber in Wirkung zu treten scheint.

Im Anschluss an diese Fällungsproben wurde bei einer Anzahl der Gelatinefällungen der Fällungsschmelzpunkt ermittelt (Tabelle III). Für die organischen Stoffe konnten hierbei Temperaturen von 50 bis 70, bei den Metallsalzen solche bis über 100° festgestellt werden. Zu dieser Bestimmung muss noch bemerkt werden, dass alle Fällungen, welche im Überschuss des Metallsalzes löslich sind ($\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, H_2SeO_3 , $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$, VCl_3), also zum Zustandekommen einen Überschuss an Gelatine erfordern, schleimigen Charakter besitzen; eine Ausnahme davon machen nur jene des Jods und Broms, die auch schleimig sind, ohne im Überschuss des Halogens löslich zu sein. Es wurde bereits eingangs erwähnt, dass beim Erhitzen der Gelatinefällungen in reinem Wasser nicht immer ein Schmelzen, sondern meist nur ein Zusammenbacken eintritt, so dass man also richtiger von einer Zusammenbacktemperatur sprechen muss. In der hier angeführten Tabelle wurde übrigens dieser Unterschied beiseite gelassen und allgemein vom Fällungsschmelzpunkt gesprochen.

Die Versuche mit einer 20%igen Gelatinegallerte und den Aldehyden (Tabelle IV) zeigten, dass Formaldehyd, Acetaldehyd und Chinon bereits nach wenigen Stunden den Schmelzpunkt der Gallerte über 130° hinaufsetzen, Paraldehyd, Furfurol und Benzaldehyd dagegen in dieser Zeit den Schmelzpunkt nicht zu beeinflussen vermögen. Lässt man diese Aldehyde aber fünf Wochen lang auf die Gallerten einwirken, so steigt der Schmelzpunkt bei Paraldehyd auf ca. 37, bei Furfurol auf über 100°, bei Benzaldehyd bleibt aber auch nach dieser Zeit der härtende Einfluss aus. Durch diese lange Einwirkungsdauer der Aldehyde tritt auch eine Verfärbung der Gallerten ein, indem Paraldehyd blassgelb, Acetaldehyd mittelbraun, Furfurol und Chinon tiefrotbraun färben. Unterzieht man schliesslich diese Gallerten der neutralen Hydrolyse, so erfordern dieselben verschieden lange Zeiten, Furfurol die längste Dauer.

Gelatine- und Eialbuminlösung als Fällungsmittel für anorganische und organische Stoffe angewandt, zeigen zwar ein allmähliches, aber doch deutlich voneinander abweichendes Verhalten. Wie aus Tabelle V ersichtlich ist, vermögen mit Albuminlösung Aluminium-, Cadmium-, Kobalt-, Ferro-, Mangan-, Nickelsalze keine Fällung, Bleisalz und Selensäure eine schwache Fällung, alle anderen Salze aber eine starke

Fällung zu erzeugen. Dazu ist noch zu bemerken, dass ein NaCl-Zusatz nicht immer die Ausflockung befördert, sondern diese auch vermindern kann; so verursacht z. B. ein NaCl-Zusatz bei Cadmiumkaliumjodid eine nur leichte Fällung, während das NaCl-freie Cadmiumkaliumjodid stark gefällt wird.

Albuminlösung wird von NaCl nicht, durch Salzsäure nur leicht gefällt, fügt man aber NaCl+Salzsäure hinzu, so tritt starke Fällung ein. Derart kann man auch bei Aluminiumchlorid nicht von einer Aluminium-Fällung des Albumins sprechen, wenn NaCl zugegen ist, da NaCl-freies Aluminiumchlorid *keine* Fällung hervorruft und stellt erstgenannte Fällung nur eine solche durch aus Aluminiumchlorid abgespaltene Salzsäure vor, die durch die Gegenwart von NaCl vervollständigt wird. Man darf also NaCl nur dort als fällungsbeförderndes Mittel versuchen, wo Metallsalze mit nur unbedeutender Säureabspaltung als Lösung vorliegen.

Der wesentlichste Unterschied im Verhalten von Gelatine- und Eialbumin-Lösung als Fällungsmittel besteht darin, dass Silber- und Platinsalz mit Gelatine keine, mit Albumin starke Fällung, ferner, dass Wismut-, Gold-, Quecksilber- und Vanadin-Salz mit Gelatine nur mässige, mit Albumin aber starke Fällung erzeugen; auch Kaliumwismutjodid vermag Gelatine nur ganz leicht, Albumin aber vollständig zu fällen.

Charakteristisch ist ferner das Verhalten der Aldehyde und von Chinon zu den beiden Eiweissarten; während Formaldehyd Albumin erst nach 20 Minuten mässig stark ausflockt, vermag Acetaldehyd Albumin sofort, ein Furfurol-Zusatz rasch viscose zu machen, Chinon färbt nach und nach dunkel, vermag aber erst nach vier bis fünf Tagen die Albuminlösung gallertig zu machen. Dagegen vermochte sowohl Formaldehyd als auch Chinon die Gelatinelösung nach 24 Stunden derart zu verändern, dass ihr Schmelzpunkt über 130° gestiegen war. Furfurol vermochte andererseits den Schmelzpunkt der Gelatinegallerte erst nach fünf Wochen auf über 130° hinaufzusetzen.

Gemeinsam zeigen Gelatine und Eialbumin die Unterscheidung zwischen basischen und sauren Teerfarbstoffen; während erstere von beiden Eiweissstoffen nicht bezw. nur mit geringsten Spuren gefällt werden, vermögen saure Farbstoffe, besonders in schwefelsauer Lösung sowohl Gelatine als auch Eialbumin unlöslich auszuflocken. Während Gelatine von einigen Aldehyden nur allmählich derart verändert wird,

dass ihr Schmelzpunkt steigt, tritt bei Albumin sofort bzw. nach kürzester Zeit ein Ausflocken ein.

Zusammenfassend kann aus diesen Versuchsreihen geschlossen werden, dass es eine grosse Anzahl anorganischer und organischer Stoffe gibt, welche Eiweissstoff-Lösungen unlöslich auszuflocken im Stande sind, dass aber die begleitenden Nebenumstände, z. B. Gegenwart von Neutralsalz oder Säure diese Reaktion wesentlich sowohl positiv als auch negativ zu beeinflussen vermögen. Charakterisch ist ferner das Verhalten der Ausflockungen beim Erwärmen der Flüssigkeit, indem hier vielfach ein Zusammenbacken bei einer engbegrenzten Temperatur erfolgt; dieser Fällungsschmelzpunkt ist natürlich davon anhängig, ob Gelatine in kleineren oder grösseren Mengen zum Fällen angewandt wurde, immerhin konnte aber für ein optimales Ausflocken eines Stoffes eine stets wiederkehrende enge Temperaturgrenze festgestellt werden. Aus der Höhe dieses Fällungsschmelzpunktes kann aber keinesfalls auf die Gerbintensität des ausgeflockten Metallsalzes oder organischen Stoffes geschlossen werden, sondern charakterisiert sie nur das Verhalten der Ausflockung als solche.

Auch die Aldehyde (Formaldehyd, Acetaldehyd und Furfurol) und Chinon zeigen ausflockende bzw. härtende oder viscositätserhöhende Eigenschaften, doch ist die Bindung der Aldehyde an die Eiweissstoffe eine verschiedene, indem z. B. Formaldehyd-Gelatine bei 100° rasch gespalten und sie in 1½ Stunden vollständig hydrolysiert wird, während sich Acetaldehyd-Gelatine bei dieser Temperatur nur langsam aufpaltet und erst nach sechsständiger Hydrolysendauer vollständig aufgeschlossen erscheint; Chinon und insbesondere Furfurol zeigen aber eine wesentlich verlängerte Hydrolysendauer. Dass aber Formaldehyd und Chinon auch gegenüber tierischer Haut (Blösse) ein ausgesprochenes Gerbvermögen aufweisen, ist längst bekannt und kann dieses Verhalten durch das oben geschilderte dieser Stoffe gegenüber den Eiweissstoffen zum Teil erklärt werden.

TABELLE I

	GF		GF
Phenol	+	Chinon	-
salzs. p-Amidophenol	+(Ue.-)*)	Metol	-
Trinitrophenol	+	Benzoessäure	-
Pyrokatechin	+	Salicylsäure	-
Resorcin	+(Ue.-)	α -Naphtalinsulfosäure	+(Ue.-)
Hydrochinon	+(Ue.-)	β -Naphtalinsulfosäure	+(Ue.-)
Pyrogallussäure	+	Sulfanils. Na+HCl	(+Ue.-)
Gallusgerbsäure	+	Naphtochinon	-
Gallussäure	+(Ue.-)		
Phloroglucin	+(Ue.-)		

*) Ue.=Überschuss d. organ. Stoffes.

TABELLE III

	FS		FS
Phenol	60-70	Phosphorwolframsäure	ca. 75
salzs. p-Amidophenol	ca. 60	Phosphormolybdänsäure	79
Trinitrophenol	ca. 65	FeCl ₃	47
Pyrokatechin	ca. 60	bas. Eisenchlorid	>100
Resorcin	55	Bi(NO ₃) ₃	>100
Hydrochinon	ca. 50	Hg ₂ (NO ₃) ₂	>100
Pyrogallussäure	ca. 55	HgCl ₂	Z.T.)*)
Gallusgerbsäure	43	UO(NO ₃) ₂	Z.T.
Gallussäure	50-55	Ce ₂ (SO ₃) ₃	ca. 70
α -Naphtalinsulfosäure	55-60	VCl ₃	Z.T.
β -Naphtalinsulfosäure	ca. 60	SbCl ₃	44
Indigocarmin	45	KJ.J	Z.T.
Palatinrot	50	Br	Z.T.
		KJ.HgJ ₂	Z.T.
		KJ.CdJ ₂	45

*) Z.T.=Zimmertemperatur.

TABELLE 2 a

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
AgNO_3	keine Fällung gekocht: ebenso	KNO_3 : keine Fällung	geht sofort in Lösung	KNO_3 : schmilzt zur braunen, klebrige Masse
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	keine Fällung gekocht: ebenso	NaCl : gallertige, weisse Fällung	geht sofort in Lösung	NaCl : schmilzt zu durchsichtig. Schleim
AlOHSO_4	dicke, weisse, schleimig. Fllg. i. übersch. Al-salz lösl., backt flockig b. Schüt-teln, backt fest b. Erhitz. gibt klare Lsg. in siedend. Wasser	NaCl : starke, weisse, grobfl. Fällung, backt b. Kochen zu-sammen, ohne zu schmelzen	geht sofort i. Lsg. als feinflockig. Suspension, schmilzt nicht u. backt nicht zusammen	NaCl : schmilzt zur klebrigen Masse
AuCl_3	feinflockig. Fllg. i. übersch. Au-salz lösl., backt b. Erhitzen zu-sammen u. bleibt i. heiss. Wasser unlösl.		schmilzt z. gelb unlösl. gummi-artig. Masse, die in sied. Wasser unlösl. bleibt (auch in kochend. NaOH unlösl. unter Bildg. koll. roter Au-Lösung)	NaCl : backt teilw. zusammen ohne i. Lsg. zu gehen. Übersch. NaCl : bleibt unter Gelbfärbung vollst. unverändert
$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaCl}$	klebrig. Fällung, i. heiss. Wasser schmelzend, aber unlöslich	NaCl : klebrig. Fällg. i. heiss. Wasser schmel-zend, aber unlösl. bleibend		NaCl : backt zu-sammen, ohne i. Lsg. zu gehen. Mit heiss. Wasser behandelt, schmilzt ohne ganz i. Lsg. zu gehen
$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaCl} + \text{HCL}$	mässige Fällung i. übersch. Gelatine sehr leicht lösl.			NaCl : schmilzt u. geht rasch i. Lösung
KBi_4	stein-schleimige, rotbraune Fällg., i. heiss. Wasser teilw. lösl.	KNO_3 : voll-ständige Fällung	schmilzt zur d. rotbraunen Masse, die in heiss. Wasser unlösl. bleibt	
Br	starke Fällung		bleibt vollst. un-verändert; nach läng. geht Kochen geht i. klare Lösg. über (Zusatz v. NaCl fällt gelbe, gallertige Masse, die in Wasser klar lösl. ist	NaCl : geht nur teilweise in Lösung

TABELLE 2 b

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
$CeCl_3$	keine Fällung	NH_4Cl : keine Fällg.	geht sofort i. Lösung	$NaCl$: schmilzt g. geht in Lösung
$Ce \left\langle \begin{matrix} (NH_4)_2 \\ (NO_3)_6 \end{matrix} \right\rangle$	keine Fällung	keine Fällung	schmilzt sofort u. geht i. Lösung	$NaCl$: backt zusammen, ohne i. Lösg. zu gehen. Mit kochend. Wasser nachbehandelt, geht langsam i. Lsg.
$Ce_2(SO_4)_3$	zieml. Fällung i. Spur überschüss. Ce-Salz vollst. klar lösl. Beim Kochen dieser Lösg. tritt koll. Trübung ein.	$(NH_4)_2SO_4 + H_2SO_4$: zieml. Fällg. backt bei 80° zusammen u. schmilzt hierauf. Zusatz v. $NaCl$ scheidet wieder gallertig aus.	schmilzt zur gelben Masse, die in siedend. Wasser unlösl. bleibt.	$NaCl$: schmilzt ohne i. Lsg. zu gehen. Mit kochend. Wasser löst sich langsam
$CdSO_4$	keine Fällung	$NaNO_3$: keine Flg.	geht sofort i. Lösung	
$CdKJ_3$	Fällung, i. übersch. Gelat. lösl.		schmilzt u. bildet weiss. koll. Flüssigk. neben wenig unlösl. Flocken.	$NaCl$: gibt klare Lösung
$CoCl_2$	keine Fällung	$NaCl$: keine Flg.	geht sofort i. Lösung	
$K_2Cr_2(SO_4)_4$	keine Fällung; beim Kochen trübt sich nicht.	$NaCl$: grüne Fällg., beim Erhitzen unverändert	bleibt unter Grünfärbg. unverändert. Mit Na_2CO_3 gekocht, bleibt unverändert. Mit HCl gekocht, tritt erst nach 1-2 Minut. Lösung ein. Mit $NaOH$ gekocht, geht rasch i. Lösung, HCl fällt daraus nicht wieder	
bas. Chromalaut	keine Fällung beim Kochen: Fällung, die schmilzt	$NaCl$: grüne Fällung, beim Erhitzen unverändert. $NaCl$ zur kochend. Lösg. zugefügt gibt starke, feinflockig. Fällung, nicht backend		wie oben

TABELLE 2 c

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	keine Fällung beim Kochen: ebenso	NaCl: grüne, schleimig. Fällung NaCl zur kochend. Lösg. gibt gallerartig. Ausscheidung, ohne zuschmelzen, backt aber zusammen	wie	oben
CuSO_4	keine Fällung	NaCl: fällt grüne Masse, die bei 60° schmilzt u. in Wasser i. Lösung geht, NaCl-Zusatz scheidet wieder flockig aus.	geht erfort in in Lösung	Na_2SO_4 : gibt sofort klare Lösung
FeSO_4	keine Fällung beim Kochen: ebenso	NaCl: fällt hellgrün. flockig Schleim, der zieml. fest zusammenbackt u. i. Wasser zur klaren Flüssigk. schmilzt.	geht sofort i. Lösg. zur leicht getrübt. Flüssigk. Bei kurzem Kochen verstärkt sich Trübung	Na_2SO_4 : geht sofort in Lösung
FeCl_3	starke schleimig-flockige Fällung, die bei Erwärmen zusammenbackt. Bei 75-85° schmilzt zur klaren, rotbr. Flüssigkeit	NaCl: vollständig flockige Fällung, die bei 45° zusammenbackt	backt zusammen u. geht erst nach kurzem Kochen i. Lsg.	NaCl: backt zusammen, ohne zu lösen
HgCl_2	leichte Fällung, in überschüssig. Gelatine vollst. löslich		schmilzt sofort u. geht als Emulsion i. Lsg.	NaCl: schmilzt sofort zur klaren Flüssigk.
$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$	Fällung, i. überschüssig. Hg-salz löslich		bildet weisse flockig. Masse, die i. heiss. Wasser klar, lösl. ist	NaNO_3 : backt zur flockig. Masse, löst sich i. heiss. Wasser unter Abscheidung bas. Salze
$\text{HgJ}_2 \cdot \text{KJ}$	starke Fällung		geht sofort in Lösung (NaCl-Zusatz fällt fest, schleimige Masse aus)	NaCl: schrumpft etwas zusammen, färbt sich gelb durchsichtig. Mit heiss. Wasser behandelt geht langsam i. Lösg.

TABELLE 2 d

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
J+KJ	starke Fällung		schmilzt sofort zu braunen, unlösl. Flocken, die in Wasser klar lösl. sind (NaCl-Zusatz fällt feinflockig	NaCl: schmilzt langsam u. backt zusammen. In kochend. Wasser nahezu unlöslich
MnSO ₄	keine Fällung beim Kochen ebenso	NaCl: keine Fällung	geht erfort i. Lösung	Na ₂ SO ₄ : gibt sofort klare Lösung
Molybdänphosphorsäure	vollst. Fällung		schmilzt zur gelb. Masse, etwas geht i. Lösung u. trübt die Flüssigk. gelb (NaCl-Zusatz gibt flockig. Fällg. die beim Erhitzen backt, aber in sied. Wasser unlösl. bleibt	NaCl: schmilzt zur gelben Masse, ohne dass etwas in Lsg. geht
NiSO ₄	keine Fällung beim Kochen ebenso	NaCl: keine Fllg.	geht erfort i. Lösung	Na ₂ SO ₄ : schmilzt u. bildet weisse, in Wasser klar lösl. Gallerte
Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	keine Fällung, beim Kochen: ebenso	Na acet.: keine Fällung	färbt sich weiss, backt zusammen und geht i. weisse Flocken über	Na-acet.: gibt sofort klare Lösung
bas. Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	wie oben	wie oben	wie	oben
PtCl ₄	keine Fällung, beim Kochen ebenso	NaCl: keine Fllg.	zerteilt sich, bleibt aber ungelöst	NaCl: bleibt unter Gelbfärbg. unverändert
SbCl ₄ +NaCl	starke weisse, feinflockig. Fllg. backt bei 55-60° zur weissen, gummiartig. Masse zusammen u. ist i. Wasser b. Kochen nur etwas lösl. unter Abscheidung bas. Salze		schmilzt langsam, aber nicht vollständig	
H ₂ SeO ₃	leichte Fällung, i. übersch. Se-salz löslich		schmilzt sofort zur farb. Fl.	NaCl: schmilzt u. geht langsam i. trübe Fl. über

TABELLE 2 c

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
SnCl_2	gelblichweisse, schleimige Ausscheidung	NaCl: starke schleimig-flockige Ausscheidung, in überschüssig. Sn-salz etwas löslich	zerfällt in Flocken, die langsam schleimig schmelzen, ohne i. Lsg. zu gehen	NaCl: schrumpft u. backt zusammen, ohne in Lsg. zu gehen
$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$	Fällung i. übersch. Th-salz löslich		geht sofort in klare Lsg. (NaCl-Zusatz scheidet reichlich weisse, zieml. feste, elast. Masse ab. Letztere ist i. heiss. Wasser klar löslich, NaCl fällt daraus wieder flockig	NaCl: schmilzt ohne i. Lösung zu gehen
$\text{UO}(\text{NO}_3)_2$	starke schleimige Fällung, i. heissen Wasser fast gänzl. löslich	NaCl: blassgelbe, schleimige Fllg. schmilzt i. heiss. Wasser u. löst sich darin, b. Abkühlen scheidet wieder schleimig aus	geht sofort i. Lösung	NaCl: schmilzt zur gelben Masse, ohne sich zu lösen
VCl_3	Fällung, i. übersch. V-salz löslich		geht sofort in klare Lsg. (NaCl-Zusatz scheidet grüne, ziemlich feste Masse ab, die i. heiss. Wasserlöslich ist, durch NaCl aber wieder ausfällt	NaCl: färbt sich grün, bleibt aber vollst. unverändert. Mit kochend. Wasser behandelt bleibt ungelöst
Wolframphosphorsäure	vollst. Fällung		schmilzt z. gelblichweissen Masse, die unlösl. bleibt	NaCl: schmilzt zur gelblichweissen Masse, die sich i. heiss. Wasser unter Trübung löst
ZnSO_4	keine Fällung	NaCl: schleimige Ausscheidung	geht sofort i. Lösung	Na_2SO_4 : geht sofort i. Lsg.
$\text{ZrO}(\text{NO}_3)_3$	Fällung, i. übersch. Zr-salz vollst. lösl., i. heiss. Wasser vollst. unlösl.		backt etwas zusammen, i. heiss. Wasser zur teilw. ausgeflockt. Fl. lösl.	

TABELLE 2 f

Metallsalz	Gelatine-Lösung		Gelatine-Folie mit Salzlösung gekocht	
	ohne Zusatz	nach Zusatz von	ohne Zusatz	nach Zusatz von
NaCl+HCl	schleimige Fällg. i. Wasser wieder klar lösl.		geht rasch in Lösung	
NaCl	keine Fällung	HCl: schleimige Fllg. i. Wasser klar lösl. durch NaCl wieder fällbar	bleibt nahezu unverändert, in sied. Wasser geht rasch i. Lösg.	
Tannin	Fällung		schmilzt zur grauen, schleimig. Masse, etwas Gelat. geht i. Lsg. u. bildet trübe Fl., Fällg. ist i. sied. Wasser vollst. unlöslich	NaCl: backt zusammen u. schmilzt, geht aber nicht i. Lsg., i. siedend. Wasser schmilzt, bleibt aber unlöslich.
Neradol D	Fällung		schmilzt ohne Trübung der Fl.; NaCl-Zusatz gibt ganz leichte Fllg.	NaCl: schmilzt ohne Trübung
Neradol ND	Fällung		backt zusammen u. schmilzt allmählich unter Trbg. NaCl-Zusatz fällt daraus feinflockig	NaCl: backt u. schmilzt, ohne i. Lsg. zu gehen, in heiss. Wasser geht teilw. i. Lösung

TABELLE IV

	Schmelzpunkt		HD
	nach 24 Stunden	nach 5 Wochen	
Formaldehyd	>130°	—	1½ Stunden
Acetaldehyd	>130°	—	6 „
Paraldehyd	33°	37°	—
Furfurol	31°	>100°	>25 „
Benzaldehyd	32°	32°	—
Chinon	>130°	—	24 „ *)

*) Nach 8 Stunden beginnt schleimig zu werden, nach 24 St. ist fast alles aufgelöst.

TABELLE V

Fällungsmittel	+ Eialbumin	Fällungsmittel	+ Eialbumin
AgNO ₃	starke Fällung	OsO ₄	Fällung
AlCl ₃ +NaCl	keine Fllg.	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ + Na acet.	Spur Fällg.
Bi(NO ₃) ₃ +NaCl	starke Fällung	PtCl ₄	starke Fällung
AuCl ₃	starke Fällung	SbCl ₃ +NaCl+HCl	starke Fällung
KBiJ ₄ +KJ	vollständig. Fllg.	SnCl ₂ +NaCl	starke Fällg.
Br	starke Fällung	H ₂ SeO ₃	leichte Fllg. (Ue.—)
CeCl ₃	zieml. Fllg. (Ue.—)*	Phosphorwolframs.	vollst. Fllg.
Ce ₂ (SO ₄) ₃	starke Fällung	Th(NO ₃) ₄	starke Fllg (Ue.—)
CdSO ₄ +NaCl	keine Fllg.	TiCl ₃	starke Fällung
CdKJ ₃	starke Fllg.	UO(NO ₃) ₂	starke Fällung
CcCl ₂ +NaCl	keine Fällg.	VCl ₃	starke Fllg.
CuSO ₄ +NaCl	keine Fällg.	ZnSO ₄	starke Fllg. (Ue.—)
CrOHSO ₄ +NaCl	Fällung	Auramin	Spur Fällung
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	keine Fällg.	Methylviolett	Spur Fällung
FeCl ₃ +NaCl	vollst. Fällung	Palatinrot+H ₂ SO ₄	Fällung
HgCl ₂	starke Fällung	Indigocarmin	vollständig. Fllg.
Hg ₂ (NO ₃) ₂	starke Fällung	Tannin	vollst. Fllg.
KHgJ ₃	starke Fällung	Neradol D	vollst. Fllg.
K ₄ Fe(CN) ₆ +Essigs.	starke Fllg.	Formaldehyd	nach 20 Min. aus- flockend
KJ.J+NaCl	starke Fällung	Acetaldehyd	sofort viscosa
MnSO ₄ +NaCl	keine Fällg.	Furfurol	rasch viscosa
Molybdänphosphors.	vollst. Fllg.	Chinon	noch 4-5 Tagen gallertig werdend
NiSO ₄	keine Fällg.		

*) Ue.—Überschuss des Salzes.