

## **Untersuchungen über tierische Leimstoffe.**

### **V. Mitteilung.**

#### **Das Verfahren zur Darstellung der Leimstoffe.**

Von

**W. S. Sadikoff.**

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Universität in St. Petersburg. 1904.)

(Der Redaktion zugegangen am 29. April 1906.)

Die Leimstoffe werden durch die hydrolytische Umwandlung des leimgebenden Stoffes, des Kollagens, erhalten. Das Kollagen ist sehr verbreitet im tierischen Organismus, es bildet eine Stütze für alle Gewebe, aber besonders reichlich ist es in Stützgeweben selbst, wie Knochen, Bindegewebe, Knorpel, Sehnen und Haut, enthalten. Über seine physikalischen und chemischen Eigenschaften ist nur wenig bekannt. Es ist nicht einmal festgestellt, ob mehrere Kollagene existieren, oder ob die sämtlichen Kollagene in verschiedenen Geweben einheitlicher Natur sind; dieser Umstand ist durch die chemische Passivität und Unlöslichkeit des Kollagens bedingt. Wenn man aber das Aussehen und die mehr oder weniger leichte Umwandlungsfähigkeit in Glutin in Betracht zieht, so ist die Existenz von verschiedenen Typen des Kollagens oder sozusagen verschiedenen Graden der Kondensation desselben sehr plausibel. Man könnte vielleicht unterscheiden:

I. Das hyaline Kollagen der Knochen und Knorpel — eine durchscheinende, elastische, wie geschmolzene Masse, welche keine Kohäsion und keine Plastizität besitzt. Was die Glutinerungsgeschwindigkeit betrifft, so sind Knochenkollagen und Knorpelkollagen auch in ihrem Verhalten verschieden: das erste nämlich leistet dem hydrolytischen Einfluß des Wassers einen weit größeren Widerstand.

II. Das faserige Kollagen der Sehnen und Haut — eine weiße, undurchsichtige, plastische (besonders nach der Vorbehandlung mit Alkalien) Masse mit sehr großer Kohäsion;<sup>1)</sup> sie besitzt einen sehr großen Widerstand dem kochenden Wasser gegenüber.

Das Fischkollagen gehört mehr zum hyalinen Typus und ist durch seine sehr leichte Glutinierbarkeit ausgezeichnet (schon bei 40°). Solche leimgebenden Stoffe, die schon bei der Wasserbadwärme sich in Glutin zu verwandeln vermögen, besitzen den geringsten Grad der Kondensation und werden am besten zum Unterschiede von echten, schwer glutinierbaren Kollagenen als Glutogene bezeichnet.

Wird das Kollagen in trockenem Zustande der Hitze Wirkung (130°) längere Zeit ausgesetzt, so verliert es die Fähigkeit der Glutinbildung; nach dem Zerkochen, welches nur sehr schwer vor sich geht, gibt es keine Gallerte mehr und verliert sogar sein Klebevermögen, was wohl durch die Umsetzung bedingt ist, oder besser durch die Zerstörung «des leimgebenden Komplexes» in dem Molekül.

Das Kollagen, besonders das faserige, quillt stark in verdünnter Säurelösung und schrumpft wieder in stärkerer zusammen. Dieselbe Quellung rufen die schwachen Alkalilösungen hervor. Ätzalkalien (KHO, NaHO) zersetzen das Kollagen schon bei 4—5%iger Konzentration in der Kälte unter Entwicklung von Ammoniak. Leitet man in stark gequollenes alkalisches Kollagen CO<sub>2</sub> oder SO<sub>2</sub>, so schrumpft es zu einem geringen Volumen zusammen. Kohlensäuren Alkalien (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>) gegenüber ist das Kollagen sehr widerstandsfähig: 10%ige Lösungen bei 40° rufen keine Zersetzung, sogar keine Quellung desselben hervor. Nach der Alkalibehandlung wird das faserige Kollagen plastisch, das hyaline bleibt physikalisch unverändert.

---

<sup>1)</sup> Behandelt man die fein zerhackten Sehnen z. B. mit schwacher Alkalilösung, wäscht mit kaltem Wasser und schlägt mit einem Glasstabe unter Wirbelbewegungen die Masse, welche in einer großen Menge Wasser verteilt ist, so kann man sie fast gänzlich in einem Stück um den Glasstab zusammenwinden (ähnlich wie es mit dem Fibrin der Fall ist).

Erwärmen in schwach alkalischen oder sauren Lösungen zerstört den leimgebenden Komplex der Kollagene vollständig.

Konzentrierten Salzlösungen gegenüber verhält sich das Kollagen auch bei 40° indifferent, nur einige rufen geringe Quellung hervor. Von Pepsin wird das Kollagen angegriffen und verwandelt sich in Gelatose. Was das Trypsin anbetrifft, so zeigt es den Kollagenen verschiedenen Ursprungs gegenüber verschiedenes Verhalten.<sup>1)</sup>

Die leimgebende Substanz im Organismus ist von verschiedenartigen Stoffen innig durchdrungen, wie z. B. von Mineralsalzen, Fett, Eiweißkörpern, Mucinen usw. Darum muß jedes Verfahren der Darstellung von Glutin in zwei Teile zerfallen: 1. Reinigung des Kollagens von Beimengungen und 2. Verwandlung des gereinigten Kollagens in Glutin. Die Reinigung kann allerdings auch nach der Glutinierung erfolgen. Die wesentlichsten Beimengungen sind Fett und Mineralsalze.

Die Fettextraktion geschieht entweder durch die Behandlung von grob zerkleinerten trockenen Knochen, mit Benzin, Äther, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff usw., oder das Fett wird mit Alkali verseift. Das vom Fett befreite Material wird, falls es viel Mineralsalze enthält (Knochen), mit Hilfe von Säuren «demineralisiert», dabei können Salzsäure, auch schweflige<sup>2)</sup> oder Phosphorsäure,<sup>3)</sup> und andere angewandt werden. Nach der Demineralisation wird das Kollagen durch Waschen mit kaltem Wasser von Salzen und Säure befreit und die neutral reagierende leimgebende Masse der Einwirkung von kochendem Wasser ausgesetzt, um das Glutin zu erhalten. Zwecks Beschleunigung des Glutinierungsprozesses hat man die Druckhitze benutzt, um aber möglichst die Zersetzung des Leimes einzuschränken, Kessel besonderer Konstruktion und Zentrifugen eingeführt.<sup>4)</sup> Zur Beschleunigung der Glutinierung wurden mannigfaltige Mittel vorgeschlagen; einerseits verschiedene verdünnte

<sup>1)</sup> Ewald und Kühne, Z. f. Biologie, Bd. XXVI.

<sup>2)</sup> Engl. Patent Nr. 18042, 1902, H. Hilbert; D. R. P. 22 i, 144398, 1903, R. Arens; D. R. P. 22 i, 79156, 1895, M. Schroeder.

<sup>3)</sup> Engl. Patent Nr. 9611, 1900, Th. Lomas.

<sup>4)</sup> D. R. P. 22 i, 145621, 1903, W. Cormack und J. Lowson.

oder auch starke Säuren,<sup>1)</sup> besonders schweflige Säure, eventuell Sulfit und Mineralsäuren,<sup>2)</sup> andererseits das Erwärmen unter Druck in Gegenwart von Alkalien (konz.  $\text{NH}_3$ ).<sup>3)</sup>

Das Fett kann auch gleichzeitig mit der Glutinierung, oder gleichzeitig mit der Demineralisation<sup>4)</sup> der leimgebenden Substanzen gewonnen werden.

Bei allen angeführten Verfahren geht die Umwandlung des Kollagens entweder nur ziemlich langsam vor sich, oder sie erfordert die Zuhilfenahme von Druck, Säuren und Alkalien. Wenn schon beim einfachen Kochen mit Wasser in neutraler Lösung das eben entstandene Glutin einer weiteren Veränderung, einer Verseifung<sup>5)</sup> unterliegt — und das geschieht viel früher, als die gesamte Kollagenmasse glutiniert wird —, so nimmt dieser Verseifungsprozeß bei Gegenwart von Säuren und Alkalien, mögen sie auch nur sehr schwach sein, einen weitgehenden Umfang an. Das auf solche Weise erhaltene Produkt ist zum größten Teil verändert, es büßt seine normalen Eigenschaften ein, welche sich im Verhalten dem kalten Wasser gegenüber, in der Kondensationsfähigkeit, im Verhalten gegen Salzlösungen und Säure, in Fällbarkeit aus saurer alkoholischer Lösung bei der Neutralisation und endlich in der Gelatinierungs- und Klebefähigkeit äußern.

Bei anhaltender Vorbehandlung des Rohmaterials mit Säuren zwecks Demineralisation geht das vollständige Entfernen der Säure nur so schwierig vor sich, daß auch nach sorgfältigem Auswaschen noch die geringen Säurereste in der kolloidalen Substanz bleiben, welche genügen, um die Verseifungsgeschwindigkeit des Glutins mit Wasser zu erhöhen. Die Neutralisation der Säure mit Alkalien ist nicht zu empfehlen wegen der kolloidalen Natur der leimgebenden Stoffe, und ferner aus dem Grunde, weil die Alkalireste noch schwieriger zu beseitigen sind und schädlichere Wirkungen bei der Glutinierung ausüben. Wollte

---

<sup>1)</sup> Borgmann, Die Rotlederfabrikation, Bd. I, S. 41.

<sup>2)</sup> Franz. Patent, 1965.

<sup>3)</sup> D. R. P. 221, 100 065, 1898, R. Niethak und A. Wiegand.

<sup>4)</sup> Schlegel, Die Leimfabrikation, S. 114.

<sup>5)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XLVI, S. 387, 1905.

man aber überhaupt ohne Säure vorgehen und nicht demineralisierte Knochen in Leim verwandeln (nach d'Arcet), so braucht man dazu so lange Zeit und so anhaltende Einwirkung des Dampfes, daß das Glutin auch einer weitgehenden Verseifung unterliegt. Außerdem erfordert eine vollständige Extraktion der Salze und Fette, eine Reinigung des leimgebenden Materials, eine hartnäckige und dauernde Behandlung; dabei wird aber der größte Teil verschiedener anderer Beimengungen, wie Eiweißkörper, Mucine, Nucleoproteide, reduzierende Substanzen usw., nicht entfernt und geht zusammen mit dem Glutin in Lösung bei der Glutinierung des Kollagens. Das beste Verfahren, um auch diese Beimengungen zu beseitigen, besteht in der Behandlung des Kollagens mit Ätzalkalien, 1—2% NaHO oder KHO<sup>1)</sup> (nicht aber mit Ca(OH)<sub>2</sub> oder Soda, welche keine vollständige Extraktion bewirken), oder auch in der tryptischen Verdauung.<sup>2)</sup> Aber diesem Verfahren steht das äußerst schwierige Auswaschen der Alkali unüberwindlich im Wege.

Zur Reinigung des Glutins von verschiedenen Beimengungen, welche bei der Glutinierung in die Lösung übergegangen sind, ist eine Reihe von Verfahren vorhanden. Faust<sup>3)</sup> bewirkte die Reinigung der Gelatine mit Hilfe von schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser, mit Kochsalzlösung und schwachem Ammoniak. Mörner<sup>4)</sup> wandte schwache Ätzalkalilösungen (0,1—0,5%) an und stellte die Tatsache fest, daß dabei alle eiweißartigen Beimengungen entfernt wurden. Aber eine äußerst starke Quellung, die Verseifbarkeit des Glutins mit Alkali und schließlich die Schwierigkeit des Auswaschens machen das Verfahren wenig geeignet. Ebenso wenig führen auch andere Verfahren der Reinigung des Glutins, wie Dialyse in säurehaltigem Wasser, fraktionierte Fällung mit Salzen (Pick), mehrfaches Ausfällen mit Alkohol (Hoffmeister), Koagulation der Beimengungen (gelösten und suspendierten) mit Alaun oder

<sup>1)</sup> Mörner, Skand. Arch. f. Physiologie, Bd. I, S. 232, 1889.

W. S. Sadikoff, Diese Zeitschrift, Bd. XXXIX, S. 398, 1903.

<sup>2)</sup> van Name, Journ. of exper. Medic., Bd. II, Nr. 1.

<sup>3)</sup> Inaugural-Diss., Über das Glutolin . . ., 1893.

<sup>4)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XXVIII, S. 472, 1899.

Eiweiß,<sup>1)</sup> zum Ziele. Alle angeführten Methoden haben den Nachteil, daß sie nur einen Teil der mannigfaltigen Beimengungen des Glutins beseitigen, nehmen aber viel Zeit in Anspruch, sind umständlich oder rufen selbst den schädlichen Einfluß auf den Leimstoff hervor, indem Verluste und neue Verunreinigungen entstehen. Am zweckmäßigsten wäre darum die Reinigung vor Glutinerung des Kollagens, das heißt die Reinigung des Kollagens selbst, da dasselbe weit widerstandsfähiger als der Leimstoff ist und energischer behandelt werden kann. Sollte es aber nötig sein, das Glutin als solches zu reinigen, so kann man dafür das Verhalten Salzlösungen und Säure gegenüber benutzen.<sup>2)</sup>

Die Untersuchung der üblichen Verfahren zur Darstellung von Glutin hatte ihre Unzuverlässigkeit in bezug auf die Schnelligkeit und Bequemlichkeit der Ausführung und hauptsächlich in bezug auf die Reinheit und Einheitlichkeit des Endproduktes gezeigt. Es hat sich herausgestellt, daß der Schwerpunkt in dem Vorgange der Glutinerung liegt. Es war notwendig, ein Verfahren zu finden, welches eine schnelle Umwandlung des Kollagens gestattet und gleichzeitig auch die Möglichkeit der Zersetzung, sogar einer teilweisen Zersetzung durch Verseifung ausschließt. Ein derartiges Verfahren sollte auch die Entfernung des zur Vorbehandlung notwendigen Alkali gestatten. Dieses vielseitige Problem wurde in folgender Weise gelöst.

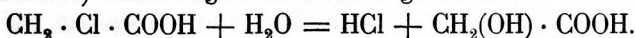
Da schon sehr geringe Mengen von Säure eine gewaltige Beschleunigung der Glutinerung hervorrufen und demnach die Säure als ein Katalysator betrachtet werden kann, da ferner die Säure dabei auch als ein Neutralisationsmittel fungiert und außerdem eine Verbindung mit dem Glutin eingeht, habe ich die Glutinerungsversuche mit minimalen Säuremengen angestellt, so daß jeder Säureüberschuß sofort mit dem Glutin gebunden werden sollte. Aber auch bei diesen geringen (0,1 bis 0,05%) Konzentrationen riefen Mineralsäuren tiefere Zersetzungen hervor, organische Säuren (wie z. B. Essigsäure) wirkten nur

<sup>1)</sup> Schlegel, Die Leimfabrikation 1879.

Dawidowsky, Die Leim- und Gelatine-Fabrikation, 1893.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XLVI, S. 393.

wenig beschleunigend auf die Glutinbildung. Durch die Kombination von beiden Momenten und durch die Anwendung von Monochloressigsäure ist es gelungen, die Schwierigkeit zu überwinden. Monochloressigsäure bewirkt an und für sich auch bei Wasserbadtemperatur und 10%iger Konzentration keine Zersetzung des Glutins. Eine besondere Wirkung der Monochloressigsäure, welche als ein spezifisches Reagens für die Glutininierung des Kollagens in saurer Lösung betrachtet werden kann, besteht darin, daß diese Säure bekanntlich unter dem Einfluß des Wassers, besonders in der Wärme, und der Gegenwart von Alkali sich sehr langsam in Salzsäure und Oxyessigsäure (Glykolsäure) nach folgender Gleichung zersetzt:



Salzsäure, welche in spurenhafte Mengen entsteht, ruft in statu nascendi die Umwandlung der leimgebenden Substanz hervor, wirkt also wie ein Katalysator gewaltig beschleunigend auf den sonst trägen Verlauf der Glutininierung durch Wasser. Gleichzeitig verbindet sich sofort nach dem Entstehen jede Spur Salzsäure mit dem im Überschusse vorhandenen Glutin, wird von ihm sozusagen absorbiert, indem sie in die Verbindung [Leimstoff + HCl] übergeht, welche in 70—80%igem Alkohol löslich ist und bei der Neutralisation herausfällt. Der Vorgang einer äußerst langsamen Abspaltung von Salzsäure, ihre katalysierende Beeinflussung des Kollagens und die Absorption der sozusagen abgestumpften Säure durch den überschüssigen entstandenen Leimstoff, ferner eine größere Widerstandsfähigkeit der Verbindung [Leimstoff + HCl] gegenüber den verseifenden Einflüssen, als das Glutin selbst sie besitzt — das sind die Bedingungen, welche die Möglichkeit einer Verseifung, eventuell Zersetzung des Glutins während der Glutininierung in saurer Lösung vollständig ausschließen.

Der auf solche Weise erhaltene Leimstoff zeigt alle normalen Eigenschaften und nur ein übertrieben langes Erhitzen des Glutins mit Monochloressigsäure ruft Verseifung hervor. Die Glutininierung des faserigen Kollagens (Achillessehne) mit Wasser erfordert mehrere Stunden (6—8); im Laufe der ersten Stunden des Kochens ist das Kollagen nicht einmal stark ge-



quollen. Bei der Anwendung von 0,5%iger Monochloressigsäure erfolgt die vollständige Glutininierung des Kollagens in 10—15 Minuten.

Das allgemeine Verfahren der Darstellung von Leimstoffen aus den leimgebenden Substanzen, z. B. Knochen, gestaltet sich folgendermaßen:

Nicht entfettete Knochen werden zerkleinert, eventuell in eine breiartige Masse zerquetscht; sie werden mit Salzsäure<sup>1)</sup> (1:3) so lange behandelt, als noch Salze extrahiert werden können; dazu ist es nötig, die Säure mehrmals täglich (zwei- bis dreimal) zu wechseln und von Zeit zu Zeit umzurühren. Die auf der Oberfläche sich abscheidende Fettschicht wird abgehoben. Die hyaline Masse, welche von den meisten Salzen und Fetten befreit ist (was durch 7—8tägiges Behandeln erreicht wird), wird einige Male mit kaltem Wasser nachgewaschen und in eine 1—3%ige Lösung von Ätznatron<sup>2)</sup> übergeführt. Hierbei lösen sich alle Albuminstoffe, Mucin, Nucleoproteide usw., und es fallen die Überreste des phosphorsauren Calciums als eine feine Suspension aus; außerdem geht eine Verseifung der geringen noch anhaftenden Fettreste vor sich. Nach dreimaligem Wechsel der alkalischen Lösung und kurzem Nachwaschen mit kaltem Wasser werden alle gelösten Eiweißstoffe und Seifen<sup>3)</sup> beseitigt. Die alkalisch reagierende hyaline

<sup>1)</sup> Man kann auch schweflige Säure bei den Arbeitsbedingungen, wie sie M. Schroeder angibt, anwenden. Feuchte Knochen werden in den geschlossenen Apparaten unter Druck mit gasförmiger schwefliger Säure oder mit dem entsprechenden Säuregasgemisch behandelt, um die Umwandlung von dreibasischem Calciumphosphat in das Gemenge von zweibasischem in Citronensäure löslichen und Calciumsulfit durchzuführen. Der Vorteil besteht darin, daß die Säure wiedergewonnen werden kann. D. R. P. 22 i, 79156, 1895.

<sup>2)</sup> Andere Alkalien, wie  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_3$  dürfen auch in größeren Konzentrationen nicht als Ersatz für KOH und NaOH benutzt werden, da in diesem Falle keine vollständige Extraktion von Beimengungen erreicht wird. Wenn man z. B. Sehnen wochenlang mit 10%iger  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bei 40° bis zum völligen Erschöpfen behandelt, so können doch bei nachträglicher Einwirkung von 0,1% KHO noch Eiweißstoffe extrahiert werden.

<sup>3)</sup> Aus dieser alkalischen Lösung kann man Eiweißstoffe und Seifen durch Ansäuern niederschlagen.



Masse wird in eine siedende 1%ige Lösung von Monochlor-essigsäure gebracht; es findet eine schnelle Umwandlung der leimgebenden Substanz in den Leimstoff statt. Die heiße konzentrierte Lösung wird durchgeschlagen, eventuell filtriert, mit Magnesiumsulfat aus saurer Lösung ausgesalzen und mit kaltem Wasser und Alkohol von Säure und Salzen befreit.

Eine weitere Reinigung des Glutins ist kaum nötig, wenn eine Alkalivorbehandlung vorgenommen ist. Zur Reinigung der Leimstoffe, welche nach den üblichen Verfahren gewonnen wurden und größere Beimengungen von Verseifungs- und Zersetzungsprodukten des Glutins, Verunreinigungen durch Eiweiß und andere Körper enthalten, können neue Eigenschaften und Reaktionen der Leimstoffe benutzt werden, welche gestatten, die Leimstoffe unter eigenartigen Bedingungen abzuscheiden. Die Reagenzien, welche als Fällungsmittel der Eiweißkörper bzw. der Leimkörper betrachtet wurden, hatten sich bei entsprechenden Bedingungen als Lösungsmittel der Leimkörper herausgestellt; aus diesen Lösungsmitteln können die Leimkörper wieder niedergeschlagen werden, und zwar unter solchen Umständen, wie es andere Proteinstoffe usw. nicht tun.

Zur Darstellung des reinen normalen Glutins verfährt man in folgender Weise: Glutin wird mit kaltem Wasser, darauf mit kalter 20%iger Lösung von  $MgSO_4$ <sup>1)</sup> gewaschen, wodurch es teilweise von wasserlöslichen Salzen, Verseifungs- und Zersetzungsprodukten, sowie allen Beimengungen, welche in Salzlösung löslich sind, befreit wird. Man löst dann das Glutin in 20%iger Magnesiumsulfatlösung unter Erwärmen auf dem Wasserbade und filtriert die heiße Lösung unter Anwendung eines Heißwassertrichters. Nach dem Erkalten wird das Filtrat trübe und scheidet einen flockigen Niederschlag aus. Man gibt jetzt, ohne vorher zu filtrieren, zu der abgekühlten Lösung 0,5%ige Säure (HCl oder  $H_2SO_4$ ), welche in 20%iger  $MgSO_4$ -Lösung bereitet ist, zu; es entsteht eine voluminöse Fällung, welche sich gut absetzt, gut abfiltrieren und nachwaschen läßt.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Wasserfrei berechnet.

<sup>2)</sup> Die mit Säure nicht gefällten geringen Glutinreste können durch weiteren Zusatz von  $MgSO_4$  ausgesalzen werden.

Die mit kaltem Wasser gewaschene schleimige Masse wird in heißem Wasser gelöst, abgekühlt und mit schwacher Salzsäure versetzt, jedoch in der Weise, daß die Konzentration der Salzsäure in der gesamten Lösung nicht 1% übersteigt; man gibt dann 3—4 Volumen starken Alkohols hinzu, so daß der Leimstoff in 70—80%igem sauren Alkohol gelöst wird. Um die Konzentration des Glutins zu erhöhen und dabei nicht zu viel HCl einzuführen, kann man bis zu einigen Prozenten Essigsäure hinzufügen. Sollte die saure alkoholische Leimstofflösung trübe sein, so filtriert man die Lösung durch Tierkohle. Man schlägt das gesamte Glutin dann durch Neutralisation mit Ammoniak nieder, läßt einige Zeit stehen, gießt den Alkohol ab und wäscht mit Wasser oder mit Alkohol nach.<sup>1)</sup>

Die chemischen Vorgänge, welche bei diesem Reinigungsverfahren stattfinden, können auf die Weise erklärt werden, daß man Verbindungen zwischen Leimstoff (L) und Salz — ( $L + MgSO_4$ ) — und zwischen Leimstoff und Säure — ( $L + HCl$ ) — annimmt. Erstere — ( $L + MgSO_4$ ) — ist in neutraler Salzlösung in der Wärme löslich und fällt teilweise beim Abkühlen aus; sie wird durch Säure in eine in saurer Salzlösung unlösliche ( $L + HCl$ )-Verbindung verwandelt;<sup>2)</sup> diese letztere ist in 70—80%igem Alkohol löslich und zersetzt sich bei der Neutralisation, wobei der im neutralen 70—80%igen Alkohol unlösliche Leimstoff niedergeschlagen wird.

---

<sup>1)</sup> Dieses Verfahren ist bei einigen Kautelen auch quantitativ zur Wertbestimmung der Leimstoffe anwendbar.

<sup>2)</sup> Ein Säureüberschuß, die Natur der Salzlösung und die Verseifungserscheinungen üben einen beträchtlichen Einfluß auf die Unlöslichkeit dieser ( $L + HCl$ )-Verbindung in der betreffenden sauren Salzlösung aus. Diese Zeitschrift, Bd. XLVI, S. 388, 1905.

---