und „Sekundärteilchen“ charakterisiert werden sollen, zu entwickeln, die sich auch für die Behandlung anderer Fälle als richtunggebend erwiesen haben. Uns Analytikern bieten diese Vorstellungen, die neuerdings in tiefgründigen, aus umspannender Erfahrung geschriebenen Aufsätzen von R. Zsigmondy³⁾ eine Erweiterung und Vertiefung erfahren haben, eine ergiebige Quelle von fruchtbaren Anregungen. Es gibt zahlreiche Fälle, in denen durch die leichte Aenderung des Dispersitätsgrades dem Analytiker Störungen erwachsen. Es braucht da nur an die Fällung vieler Sulfide, besonders an die, bei denen mit Ammoniumsulfid gearbeitet wird, erinnert zu werden. Während man sich früher mit der Angabe einer brauchbaren Arbeitsvorschrift begnügt hat, muß man nunmehr von einer unter analytischen Gesichtspunkten durchgeführten Untersuchung erwarten, daß die näheren Bedingungen, unter denen sich die erwünschten und störenden Zustandsänderungen vollziehen, umfassend klagestellt werden, so daß sich die Arbeitsvorschriften genauer angeben und die Folgen einer Abweichung voraussehen lassen.

Ueber die Rolle der Kolloide bei der Elektroanalyse will ich hinweggehen, weil in dem Referat über Kolloidchemie und Elektrochemie davon die Rede sein dürfte.

Ich glaube, Sie würden mit mir eine Vergeudung an Zeit darin erblicken, wenn ich etwa in der Besprechung einzelner Fälle fortfahren würde. Nur einiger Hilfsmittel soll hier noch in aller Kürze gedacht werden, die wir Analytiker den Kolloidchemikern verdanken, nämlich der

³⁾ R. Zsigmondy, Zeitschr. f. physik. Chem. 98, 14 (1921); 101, 212 (1922).

Ultra- und Kolloidfilter, um die sich die Herren H. Bechhold, Wo. Ostwald, R. Zsigmondy und W. Bachmann besondere Verdienste erworben haben, sowie der kapillaranalytischen Methoden und Apparate, deren vielseitige Verwendung besonders von Fr. Goppelsroeder und J. Traube (Stalagmometer) durch zahlreiche Arbeiten belegt worden ist. Andererseits ist das von Th. W. Richards konstruierte Nephelometer als ein Instrument zu nennen, das sich für die Bearbeitung kolloidchemischer Fragen eignet.

Ich bin am Ende meiner sachlichen Darlegungen. Allein bevor ich schließe, möchte ich Sie bitten, mir zu gestatten, noch ein weiteres, für manche unter Ihnen vielleicht besonders überzeugendes Argument für die engen Wechselbeziehungen zwischen Analytischer und Kolloidchemie vorzubringen, und zwar in der Person des Herrn H. Freundlich. Es ist gewiß niemand in diesem Raume, der die verdienstvollen Arbeiten von Freundlich nicht kannte. Zu seiner ersten Arbeit über das „Ausfällen kolloider Lösungen durch Elektrolyte“, die er in diesem Institut ausgeführt hat, sind ihm, wenn ich mich nicht sehr irre, die Anregungen durch Beobachtungen gekommen, die er in den ersten Semestern mit Kolloiden bei der Ausführung von Analysen gemacht hat. Hier haben wir also einen ganz eklatanten Fall dafür, daß eine sachliche Unzulänglichkeit auf analytischem Gebiet zu einer Entwicklung der Kolloidchemie den Anlaß gegeben hat, die allein schon ausreichen würde, die Gründung der Gesellschaft für Kolloidchemie aufs wärmste zu wünschen und ihre Entwicklung durch gleichwertige Leistungen von seiten der Analytiker zu fördern.

Kolloidchemie und Photochemie.

Von Karl Schaum (Gießen).

Kolloidchemie und Photochemie haben einen sehr verschiedenartigen Entwicklungsgang genommen: Die Kolloidchemie, die mit dem Erscheinen der grundlegenden Arbeiten Graham's geboren wurde, hat sich in sechs Dezennien zu einem bewundernswerten, festgefügtten Lehrgebäude ausgestaltet; dagegen zeigt die Photochemie, deren Geschichte bis in ferne Vergangenheit führt — ich nenne nur die Namen Aristoteles, Vitruvius, Plinius — einen sehr flachen Verlauf in ihrer Entwicklungskurve; erst in den beiden letzten Jahrzehnten konnte

mit ihrer eigentlichen Fundamentierung begonnen werden. Ohne Zweifel darf die Photochemie mancherlei Fortschritte von einer zielbewußten Verwertung kolloidchemischer Methoden erwarten; wie innig die Beziehungen zwischen diesen Forschungsgebieten sind und welche Förderung die Photochemie bereits der Kolloidchemie verdankt, möchte ich im folgenden kurz zu schildern versuchen. Dabei werde ich den Begriff Photochemie in möglichst umfassendem Sinne verwenden, indem ich nicht nur die eigentlichen chemischen Wirkungen des Lichtes, son-

dern überhaupt die Beziehungen zwischen strahlender Energie und den anderen Energieformen berücksichtige; das scheint einerseits nützlich wegen des Ineinandergreifens der Gebiete, und andererseits hoffe ich, auf diese Weise meine kurze Uebersicht, die natürlich nicht vollständig sein kann, von zu weit gehenden subjektiven Bevorzugungen frei zu halten. Ferner möchte ich auch den Begriff der kolloiden Dispersionen insofern erweitern, als ich neben den das Hauptinteresse beanspruchenden Systemen mit eingelagerten Fremtteilchen gelegentlich auch solche Systeme betrachte, bei denen durch Schwankungserscheinungen örtliche Anhäufungen von Molekeln entstehen und dem Gebilde quasi heterogenen Charakter verleihen.

I. Wärme-Energie und strahlende Energie.

A. Entstehung von strahlender Energie aus Wärme-Energie. Eingehende Untersuchungen über die Temperaturstrahlung kolloider Systeme liegen bis jetzt nicht vor, doch wäre eine Prüfung z. B. des Kirchhoff'schen Gesetzes an Gold-, Kupfer- usw. Gläsern wegen der eigenartigen Absorptionsverhältnisse in derartigen Systemen, des Stefan-Boltzmann'schen Gesetzes an Staub und Nebeln wegen der astrophysikalischen und meteorologischen Beziehungen wichtig.

B. Entstehung von Wärme-Energie aus strahlender Energie. Die thermische Absorption an Kolloidteilchen ist bedingt durch die optischen Konstanten von Dispersum und Dispergenz, durch Größe und Gestalt der Mizelle, durch den gegenseitigen Abstand der Mizellen, aber auch durch Größe, Gestalt und Abstand der Primärteilchen innerhalb der Mizelle. Ich erinnere an die Untersuchungen von Rayleigh über das Verhalten von Dispersionen, auch von „Pseudodispersionen“ mit Molekelhäufungen, im Gebiet schwacher Absorption; von Maxwell Garnet, Mie, Gans u. a. über die Spektroskopie von Metalldispersionen und von Wo. Ostwald über die Erscheinungen an Farbstoffsolen, die einen interessanten Beitrag zur Indikatorenfrage lieferten. Die Farben von Jodlösungen, von Jodadsorptionsverbindungen, die eigentümlichen Beeinflussungen des Alkannafarbstoffs durch verschiedene Kationen sind, wenigstens zum Teil, auch von kolloidchemischen Gesichtspunkten aus zu erörtern.

II. Mechanische Energie und strahlende Energie.

A. Strahlende Energie aus mechanischer Energie. Ueber „Tribolumineszenz“ an kolloiden Systemen ist nichts Näheres bekannt.

B. Mechanische Energie aus strahlender Energie. Hier wäre die Wirkung des Lichtdruckes auf disperse Systeme zu erwähnen, die sich als negative Photophorese äußert (Kometenschweifablenkung usw.). Die positive Photophorese ist wahrscheinlich eine Art Radiometerwirkung. Die sogenannten Photodromieerscheinungen an flüssigen Systemen dürften ebenfalls rein thermisch zu deuten sein. (H. Stintzing, 1914.)

Von F. Weigert¹⁾ ist die Möglichkeit eines eigenartigen photomechanischen Effekts erörtert worden, der im Gegensatz zu dem longitudinalen Effekt des Lichtdrucks als transversaler Effekt aufgefaßt werden müßte. Weigert hat gefunden, daß gewisse kolloide Systeme nach Belichtung ganz spezifische, von Farbe und Polarisationszustand des erregenden Lichtes abhängige, dauernde Zustandsänderungen zeigen, die gewissermaßen die Frequenz und die Schwingungsrichtung der erregenden Strahlung festhalten. Bei diesen Anpassungsvorgängen, die besonders deutlich an den Photochloriden auftreten, bleibt die Menge des färbenden Bestandteils (hier das kolloide Ag) unverändert; es handelt sich um eigenartige Wirkungen zwischen benachbarten, verschiedenartigen Molekularaggregaten ($\text{Ag} + \text{AgCl}$), die zu Mizellen vereinigt sind. Ist eine der Molekelarten ein Elektronengeber, eine andere ein Elektronenfänger, so können durch Bestrahlung innere lichtelektrische Effekte zustande kommen, deren Verlauf von dem Mengenverhältnis der Molekelarten und von dem relativen Abstand zwischen Geber und Empfänger abhängt. Trifft Strahlung von bestimmter Frequenz und Polarisationsrichtung auf das System auf, so wird der Elektronengeber nach bekannten Gesetzen ein Elektron aussenden, und zwar in einer Richtung, welche durch den elektrischen Vektor der Strahlung und die Momentanbewegung des Elektrons gegeben ist; dieses Elektron kann von einem Empfänger aber nur dann aufgenommen werden, wenn dieser sich in ganz bestimmter Richtung und Entfernung von dem Geber befindet; andernfalls kehrt das Elektron zum Sender zurück. Weigert nimmt nun an, daß infolge von Ladungsverschiebungen auch elektrostatische Massenverschiebungen in der Richtung des Elektronentransports zustande kommen, d. h. daß sich die Entfernung zwischen Geber und Empfänger verändert. Durch diese Vorgänge tritt, wie hier nicht mit allen Einzel-

¹⁾ Siehe bes. Zeitschr. f. physik. Chem. 101, 414 (1922).

heiten dargelegt werden kann, einmal eine Aufhellung in der Erregungsfarbe sowie eine Absorptionsvermehrung für Strahlung höherer Frequenz und außerdem eine Anisotropie des Systems auf, deren optische Achse mit der Richtung des Elektronentransports zusammenfällt. Ob dieser Weigert-Effekt auch die Deutung der noch wenig geklärten Lichtzerstäubung, z. B. des Jodsilbers, des Benzopurpurins u. a., liefern kann, steht noch dahin. Im Hinblick auf Weigert's Bemerkungen über die möglicherweise vorhandene biologische Bedeutung möchte ich erwähnen, daß nach der Angabe mehrerer Forscher die Zellwand durch Belichtung eine größere Durchlässigkeit für Glukose und Salze erhalten soll.

III. Strahlende Energie von bestimmter Frequenz und strahlende Energie von anderer Frequenz.

Bei den Photolumineszenzerscheinungen (Fluoreszenz, Phosphoreszenz, Thermolumineszenz) nimmt Weigert ebenfalls elektronische Vorgänge innerhalb vorhandener Mizellen oder Molekularhäufungen (vgl. Abs. 1 und IIB) als Ursache der Strahlungsumformung an. Bei den „Phosphoren“ bestehen nach Weigert's Auffassung²⁾ Mizellen aus Flußmittel, Erdalkalisulfid und Schwermetallverbindung. Man könnte daran denken, daß die Vernichtung der Phosphoreszenzfähigkeit durch Zerreiben und ihre Wiederherstellung bei hoher Temperatur auf Zerstörung und Neubildung dieser Mizellen beruhe. — Ich möchte hier noch an die interessante Tatsache erinnern, daß fluoreszierende Lösungen durch Gelatinieren in phosphoreszierende Systeme übergeführt werden können.

IV. Elektrische Energie und strahlende Energie.

A. Strahlende Energie aus elektrischer Energie. Wesentliches ist über „Elektrolumineszenz“ hier nicht zu bemerken, doch sei darauf hingewiesen, daß unter Umständen bei dem Stark-Effekt Molekularanhäufungen mitwirken können.

B. Elektrische Energie aus strahlender Energie. Lichtelektrische Effekte an dispersen Systemen sind vielfach untersucht worden; ich erinnere an die Beobachtungen über den Hallwachs-Effekt an Metallnebeln, an den sogenannten kolloiden Alkalimetallen, an festen Oberflächen von Farbstofflösungen; ferner an die zu dem Becquerel-Effekt zu rechnenden, noch wenig geklärten

Erregungen von elektromotorischen Kräften an unangreifbaren Elektroden in kolloiden Farbstofflösungen beim Belichten. — Man hat gelegentlich die „Lichtflockung“ auf Elektronenaustritt aus den Mizellen zurückzuführen gesucht; H. Freundlich und A. Nathanson (1921) haben jedoch gezeigt, daß die Lichtflockung vielfach die sekundäre Folge eines vorangehenden photochemischen Vorgangs darstellt; andererseits hat H. Nordenson (1915) an Metallsolen Beeinflussungen der elektrophoretischen Wandlungsgeschwindigkeit durch Belichten festgestellt, allerdings erst nach Belichtungszeiten, während deren eine Teilchenvergrößerung eingetreten war; ähnliche Angaben haben S. W. Young und L. W. Pingree (1913) über nichtmetallische Kolloide gemacht. Versuche, die wir mit kurzer kräftiger Ultraviolett-Bestrahlung des ultramikroskopischen Präparates ausführten, hatten kein positives Ergebnis; nur bei den Silberhalogeniden tritt eine Verminderung, bei längerer Belichtung sogar eine Umkehr der Wanderung ein, wobei aber ohne Zweifel die chemische Zersetzung mitspielt. Da nach den Versuchen von G. Jaffé (1910) die lichtelektrische Empfindlichkeit einer Zinkplatte unter Hexan nur $\frac{1}{1000}$ des in Luft gemessenen Wertes aufweist, ist — zumal an nichtwässrigen Systemen — eine größere lichtelektrische Wirkung an mizellaren Gebilden kaum zu erwarten. Im Zusammenhang hiermit mag darauf hingewiesen werden, daß β -Strahlen positive Sole entladen und flocken können.

V. Chemische Energie und strahlende Energie.

A. Strahlende Energie aus chemischer Energie. In erster Linie wären hier die biologischen Chemilumineszenzvorgänge zu nennen, die meist mit Oxydationsvorgängen verknüpft sein dürften. Auch bei der Oxydation kolloider wässriger Lösungen organischer Stoffe mittels O_3 tritt häufig Lumineszenz auf.

B. Chemische Energie aus strahlender Energie. Wir kommen nunmehr zur Erörterung der Photokolloidchemie im engeren Sinn, d. h. der durch Strahlung bewirkten chemischen Veränderungen an Systemen, die zum Interessenbereich der Kolloidchemie gehören.

Zunächst betrachten wir solche Vorgänge, bei denen das Dispersum lichtempfindlich ist. Einen wichtigen Fall stellt der Ausbleichvorgang kolloider Farbstofflösungen dar; hier erfolgt durch die Photooxydation eine allmähliche Teilchenverkleinerung, schließlich wird das System molardispers, indem es nur noch normal gelöste Abbauprodukte des Farbstoffs enthält.

²⁾ F. Weigert, Zeitschr. f. Elektrochem. 23, 362 (1919).

Die an derartigen Systemen gewonnenen Versuchsergebnisse sind nicht nur von theoretischem, sondern auch von praktischem Interesse für die Färbereitechnik; möglicherweise besteht auch eine Verwandtschaft des Ausbleichvorgangs mit dem Sehprozeß. — Die Entfärbung fester Oele unter dem Einfluß kurzwelliger Strahlung ist wohl auch hierher zu rechnen.

Ferner dürfen wir hier anschließen die Photoreduktion der kolloiden Wolframsäure durch gewisse organische Stoffe. Sodann zeigt mit den geschilderten Vorgängen eine gewisse Verwandtschaft der photochemische Abbau der Stärke; unter dem Einfluß ultraviolett Lichts entstehen hier Dextrin, Hexosen, Pentosen, Säuren und Formaldehyd. Anders ist der Verlauf bei der photochemischen Umwandlung des Eiweißes: aus Stoffen vom Albumintypus sollen Globuline entstehen, die koagulieren; auf diese Flockung will man den Altersstar zurückführen; überhaupt dürfte die photochemische Umsetzung der Eiweißstoffe und anderer Stoffe des animalischen Organismus (z. B. die Umwandlung des Hämatins in Hämatoporphyrin unter dem Einfluß von X-Strahlen) von erheblicher biologischer Bedeutung sein.

Wir betrachten jetzt einige Systeme, bei denen auch das nicht lichtempfindliche Dispersum kolloid ist. Hier begegnen wir sofort dem theoretisch und praktisch überaus wichtigen und viel erörterten photochemischen Effekt an Halogensilber-Dispersionen, wie sie in den photographischen Schichten vorliegen. Wahrscheinlich verläuft der Vorgang in mehreren Stadien; zunächst vielleicht im Sinne Weigert's unter einer quasimechanischen, die Adsorptionsmöglichkeit erhöhenden Auflockerung des Halogensilber-Gelatinekomplexes, späterhin nach Halogenabspaltung unter Bildung von Adsorptionsverbindungen zwischen Silber und Silberhaloid. Lüppo-Cramer hat in zahlreichen Arbeiten gezeigt, daß kolloidchemische Beziehungen nicht nur den eigentlichen Lichtvorgang, insonderheit den Zusammenhang zwischen Korngröße und Licht- bzw. Entwicklungsempfindlichkeit, sondern überhaupt die ganzen photographischen Herstellungs-, Negativ- und Positivprozesse weitgehend beherrschen. A. P. H. Trivelli (1911) hat dargelegt, daß die direkte Lichtschwärzung mit der spezifischen Oberfläche des Halogensilbers in engstem Zusammenhang steht. Die viel umstrittene Theorie des latenten Bildes ist durch kolloid- bzw. ultramikroskopische Untersuchungen von Lorenz, Lüppo-Cramer, Siedentopf, Reinders

u. a. wesentlich gefördert worden. Es ist zu hoffen, daß auch die eigenartigen Umkehrungserscheinungen, deren einwandfreie Deutung noch nicht gelungen ist, durch kolloidchemische Untersuchungen geklärt werden. Bei allen Untersuchungen über die photographischen Vorgänge muß natürlich beachtet werden, daß die meisten charakteristischen Erscheinungen, die an photographischen Schichten beobachtet worden sind, sich auch an bindemittelfreiem Halogensilber nachweisen lassen. Aus der Fülle der hierher gehörigen Erscheinungen will ich nur eine besonders interessante nochmals herausheben: die schon oben erwähnte, von Seebeck entdeckte Farbenanpassung der Photohaloide. Während O. Wiener (1895) diese Anpassung gewissermaßen als Farbenphotographie durch Ausbleichen eines Gemisches von mehreren Farbpigmenten deutete, erklärt sie Weigert — ebenso wie den nach Einwirkung von linear-polarisiertem Licht nachweisbaren dichroitischen Effekt — durch die oben kurz geschilderten Annahmen.

Wahrscheinlich kann die Konstitution mancher Farbstoff-Kolloidumschichten, an denen P. Lasareff (1907—1921) wichtige photochemisch-energetische Messungen vornahm und Weigert ganz ähnliche Anpassungserscheinungen, wie an den Photohaloiden, nachwies, mit der an photographischen Schichten vorliegenden verglichen werden.

Wir wollen nun einen Blick auf solche photochemische Vorgänge werfen, bei denen ein Dispersum die Rolle eines Lichtkatalysators spielt. Da ist vor allen Dingen die Photosynthese oder Assimilation zu nennen, die den weitaus größten Teil aller in Organismen oder Maschinen umsetzbaren Energie liefert. Die im Cytoplasma der Zelle eingeschlossenen Chloroplasten sind von kleinen Chlorophyllkörnern erfüllt. Die Photosynthese der Kohlehydrate aus CO_2 und H_2O erfolgt in der Weise, daß das Chlorophyll sich als Lichtkatalysator an einer Zwischenreaktion betätigt, deren Wesen weitgehend von R. Willstätter und A. Stoll (1918) aufgeklärt worden ist. Wie andere organische und auch anorganische kolloide Katalysatoren kann durch die bekannten Katalysatorgifte auch das Chlorophyll vergiftet werden. Hier darf man wohl auch die Sensibilisation des Farbstoffausbleichens durch kolloides As_2S_3 nennen, die H. Freundlich und A. Nathanson (1921) beobachtet haben. Möglicherweise kann man auch die von Weigert zur Deutung gewisser Lichtreaktionen, besonders in gas-

förmigen Systemen angenommenen „Reaktionskerne“ zu den heterogenen Lichtkatalysatoren rechnen, indem man sie als Molekularhäufungen ansieht.

Die zuletzt besprochenen Gebilde, bei denen ein kolloider Katalysator das Zentrum der Lichtreaktion darstellt, leiten über zu den Systemen, bei denen nicht das Kolloid, sondern das Dispersens oder ein in ihm normal gelöster Stoff lichtempfindlich ist. Wie leicht ersichtlich, kann man sehr viele derartiger Systeme konstruieren; von Interesse sind aber nur solche, bei denen ein Produkt der Lichtreaktion das kolloide Dispersens affiziert. Einen wichtigen, etwas verwickelteren Fall werde ich im nächsten Abschnitt besprechen.

Wir kommen nun zu den photochemischen Vorgängen, bei denen aus molardispersen Systemen sich Stoffe in kolloidem Zustand abscheiden. Bekannt ist die Bildung von Metall-solen durch photochemische Reduktion gelöster Salze mittels organischer Stoffe. Auf derartigen Vorgängen beruht wahrscheinlich die photochemische Reifung (nicht Flockung!) gewisser Metallsole. Ferner haben wir zu betrachten die Bildung von Metall- und Metalloxydsolen nach der Svedberg'schen Ultraviolett-methode. (Bestrahlung einer unter Wasser befindlichen Metallplatte); sie beruht wohl auf einer primären H_2O_2 -Bildung, darauf folgender Oxydation des Metalls, Bildung kolloiden Oxyds und — falls möglich — photochemischer Spaltung dieses Oxyds, z. B. des Ag_2O . Interessant ist ein von W. Kistiakowski (1900) beschriebener Fall. Bei der Einwirkung von $K_3Fe(CN)_6 + K_4Fe(CN)_6$ auf H_2O_2 entsteht ein wahrscheinlich kolloider Stoff, der auch nach Verdunkelung die H_2O_2 -Zersetzung katalytisch fortführt.

Von großer technischer Bedeutung ist die Lichtreduktion von Chromaten durch organische Stoffe, bei der das entstehende kolloide Oxyd von anwesenden Gelen (z. B. Gelatine) adsorbiert wird und deren Quellbarkeit vermindert.

In vielen Fällen entstehen durch Licht Gele oder Ähnliches: z. B. bei der photochemischen Trocknung des Leinöls, bei der Lichtwirkung auf Asphalt, bei der Photopolymerisation des Vinylbromids zu kautschukartigen Substanzen u. a.

Schließlich möchte ich noch auf die interessante Bildung von Metalldispersionen in belichteten Halogensilberkristallen hinweisen, die R. Lorenz und K. Hiege (1915) beschrieben haben, wie auch auf die von H. Siedentopf (1910) beobachteten seltsamen Veränderungen des weißen Phosphors im Lichtkegel des Kardiodkondensors, bei denen infolge von Bildung hochdispersen roten Phosphors eine eigenartige Wabenstruktur auftritt.

Die Fülle der hier kurz beschriebenen Erscheinungen beweist, wie innig Kolloidchemie und Photochemie sich unter Bildung eines vielseitigen Forschungsgebietes, der Photo-Kolloidchemie, durchdringen. Freilich mag meine Darstellung selbst wie ein Objekt der Photo-Kolloidchemie erscheinen, indem sie sich ziemlich dispers erweist und vermuten läßt, daß sie bei intensiver Beleuchtung allerhand Veränderungen erleiden könnte; bei der Vielseitigkeit der Kolloid-Photochemie und besonders angesichts unserer geringen Kenntnisse über die photochemischen Grundgesetze und ihre Auswirkungen schien mir eine solche vielgliedrige Uebersicht immerhin am zweckmäßigsten zu sein. Auf alle Fälle hoffe ich, wenigstens gezeigt zu haben, daß bei allen wissenschaftlichen und praktischen photochemischen Problemen die eventuelle kolloide Beschaffenheit des fraglichen Systems zu berücksichtigen und sowohl Kinetik als auch Energetik der betreffenden Prozesse unter genauer Beachtung der Kolloidlehren zu erörtern sind; und schließlich, daß — wie in vielen anderen Fällen — auch hier die Bearbeitung des Durchdringungsgebietes zweier Fachzweige gute Früchte gezeitigt hat und beste Aussicht auf weitere reiche Ernte eröffnet.

Demonstration photographisch-kolloidchemischer Präparate.

Von Lüppe-Cramer (Schweinfurt).

Es wurden vorgeführt: Farbenskalen des kolloiden Silbers, hergestellt nach verschiedenen Methoden. (Auslösung von Silberreduktionen durch variierte Keimzahl, Teilchenvergrößerung durch Anlagerung naszierenden Silbers, Vergrößerung der Sekundärteilchen durch zwischen-

gelagertes Silberphosphat.) Photobromid und Photochlorid, hergestellt durch Koagulation eines Gemisches der Sole von Halogensilber und Silber, und Behandlung mit Salpetersäure. Silberfarbenskala erhalten durch Belichten feinkörnigen Bromsilbers bei Gegenwart von Silber-