

säurefällung den Stickstoff nach Kjeldahl, so erhält man den „Reststickstoff“ d. h. den Teil des Stickstoffes, der in den freien Aminosäuren vorhanden ist. Das Verhältnis Reststickstoff zu Gesamtstickstoff soll bei guten Gelatinen möglichst klein sein. Bei der Prüfung von Gelatine konnten wir die Resultate von Fellenbergs¹⁸⁾ bestätigen, eine Anwendung auf Walzenmasse war aber nicht möglich, da die Gegenwart von Glycerin den quantitativen Verlauf der Fällung mit Phosphormolybdänsäure stark beeinträchtigt. Durch die Notwendigkeit, unsere Arbeit abzuschließen, sind wir verhindert, weitere Versuche in dieser Richtung anzustellen, obwohl wir solche für sehr lohnend halten.

Es seien hier noch einige Beispiele von Walzenmassenanalysen angeführt. Zunächst eine zum Zwecke der Analysenerprobung angesetzte und zweimal umgegossene Walzenmasse:

| Verwendet: | Gefunden: |
|----------------|------------------------------|
| 35,0% Gelatine | 35,5% Gelatine |
| 4,0% Zucker | 4,0% Zucker |
| 35,0% Wasser | 35,0% Wasser |
| 26,0% Glycerin | 25,5% Glycerin aus Differenz |

oder auf Trockensubstanz berechnet

| Verwendet: | Gefunden: |
|----------------|----------------|
| 53,8% Gelatine | 54,6% Gelatine |
| 6,2% Zucker | 6,2% Zucker |
| 40,0% Glycerin | 39,2% Glycerin |

Bei frisch von der Fabrik bezogenen Walzenmassen wurden, bezogen auf Trockensubstanz, gefunden:

¹⁸⁾ 1. c.

| Schnellpressenmasse | Rotationsmasse | Tropenmasse |
|---------------------|----------------|----------------|
| 49,9% Gelatine | 54,5% Gelatine | 67,0% Gelatine |
| 15,2% Zucker | 12,0% Zucker | 9,0% Zucker |
| 34,9% Glycerin | 33,5% Glycerin | 24,0% Glycerin |

Zusammenfassend läßt sich über die Prüfungsmethoden von Walzenmassen, soweit sie bisher ausgearbeitet sind, folgendes aussagen:

Für die Beurteilung der Güte der Walzenmasse von großem Werte haben sich erwiesen:

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| die Bestimmung der Reißfestigkeit, | |
| “ | Zügigkeit, |
| “ | Gallerfestigkeit und |
| “ | des Tropfpunktes. |

Diese Methoden sind so weit ausgearbeitet, daß sie genügend übereinstimmende Ergebnisse liefern, so daß man aus ihnen einen Rückschluß auf die Güte der untersuchten Walzenmasse ziehen kann. Das gleiche gilt von der Bestimmung des Wasser-, Zucker- und Gelatinegehaltes. Hingegen gelang es bisher noch nicht, eine befriedigende Methode zur Bestimmung des Glyceringehaltes von Walzenmassen auszuarbeiten. Da aber die Walzenmassen im wesentlichen nur aus den vier Bestandteilen Gelatine, Glycerin, Zucker und Wasser bestehen, so kann man, bei Kenntnis der drei anderen, den Glyceringehalt aus der Differenz errechnen. Außerdem liegen Versuche vor zur Bestimmung der Druckelastizität und der Quellbarkeit von Walzenmassen. Diese Methoden sind aber noch nicht so weit ausgearbeitet, daß man über ihren Wert zur Beurteilung der Güte von Walzenmassen schon etwas aussagen könnte. [A. 69.]

Über Zuckerspaltung durch Alkali.

Von Prof. Dr. F. FISCHLER.

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München.

(Eingeg. 12. Mai 1929.)

Vor kurzem wurde hier¹⁾ dargelegt, daß die Zuckerspaltung durch Alkali eine befriedigende Erklärung nur durch die Annahme einer Aufspaltung der Glykosemolekel in C₃-Ketten findet, die ihrerseits Träger der bisher dem ungespaltenen Zuckermolekül zugeschriebenen Reduktionswirkung sind. In weiterer Bestätigung dieser Ansichten läßt sich jederzeit leicht zeigen, daß die Traubenzuckermoleköl schon in der Kälte durch Alkali sehr verschiedener Konzentration mehr oder weniger rasch in C₃-Ketten zerfällt.

Versetzt man eine 1—5%ige wäßrige Traubenzuckerlösung mit dem gleichen Quantum einer etwa 50%igen KOH-Lauge, schüttelt durch und kühl unter dem Wasserstrahl kurze Zeit ab, überschichtet dann die Lösung mit einem ungefähr gleich großen Quantum von n/10-Jodjodkalilösung und läßt das Ganze bei Zimmertemperatur stehen, so tritt nach wenigen Minuten an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten ein schwach gelber, trüber Ring auf, der wächst und stärker wird und sich bis auf etwa 1 cm Höhe ausdehnen kann, während die tiefen Schichten des Lauge-Zucker-gemisches und die höheren der Jodjodkalilösung ganz klar bleiben. Der gebildete Ring röhrt von einer Ausscheidung feinster Jodoformkristalle her, die sich bei der Alkali-einwirkung aus dem sich aus Zucker abspaltenden Methylglyoxal bei Gegenwart von Hypojodit bilden können.

Daß tatsächlich Jodoform gebildet wird, läßt sich einmal aus dem charakteristischen Geruch nach dem Durchschütteln der Flüssigkeit feststellen, weiterhin an dem mikroskopischen

Nachweis der typischen sechsstrahligen Jodoformkristallrosetten. Eine Abkühlung muß man deshalb vornehmen, weil sich Hypojodit dabei nicht so rasch zu Jodat oxydert. Schwieriger ist es dasselbe Phänomen mit etwa 10%iger Kalilauge, die beim Experiment ja noch auf die Hälfte verdünnt wird, zu erhalten. Man muß dabei stark in Eis kühlen und beim Aufschichten der Jodjodkalilösung für eine gewisse Vermischung der obersten Flüssigkeitsschichten sorgen, aber doch so, daß noch eine Schichtung bestehen bleibt.

Bei Anwendung von 50%iger Kalilauge ist eine Schichtung nicht unbedingt nötig, wohl aber starke Kühlung, wenn man eine Totaltrübung der Flüssigkeit durch Jodoform-ausscheidung erhalten will. Vermischt man die Traubenzucker-KOH-Lösung mit dem gleichen Volumen etwa n/10-Jodjodkalilösung, schüttelt gut durch und kühl dann stark, nimmt nach einiger Zeit das Reagensglas aus der Eismischung und läßt bei Zimmertemperatur stehen, so trübt sich der ganze Reagensglasinhalt in etwa 5 Minuten durch Jodoform-ausscheidung.

Man ist aber nicht an den oben genannten Prozentgehalt der Glykolslösung gebunden. Auch sehr verdünnte Lösungen bis herab zu 1% geben bei Anstellung der Probe als Schichtprobe noch einen wahrnehmbaren Jodoformring.

Untersucht man nun verschiedene Zuckerarten mittels dieser Probe, so gelingt sie mit Glykose schätzungsweise am besten, mit Mannose ebenfalls gut, mit Galactose wesentlich weniger leicht, mit Lactose und Maltose wieder recht gut. Sehr schwach fällt sie aber bei Fructose aus und wird hier nur in konzentrierten Fructose-Lauge-Lösungen positiv. Bei Arabinose und Xylose ist mir die Probe nur ganz ausnahmsweise und dann nur sehr schwach positiv gelungen.

¹⁾ F. Fischler, K. Täufel u. S. W. Souci: Reduktionswirkung der Zuckerarten und Zuckerzerfall. Diese Zeitschrift 41, 950 [1928].

Überlegt man aber, daß die 5-C-Zucker durch Alkali in Methylglyoxal und Glykolaldehyd gespalten werden²⁾, so erscheint das Ausbleiben der Jodoformreaktion hierbei nicht ganz unverständlich. Denn Glykolaldehyd wird sehr leicht von Hypojodit unter Verbrauch von 2 J zu Glykolsäure oxydiert, wobei sich die Jodlösung entfärbt, wenn sie nicht in großem Überschuß zugegen ist. Bei der Anstellung der Schichtprobe bei Xylose- und Arabinose-Lösungen fällt auf, daß die überstehende, leicht gelblich gefärbte Hypojoditschicht sich in kurzer Zeit völlig entfärbt, ein Verhalten, das in analoger Weise sich bei Glykose, Mannose, Galactose, Lactose und Maltose entweder nicht oder doch nicht in so kurzer Zeit zeigt. Die Jodoform-Ringbildung einer Traubenzuckerlösung bleibt aber aus und die überstehende Hypojoditschicht entfärbt sich auffällig rasch, wenn man ihr einen Zusatz von Glykolaldehyd gibt, ein ganz analoges Verhalten, wie man es bei Arabinose- und Xyloslösungen beobachten kann.

Eine ausreichende Erklärung für die Schwierigkeit der Bildung von Jodoform aus Fructose konnte bislang noch nicht gefunden werden, weitere Versuche hierüber sind im Gange.

Sehr unerwartet und zunächst scheinbar im Widerspruch mit früheren Beobachtungen stehend war das Verhalten des Rohrzuckers. Bei der Alkalidestillation ergibt er ja kein Methylglyoxal³⁾. Ich erwartete daher, daß die Jodoformreaktion bei Anwendung der obigen Schichtprobe bei Rohrzucker-Lauge-Lösungen ausbleiben werde. Dem ist aber nicht so. Wenn auch zweifellos der Eintritt der Ringprobe verzögert ist, so tritt sie doch allmählich und zunehmend immer stärker auf, so daß schließlich kaum eine Differenz zwischen der Probe von Traubenzucker und Rohrzucker besteht. Geringe Mengen von Invertzucker, die fast stets im Rohrzucker enthalten sind⁴⁾, reichen zur Erklärung der endlich doch starken Jodoformreaktion nicht aus. Aber einmal ist es bekannt, daß auch Rohrzucker von Alkali unter Bildung reduzierender Zucker gespalten wird, weiter haben mich auch andere Beobachtungen auf eine Erklärung gebracht.

Von der ersten Möglichkeit kann man sich dadurch leicht überzeugen, daß man eine Rohrzuckerlösung etwa 10–15 Minuten in etwa 5%iger Kalilauge im siedenden Wasserbad erhitzt und nachher mit gleichen Teile 10%iger Sulfit-Ost-Lösung versetzt, die dann rasch deutlich reduziert wird. Eine sehr viel stärkere Reduktion von Fehlingscher oder Ost-scher Lösung läßt sich aber mittels Rohrzucker erzielen, wenn man eine Mischung des Rohrzuckers mit diesen Reagenzien etwa 5 Minuten im siedenden Wasserbad erhitzt und nun mit etwa einem Drittel ihres Volumens mit 3%iger H_2O_2 -Lösung versetzt und weiter erhitzt. Nach dem Entstehen eines dunkelbraun-grünen dickeren Niederschlages löst sich dieser allmählich wieder auf, und es kommt die frühere blaue Kupferfarbe wieder zum Vorschein. Wenig später tritt aber eine zunehmend recht starke Abscheidung von Cuprooxyd auf. Auf die schwierigen theoretischen Deutungen des ganzen Vorganges soll erst in späterer Zeit eingegangen werden, doch behalte ich mir die Weiteruntersuchung des Phänomens, worüber ich in der vorliegenden Literatur keine Angaben fand, vor.

Nun ist die Wirkung von Hypojodit ja ebenfalls schließlich eine Sauerstoffwirkung. Wird eine Lösung von Rohrzucker mit Kalilauge und etwa $n/10$ -Jodjodkalilösung versetzt, stark gekühlt und dann bei Zimmertemperatur stehengelassen, bis Jodoformtrübung auftritt, der Überschuß von Jod mit Natriumthiosulfat eben wegen genommen, filtriert und dann mit Fehlingscher Lösung versetzt, so zeigt eine so behandelte Rohrzuckerlösung eine deutlich stärkere Reduktion wie zuvor.

Nach diesem Ausfall der Experimente ist es nicht mehr verwunderlich, daß auch die Rohrzuckerlösung eine Jodo-

²⁾ F. Fischler u. R. Boettner: Über Alkaliabspaltung von Pentosen. Hoppe-Seylers Ztschr. 177, 264 [1928].

³⁾ F. Fischler: Über Zuckerabspaltung unter der Wirkung stark verdünnten Alkalies. Hoppe-Seylers Ztschr. 157, 1 [1926].

⁴⁾ N. Schoorl: Chem. Weekbl. 22, 132 [1925] u. Chem. Ztrbl. 1925, II, 96.

formringbildung zeigt, da ja mit der Zeit Hexosen entstehen und dann alle Voraussetzungen für eine weitere Aufbrechung der Hexosemoleküle unter Methylglyoxalbildung gegeben sind. Dem entspricht die zeitlich langsamer eintretende, dann aber stark zunehmende Jodoformbildung, wenn für Anwesenheit von Hypojodit gesorgt ist.

Aus den bisher angeführten einfachen Experimenten geht hervor, daß auch in der Kälte eine Aufspaltung der Zuckerarten durch freies OH-Ion in C₃-Ketten erfolgt. Man könnte der Meinung sein, daß es gelänge, allmählich sämtlichen Zucker in Jodoform umzuwandeln. Dem stellen sich aber sehr große Schwierigkeiten durch die Labilität der entstehenden Spaltprodukte, namentlich des Methylglyoxals, entgegen. Nachdem die Empfindlichkeit dieses Stoffes gegen Alkali erkannt war⁵⁾, mußten von diesem gewonnenen Gesichtspunkte aus weitere Versuche entscheiden.

Die Alkalidestillationsversuche mit Traubenzucker und verschiedenen Mono- und Disacchariden hatten ergeben⁶⁾, daß ein Zusatz von Sulfit die Ausbeute an Methylglyoxal im Destillat wesentlich erhöht, woraus eine Schutzwirkung dieses Salzes auf das entstehende Abbauprodukt der Zucker abzuleiten war. Es lag nahe, diese Schutzwirkung auch noch in der Ost-schen Lösung zur Geltung zu bringen. Es gelingt leicht, der fertigen Ost-schen Lösung noch einen Zusatz bis zu 10% Natriumsulfit zu geben, wobei sich die Lösung mehrere Wochen unverändert hält. Versetzt man nun eine 6%ige Sulfit-Ost-Lösung in der Kälte mit dem gleichen Volumen einer 1–2%igen Methylglyoxallösung, so tritt überraschenderweise schon in der Kälte eine fast momentane totale Reduktion des Kupferkomplexes auf, selbstverständlich noch leichter in der Hitze. Bei einer 10%igen Sulfit-Ost-Lösung ist die Reduktion verzögert und geht oft durch ein farbloses Stadium der Lösung zur Ausscheidung des Kupferoxydul über. In Sulfit-Ost-Lösung verhält sich also Methylglyoxal wie sich Dioxyacetone in Fehling verhält.

Sehr interessant gestaltet sich das Verhalten des Dioxyacetons in Sulfit-Ost-Lösung. Im Gegensatz zu Methylglyoxal reduziert es darin in der Kälte nur sehr langsam. Namentlich in 10%igen Sulfit-Ost ist lange Zeit ein fast farbloses Stadium zu beobachten. Ich vermute sogar, daß eine Reduktion hierbei nur in dem Maße vor sich geht, als Methylglyoxal aus Dioxyacetone unter Alkaliwirkung abgespalten wird. Löst man in einer etwa 30%igen Na_2SO_3 -Lösung Dioxyacetone zu etwa 0,5% auf und vermischt diese Lösung mit dem gleichen Volum einer 6%igen Sulfit-Ost-Lösung, so tritt schon in der Kälte nach kurzer Zeit eine Entfärbung des Kupferkomplexes bis zur Wasserklarheit ein. Dasselbe Experiment mit Glykose angestellt, ergibt aber auch bei stundenlangem Stehen der Lösungen keine Farbänderung des Kupfersalzes. Erhitzt man aber diese Traubenzucker-Sulfit-Ost-Lösung im Wasserbad auf etwa 80°, so wird ebenfalls in kurzer Zeit eine Entfärbung des Kupfersalzes bis zur Wasserklarheit erreicht. Ja man kann bei dieser Temperatur die Lösung bis zu Stunden erhitzen, ohne daß eine Reduktion des Kupfers zu Cuprooxyd eintritt. Im siedenden Wasserbad läßt sich dagegen nach etwa 10 Minuten eine leichte Reduktion zu Cuprooxyd feststellen. Dasselbe Experiment statt mit Ost- mit Fehlingscher Lösung ausgeführt, ergibt aber schon bei 60° eine beginnende Reduktion des Kupferkomplexes zu Cuprooxyd, die sehr rasch stark wird.

Auch Methylglyoxal ergibt mit Sulfit-Ost-Lösung in 30%iger Sulfitlösung schon in der Kälte eine Entfärbung des Kupfersalzes zur Wasserklarheit, die ebenfalls lange Zeit anhält. Bei der Erhitzung tritt ebenfalls keine Reduktion zu Kupferoxydul ein, dagegen allmählich eine klare Gelbfärbung durch Bildung von Caramel. Im siedenden Wasserbad wird dagegen die Cuprooxydstufe etwa in der Zeit erreicht, wie bei Dioxyacetone.

Es ist also die bemerkenswerte Tatsache zu verzeichnen, daß die Spaltprodukte des Traubenzuckers, Methylglyoxal und Dioxyacetone, schon in der Kälte eine Entfärbung des Kupfersalzes veranlassen, Traubenzucker aber nicht. Darin liegt ein weiterer Hinweis

⁵⁾ 1. c.

⁶⁾ 1. c.

der Aufbrechung des Hexosemolekels unter Alkaliwirkung in Triosen, denn in dem Maße ihrer Entstehung aus Traubenzucker nur in der Hitze in alkalischem Medium tritt die Entfärbung des Kupfers ein. Das Phänomen gelingt allein in stark mit Sulfit versetzten Ostischen Lösungen, von denen früher nachgewiesen wurde, daß sie Methylglyoxal bedeutend weniger anzugreifen imstande sind, als Lösungen mit höherem OH-Ion-Gehalt, wie es z. B. die Fehlingsche Lösung ist.

Zu erwähnen ist ferner, daß Sulfit-Ost-Lösungen die reduzierende Wirkung des Traubenzuckers und anderer Aldosen zeitlich zurückdrängen, die von Fructose aber nicht. So gelingt es z. B., 5 mg Fructose neben 500 mg Dextrose in 5 ccm Wasser gelöst, die mit 10 ccm 10%iger Sulfit-Ost-Lösung versetzt sind, durch ihre weit frühere Reduktion nachzuweisen als in einer ebenso behandelten, 500 mg reine Dextrose enthaltenden Lösung. Beläßt man das Fructose-Dextrose-Gemisch bei 50° im Wasserbad, so ist die erste Reduktion schon nach etwa 25 Minuten bemerkbar, bei reinen Dextroselösungen aber erst nach etwa 50—55 Minuten. Es gelingt hierdurch, Fructose neben Dextrose in sehr geringer Konzentration nachzuweisen. Bemerken möchte ich aber, daß die Anwesenheit von Ammonsalzen hierbei störend wirkt, weil offenbar eine Komplexbildung mit dem Kupfersalz eintritt. Das ist der Grund, warum im Harn eine Mischung von Fructose und Dextrose sich nicht so sicher unterscheiden läßt als bei reinen Lösungen.

Zum Schlusse möchte ich noch auf eine Bemerkung von H. Kiliani⁷⁾ eingehen, der meint, daß ich die Auffassung von Leibowitz⁸⁾, welche dieser über die „normale“ Struktur der Zucker geäußert hat, „wesentlich“ verallgemeinere.

Dies ist nicht der Fall, denn jedem Leser wird klar sein, daß, wenn ich Leibowitz zitiere, ich auch gerade das genauer ausdrücken wollte, was dieser Autor für den betreffenden Fall meint, nämlich, daß die Zucker in verschiedenen „Lactol“-Formen auftreten können. Einige Zeilen vorher schreibe ich⁹⁾ auch noch besonders, daß meine Bemerkung keinerlei Kritik über die Struktur der Zucker im allgemeinen bedeutet, sondern daß ich der Meinung bin, daß die verschie-

7) H. Kiliani, Über die „normalen“ Strukturen der Aldosen und Ketosen, Ztschr. angew. Chem. 42, 16 [1929].

8) Ebenda 39, 1147 [1926].

9) F. Fischer, Münch. med. Wechschr. 75, 1541 [1928].

denen aufgestellten Strukturformeln der Zucker unter den von den Autoren geprüften Bedingungen „aller Wahrscheinlichkeit nach sämtlich ihre Gültigkeit haben“. Dazu gehört zu allerförmderst die von H. Kiliani erstmals nachgewiesene Aldehydstruktur des Traubenzuckers. Basiert doch die ganze von mir entwickelte Auffassung¹⁰⁾ der Zuckeraufspaltung unter OH-Ion-Wirkung in Triosen auf der Tollensschen Annahme der Oxocycloform der Glykose, also einer Struktur, welcher die Aldehydformel zugrunde liegt. Die Lösung dieser Struktur unter der Einwirkung von Alkali ist nach meiner Meinung die Voraussetzung der Zerfallsmöglichkeit der Hexosen, Pentosen usw. in niedrigere Spaltprodukte überhaupt. Ich darf aus diesen Hinweisen wohl ableiten, daß ich die Aldehydstruktur der Glykose niemals in Frage gezogen habe.

Etwas ganz anderes bedeutet die Auffassung, ob aus dieser nachgewiesenen Aldo- oder Keto-Struktur die Reaktionsmöglichkeiten der Zucker restlos zu erklären sind. Die Bedenken gegen diese bis in die neueste Zeit geltende Auffassung habe ich mit meinen Mitarbeitern in dieser Zeitschrift¹¹⁾ niedergelegt, und auch dieser Artikel zeigt, daß die Bedenken weiterhin gerechtfertigt sind. Daß die Zerbrechlichkeit der Zucker-C-Ketten beim Angriff in Alkalien wohl in der Weise erfolgt, wie sie von mir zu entwickeln versucht wurde, hält auch Kiliani für wahrscheinlich. Auch die biologische Reaktion des Traubenzuckers scheint mir eine wesentlich sicherere Erklärung durch die Annahme zu finden, daß die Hauptreaktionsform des Traubenzuckers im Körper ebenfalls an die Triosen geknüpft ist.

Zusammenfassung.

In einfachen Reagensglasversuchen läßt sich zeigen, daß Hexosen und andere Zucker schon in der Kälte durch Alkali in Triosen (Methylglyoxal) zerfallen, was aus der Bildung von Jodoform aus diesen Zuckern hervorgeht (Schichtprobe). Weiter beweist das Reduktionsverhalten der Triosen Dioxyaceton und Methylglyoxal in Sulfit-Ost-Lösungen (Fischer) und das in Analogie hierzu stehende Verhalten des Traubenzuckers weiterhin den Zerfall dieses Stoffes in C₃-Spaltprodukte. Die Reduktionswirkung von Zuckern in alkalischen Lösungen ist entgegen bisheriger Annahme den Spaltprodukten der Zucker zuzuschreiben. Die Aldo- und Keto-Struktur der Zucker wird durch die entwickelten Ansichten nicht in Frage gestellt.

[A. 81.]

10) F. Fischer, Hoppe-Seylers Ztschr. 157, 27 [1926]; 165, 54 [1927].

11) I. c.

Fortschritte in der Photographie in den letzten 10 Jahren.

Von Prof. Dr. J. EGGERT, Leipzig und Dr. H. MEDIGER, Dessau.

(Eingeg. 2. April 1929.)

(Fortsetzung aus Heft 24, S. 659.)

Inhalt: Entwicklung. — Dunkelkammerfilter. — Desensibilisierung. — Tageslichtentwickler. — Photographische und kinematographische Aufnahmeapparate. — Stereophotographie und -kinematographie. — Mikrophotographie und -kinematographie. — Medizinische Kinematographie. — Röntgenphotographie. — Tonfilmverfahren.

Entwicklung. Den Mechanismus und die Theorie der Entwicklung betreffen u. a. Arbeiten von Lüppö-Cramer¹⁷⁸⁾, Shppard nebst Mitarbeitern¹⁷⁹⁾ und Bullock¹⁸⁰⁾.

Völmer erklärt den Mechanismus der Entwicklung aus der katalytischen Beschleunigung des chemischen Vorganges der Reduktion des Halogensilbers durch den

¹⁷⁸⁾ Ztschr. wiss. Photogr., Photophysik u. Photochem. 1924/25, 368; 1926/27, 1.

¹⁷⁹⁾ Trans. Amer. electrochem. Soc. 1921, 429; Photogr. Korrespondenz 1922, 76; Photographic Journ. 1920, 12; Journ. Franklin Inst. 1923, 779; Trans. Faraday Soc. 1923, 190.

¹⁸⁰⁾ Scienc. Ind. Photogr. 6 M., 33 [1926] und 7 M., 5, 9 [1927].

Entwickler durch an den belichteten Stellen anwesende geringe Mengen metallischen Silbers¹⁸¹⁾.

Davidson untersuchte die Einwirkung der verschiedenen Entwickler auf das Silberkorn, unter mannigfaltiger Abänderung von Temperatur, Konzentration und Entwicklungsdauer¹⁸²⁾.

Svedberg zeigte, daß in einer bestimmten Emulsion nicht alle Körner gleicher Größe durch eine bestimmte Belichtung entwickelbar werden¹⁸³⁾; er kommt

¹⁸¹⁾ Ztschr. wiss. Photogr., Photophysik u. Photochem. 1920/21, 189.

¹⁸²⁾ Photographic Journ. 1925, 19.

¹⁸³⁾ Ztschr. wiss. Photogr., Photophysik u. Photochem. 1920/21, 36.