

Zeitschrift für angewandte Chemie.

XIX. Jahrgang.

Heft 21.

25. Mai 1906.

Alleinige Annahme von Inseraten bei den Annonenexpeditionen von August Scherl G. m. b. H., und Daube & Co., G. m. b. H., Berlin SW. 12, Zimmerstr. 37—41

sowie in deren Filialen: **Bremen**, Obernstr. 16. **Breslau**, Schweidnitzerstr. 11. **Dresden**, Seestr. 1. **Elberfeld**, Herzogstr. 38. **Frankfurt a. M.**, Kaiserstr. 10. **Hamburg**, Alter Wall 76. **Hannover**, Georgstr. 39. **Kassel**, Obere Königstr. 27. **Köln a. Rh.**, Höhestr. 145. **Leipzig**, Petersstr. 19, I. **Magdeburg**, Breiteweg 184, I. **München**, Kaufingerstraße 25 (Domfreiheit). **Nürnberg**, Kaiserstraße Ecke Fleischbrücke. **Stuttgart**, Königstr. 11, I. **Wien I**, Graben 28.

Der Insertionspreis beträgt pro mm Höhe bei 45 mm Breite (8 gespalten) 15 Pfennige, auf den beiden äußeren Umschlagseiten 20 Pfennige. Bei Wiederholungen tritt entsprechender Rabatt ein. Beilagen werden pro 1000 Stück mit 8.— M für 5 Gramm Gewicht berechnet; für schwere Beilagen tritt besondere Vereinbarung ein.

I N H A L T:

H. Claassen: Fortschritte in der Rübenzuckerfabrikation im Jahre 1905. 945.

L. Michaelis: Über das Ultramikroskop und seine Anwendung in der Chemie. 948.

E. Hartmann u. F. Benker: Der Niedenführsche Intensivbetrieb nach dem D. R. P. 140825 973.

H. Angenot: Über die Trennung des Wolframs vom Zinn. 956.

Wohlgemuth: Die Rechtsverhältnisse der höheren industriellen Angestellten. 957.

Referate:

Pharmazeutische Chemie 886; — Chemische Technologie (Apparate, Maschinen und Verfahren allgemeiner Verwendung) 960.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil:

Tagesgeschichtliche und Handelsrundschau: Die rumänische Petroleumindustrie im Jahre 1905; — Straits Settlements; — Transvaal: Vorschriften für den Verkehr mit Explosivstoffen; — Norwegen: Erwerbung von Wasserfällen oder Nutzungsrechten daran; — Italien: Einfuhr von Heilmitteln 963; — Wien; — Deutschland: Bekanntmachung des Reichskanzlers, bet. Änderung der Anlage B zur Eisenbahnverkehrsordnung; — Augsburg; — Berlin 969; — Bremen; — Elberfeld; — Kattowitz; — Lübeck: Grundsteinlegung zu dem Hochofenwerk; — Magdeburg; — Nürnberg; — Handelsnotizen 970; — Aus anderen Vereinen: Der internationale Ausschuß für Carbid und Acetylen; — Die Deutsche chemische Gesellschaft; Hans von Jüptner: Einige Fragen aus der Chemie des Eisens 972; — Generalversammlung des Papierindustrie-Vereins; — Personalnotizen 973; — Neue Bücher; — Bücherbesprechungen; — Patentlisten 974.

Fortschritte in der Rübenzuckerfabrikation im Jahre 1905.

Von H. CLAASSEN.

(Eingeg. d. 9./4. 1906.)

1. Rübenbau und Rübensamenzucht.

Die Wirkung der Düngung mit Kalkstickstoff zu Zuckerrüben untersuchte Strohmer (Österr.-ungar. Z. f. Zuckerind. u. Landw. **34**, 661 [1905]). Er fand, daß die Calciumcyanamidmasse den Aufgang und die Anfangsentwicklung der Rüben in keiner Weise schädigt, und daß der Ertrag und der Zuckergehalt den Ergebnissen bei der Düngung mit Chilesalpeter nicht nachsteht, denjenigen mit schwefelsaurem Ammonium sogar überlegen ist. Voraussetzung für solche Erfolge ist allerdings, daß der Kalkstickstoff richtig angewandt wird, besonders daß er richtig und rechtzeitig bei guter Witterung untergebracht und auf passendem Boden benutzt wird.

Die Zusammensetzung der feinen Haarwurzeln der Zuckerrübe ermittelte Andrlík (Böh. Z. Zuckerind. **29**, 403 [1905]). Sie enthalten keine Saccharose und nur Spuren eines reduzierenden Zuckers, dagegen größere Mengen stickstoffhaltiger Körper, von denen über 80% Eiweißstoffe sind, und als Aschenbestandteile besonders Kali, Natron, Chlor neben viel Eisenoxyd und Tonerde.

Derselbe Forscher untersuchte mit Mysik zusammen (Böh. Z. Zuckerind. **30**, 61 [1905]) Schoßrüben und normale Rüben, welche dicht nebeneinander gewachsen waren. Die Wurzel der Schoßrüben ist bald größer, bald kleiner,

als die normaler Rüben, ebenso enthält sie bald mehr, bald weniger Zucker; an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ist sie jedoch stets ärmer. Für die oberirdischen Teile verbraucht die Schoßrübe aber wieder erheblich mehr von diesen Nährstoffen, so daß die Ansprüche der Schoßrüben an den Boden erheblich größer und die Menge der erzeugten organischen Substanz höher ist als bei normalen Rüben.

Auch den Nährstoffverbrauch der zu Samenrüben ausgepflanzten Mutterrüben und Setzlinge hat Andrlík durch Versuche festgestellt (Böh. Z. Zuckerind. **30**, 165 [1905]). Nur 8—10% der zur Entwicklung im 2. Jahre nötigen Nährstoffe sind in der Mutterrübe enthalten, das Übrige muß dem Boden entnommen werden.

Versuche über die Einmietung von Samen- und Stecklingsrüben mit den ganzen, unversehrten Blättern stellte Briesen (Bl. f. Zuckerrübenbau **12**, 257 [1905]). Solche Rüben zeigten eine bessere Erhaltung des Zuckergehalts, als Rüben, bei denen in üblicher Weise bei der Ernte die Blätter bis zur Höhe der Herzblätter abgeschnitten waren. Bei den ersten hatten 40%, bei den letzteren nur 27% einen Zuckergehalt von 17% und darüber behalten.

In Nordamerika ist man bestrebt, einzekleimige Rübensamen zu züchten, von dem man sich eine wesentliche Ersparnis an Arbeitskraft beim Vereinzeln der ausgesäten Rüben verspricht. Man scheint dabei völlig außer Acht zu lassen, daß ein solcher Samen besonders wenn er nicht dünn gesät wird, den Schädigungen durch die Witterung und durch tierische Feinde viel mehr ausgesetzt ist, so daß die damit besäten Felder stets große Lücken zeigen dürften.

2. Analytisches.

Schrefeld beschreibt (Z. Ver. d. Rübenzucker-Ind. 55, 1005 [1904]) die im Institut für Zuckerindustrie zur Untersuchung der Rohrzucker, Brennstoffe und Rübensenamen gebrauchten Apparate und Methoden. Die Vorzüge der Presse „Ohne gleichen“ gegenüber denen ähnlicher Art hebt Pellethervor; man erhält damit einen Rübenbrei, der augenblicklich und in der Kälte untersucht werden kann.

Eine Ursache dafür, daß man mit der alkoholischen Digestion stets geringere Zahlen erhält als mit den andern Methoden, glaubt Höglund gefunden zu haben (Z. Ver. d. Rübenzucker-Ind. 55, 1048 [1905]). Ausgehend von der Beobachtung, daß Filtrierpapier, also Zellulose, aus alkoholischen Zuckerlösungen merkliche Mengen Zucker absorbiert, hat er Versuche angestellt, um die Einwirkung des Rübenmarks auf alkoholische Zuckerlösungen zu bestimmen. Er fand, daß durch die Zellsubstanz stets eine deutliche Polarisationsverminderung hervorgerufen wurde.

3. Die Zuckerfabrikation.

Besonderes Interesse können die mit Erfolg in der letzten Kampagne durchgeföhrten Verfahren zur Wiederverwendung der Diffusionsabfallwässer beanspruchen. Nach dem Verfahren Pfeiffers, mit einer nach ihrem Zuckergehalt getrennten Rückführung der Abwässer arbeiteten Pfeiffer und Heicke. Es gelang ihnen, nach einem Bericht einer Zweigvereinsversammlung, zum ersten Male sämtliche oder doch fast sämtliche Abwässer zurückzunehmen.

Eingehende Mitteilungen über die Wiederverwendung der gemischten Abwässer machte Claassen (Z. Ver. d. Rübenzucker-Ind. 56, 260 [1906]). Auf Grund seiner Versuche und der analytischen Kontrolle der Arbeit zieht er den Schluß, daß die Rückführung der unter sich und mit dem nötigen frischen Wasser gemischten Wässer einfacher und ebenso vorteilhaft ist, als die getrennte Rückführung. Abgesehen von der Beseitigung der Abwässer bringt ihre Wiederverwendung auch noch größeren pekuniären Vorteil, da man bei gleichem Zuckergewinn einen reineren Saft und eine größere Menge eines nährstoffreicherem Futters erhält; außerdem ist man jederzeit in der Lage, die Menge dieses Futters und dessen Zuckergehalt innerhalb der praktischen Grenzen beliebig zu erhöhen und so die Marktverhältnisse besser auszunutzen als bei dem gleiche Ziele anstrebbenden Brühverfahren.

Da bei dieser neuen Diffusionsarbeit, ebenso wie bei dem Brühverfahren die Preßbarkeit der Schnitzel eine große Rolle spielt, so stellte Herzfeld Versuche an (Z. Ver. d. Rübenzucker-Ind. 55, 835 [1905]), um zu ermitteln, unter welchen Bedingungen die trockensubstanzreichsten Preßlinge erhalten werden. Entgegen den Behauptungen Steffens fand er, daß es durchaus nicht nötig ist, hohe Temperaturen anzuwenden; man erhält sogar reinere Säfte bei gleicher Preßbarkeit der Schnitzel, wenn die Temperaturen nicht über 75° gesteigert werden, die Zeitdauer der Einwirkung aber etwas verlängert wird. Für die Arbeit mit Rückführung der Abwässer in die Diffusion fordert

Herzfeld: 1. Vermeidung der Entstehung feiner Pülpé durch Herstellung scharfer Schnitzel, die nicht überhitzt werden, 2. Auslaugung entsprechend den Preisen für Zucker und Futter und 3. so schwache Pressung, wie es ohne wesentliche Verteurung der Trocknung möglich ist, um die Auspressung von durch Kalk nicht fällbaren Pektin- und Eiweißstoffen zu vermeiden.

Ströhmer hat sich der Mühe unterzogen, das Verfahren von Friedrich zur Gewinnung reinerer Diffusionssäfte unter Anwendung von Formaldehyd in der Diffusion im Fabrikbetriebe zu untersuchen (Österr.-ung. Z. f. Zuckerind. u. Landw. 34, 685 [1905]). Da die Ausführung der Versuche unter ungünstigen, äußerem Verhältnissen vor sich ging, so ist ein abschließendes Urteil nicht aus der Arbeit zu ziehen; das Verfahren ist im übrigen wohl auch nirgends mehr in Anwendung.

Das Brühverfahren von Steffen ist nach Pfeiffer in Mitteldeutschland nicht rentabel, da Zuckerschnitzel dort kaum höher als Trockenschnitzel bezahlt werden. Eine Verbesserung dieses Verfahrens soll durch eine Neuerung von Steffen und Laugen herbeigeführt werden, nach welcher die Preßlinge der ersten Pressung mit verd. Ablaufsirup aufgemaischt und dann nochmals abgepreßt werden. Man erzielt auf diese Weise eine größere Ausbeute an Zucker, allerdings auf Kosten der Konzentration der Säfte und der Güte der Zuckerschnitzel, die alsdann nicht mehr reinen Rübensaft, sondern diesen vermischt mit Sirup oder Melasse enthalten.

Aus dem Diffusionsrohsaft wird nach dem Verfahren von Funk das Eiweiß durch Zusatz geringer Mengen Kieselgur bei gleichzeitiger Erwärmung auf mindetens 80° ausgefällt. Der so vorgereinigte Saft soll mit nur $\frac{3}{4}$ —1% Kalk behandelt sehr gut filtrierbar sein, so daß auf diese Weise wesentliche Ersparnisse an Kalk, Filtertüchern und Kochen erzielt werden. Der Beweis, daß durch den Kieselgurzusatz das Eiweiß anders ausgefällt wird, als durch die Wärme allein, ist bisher nicht gebracht.

Auf die Wichtigkeit der Bestimmung des Stickstoffs in den Säften hat Andrik wiederholt aufmerksam gemacht. Neuerdings (Böhm. Z. Zuckerind. 29, 513 [1905]) empfiehlt er eine einfache Methode der Bestimmung des für die Fabrikation schädlichen Stickstoffs, d. h. desjenigen, der weder wie in den Eiweißstoffen durch Erwärmen ausfällbar ist, noch durch Kochen mit Kalk als Ammoniak ausgetrieben wird. Andrik glaubt, einen bestimmten Zusammenhang dieses schädlichen Stickstoffs mit der Menge der Melasse herausgefunden zu haben, und stellt eine Formel zur Berechnung der zu erwartenden Melassemenge aus der Menge des schädlichen Stickstoffs auf. Diese Ansicht muß aber als zu einseitig bezeichnet werden, da andere, stickstofffreie Nichtzuckerstoffe einen ebenso großen Einfluß auf die Melassebildung haben.

Zur Saftreinigung besonders zur Entfärbung empfiehlt Deschamps Hydrosulfite, die unter dem Namen Redo in den Handel gebracht werden, deren Preis aber noch recht hoch ist.

Zur Nachfiltration der Dünns- und Dicksäfte finden Sandfilter immer mehr Anklang.

Die verschiedenen Konstruktionen haben sich alle gut bewährt, wenn sie in richtiger Weise, also nur zur Filtration gut vorfiltrierter Säfte benutzt werden. Größere Mengen Schlamm können sie nicht bewältigen.

Die Wärmeverluste, welche die Säfte bei der Saturation infolge des Durchleitens des Saturationsgases erleiden, hat Herrmann im großen Betriebe bestimmt (Centralbl. f. Zuckerind. 13, 987 [1905]). Die Versuche gaben keine Übereinstimmung mit der von Abram aufgestellten Formel, weil zu viele unberechenbare Faktoren dabei in Betracht kommen, wie Claassen bereits früher nachgewiesen hat. Die Höhe der gefundenen Verluste schwankte bei Anwendung von 2% Kalk, Gehalt des Gases von 25—30% CO_2 und Temperaturen des Saftes von 80—90° zwischen 1,1—2,0 kg Dampf auf 100 kg Saft.

Prache und Bouillon haben das bekannte Verfahren von Piccard und Weibel zur Wiederverwendung niedrig gespannter Dämpfe durch Kompression in ein modernes Gewand gekleidet, indem sie die Kompression mit Dampfturbinen und Hochdruckventilatoren ausführen wollen. Sie glauben, auf diese Weise mit einem einzigen Verdampfkörper weniger Dampf zu gebrauchen, als jetzt mit den üblichen Vielkörperapparaten gebraucht wird. Claassen weist aber nach, daß die von ihnen aufgestellte Berechnung falsch ist, und daß eine Dampfersparnis mit der Kompression der Dämpfe nur dann verknüpft sein kann, wenn Wasserkräfte zur Verfügung stehen, oder wenn die Kompression in der früher von ihm vorgeschlagenen Weise mittels Dampfinjektoren vorgenommen wird.

Die Kristallisierung der Füllmassen bot in der letzten Kampagne ganz im Gegensatz zu der vorletzten große Schwierigkeiten. Als Grund sieht man den sehr hohen Gehalt der Säfte an Raffinose an. Das Auftreten dieser ist um so auffallender, als die sonst dafür angeführte Ursache, nämlich Verarbeitung erfrorener Rüben, nicht in Frage kommt. In vielen Fabriken konnte die Entzuckerung der Nachproduktfüllmassen mit den üblichen Methoden nur bis zu einer scheinbaren Reinheit der Melasse von 65 gebracht werden. Noch mehr hatten Raffinerien und Melassezuckerungsanstalten darunter zu leiden. In Rohzuckermassen fand Baumann 1,5—2%, in Raffineriemassen $2\frac{1}{2}$ — $2\frac{3}{4}$ % Raffinose.

Abwasser und Verwertung der Abfälle.

Kaup und Adam haben die Reinigung der Zuckerfabrikabwässer in der Zuckerfabrik Leopoldsdorf studiert (Österr.-ungar. Z. f. Zuckerind. u. Landw. 34, 567 [1905]). Die Reinigung wird dort nach dem biologischen Verfahren ausgeführt. Im Gegensatz zu den städtischen Abwässern treten in den Zuckerfabrikabwässern die Eiweißstoffe in den Hintergrund, während die Kohlenhydrate überwiegen. Diese müssen zu einer raschen Vergärung gebracht werden, was am besten in biologischen Vergärungskörpern geschieht, die mit kleinkörnigem Material gefüllt sind. Sehr zweckmäßig erwies sich die Trennung der Rübenwasch- und Kondenswasser von den gefährlicheren

Diffusionsabwässern. Obwohl die Einrichtungskosten für das Verfahren nicht unerheblich sind, glauben die Verff., daß seine Anwendung wesentlich billiger ist als das für Zuckerfabrikabwässer unwirksame Kalkmilchverfahren. Gegenüber dem Riesel-Verfahren hat es den Vorteil, von den Bodenverhältnissen ganz unabhängig zu sein.

Herzfeld empfiehlt, bei der Reinigung der Abwässer vor allem dahin zu streben (Z. Ver. d. Rübenzucker-Ind. 55, 169 [1905]), die Abwässer möglichst lange auf der für die Gärung günstigen Temperatur zu halten und die Gärung nicht in saurer Lösung vor sich gehen zu lassen. Es soll daher vor und während derselben kohlensaurer Kalk in Form von gepulverter Kreide- oder von Preßschlamm zugesetzt werden, um die gebildeten Säuren sofort zu neutralisieren. Durch eingehende Versuche hat er den Nachweis geführt, daß die Gärung unter Zusatz von kohlensaurem Kalk viel intensiver verläuft. Nach der Vergärung übt Zusatz von Ätzkalk zu den geklarten, vergorenen Wässern eine erhebliche reinigende Wirkung aus.

Wenn die oben erwähnte Rückführung der Diffusionsabwässer in der Diffusion auch in künftigen Kampagnen, ohne Übelstände hervorzurufen, sich bewähren sollte, so würde die Reinigung der dann noch übrigbleibenden Abwässer verhältnismäßig nur wenig Mühe verursachen. Ein eigenartiges Verfahren zur Beseitigung der Diffusionsabwässer muß hier noch erwähnt werden, nämlich das von Hille und Beutnagel eingeführte. Danach läßt man die von der Pülpe befreiten Abwässer in Gärung übergehen und führt die sauren und vergorenen Wässer, nachdem sie völlig geklärt sind, wieder in die Diffusion zurück. Man verzichtet hierbei also auf die Wiedergewinnung des in den Abwässern enthaltenen Zuckers. Das saure Wasser soll keine Übelstände bei der Diffusion hervorrufen, und obwohl es doch nicht frei von Nichtzuckerstoffen sein kann, sollen die Beschaffenheit der erhaltenen Säfte und Füllmassen nichts zu wünschen übrig lassen.

Zur Entleerung der Schlammeiche während der Betriebszeit werden jetzt vielfach Schlammbagger angewandt, die sich besonders im vergangenen Herbst sehr nützlich erwiesen haben, da infolge der außerordentlich regnerischen Witterung ganz ungewöhnlich große Mengen Schmutz mit den Rüben angeliefert wurden.

Von den Rübenabfällen sind die früher wenig beachteten oder sogar als lästig empfundenen Rübenschwänze eine wertvolle Quelle neuer Einnahmen geworden. Sie werden durch besondere Steinfängerwäschen von den Steinen gut befreit und dann in besondern Zerkleinerungsmaschinen zerkleinert. Sind sie nicht sehr mit Blättern und Unkraut verunreinigt, so bringt man die zerkleinerten Schwänze in die Diffusion, da sie noch 8—10% und mehr Zucker enthalten, den man zum größten Teil gewinnen kann. Stark verunreinigte Schwänze trocknet man aber am besten direkt mit den Preßlingen, da solche Schwänze zu unreine Säfte geben würden.

Zur Trocknung der Schnitzel wenden mehrere Fabriken jetzt Apparate mit Dampfbeheizung an, denen Vorteile vor der direkten Feuertrocknung

nachgerühmt werden, ob mit Recht, ist noch nicht bewiesen.

Für den Preßschlamm oder Scheideschlamm sollte man auf Zuckerfabriken eigentlich nicht nach einer nutzbringenden Verwendung suchen, da er ein vorzügliches Düngemittel ist. Leider wird seine Wirkung noch nicht überall geschätzt, und so ist es nicht verwunderlich, daß man nach einer neuen Verwendung sucht. C a y e n glaubt, sie in der Benutzung des Schlammes zur Herstellung von Zement gefunden zu haben. Ein konz. Düngemittel will L u t h e r aus ihm machen, indem er den getrockneten Schlamm mit Thomasphosphatmehl und schwefelsaurem Ammonium mischt; Ammoniakverluste sollen dabei nicht zu befürchten sein, wie bei der Mischung von schwefelsaurem Ammonium mit Thomasphosphat allein.

Über das Ultramikroskop und seine Anwendung in der Chemie.

Vortrag gehalten in der Sitzung des Märkischen Bezirksvereins am 18./10. 1905.

Von Privatdozent Dr. med. L. MICHAELIS.

(Eingeg. d. 2./4. 1906.)

Meine Herren! Der ehrenvollen Aufforderung Ihres Vorstandes, das Ultramikroskop einem Kreise von Chemikern zu demonstrieren, komme ich hiermit gern nach, weil es nicht schwer ist, vorauszusagen, daß dieser neue optische Apparat manchem von Ihnen auch im Fabrikbetriebe bei näherer Kenntnis einmal von Nutzen sein wird. Herr H e n s e , der hiesige Vertreter der Ihnen allen bekannten Werkstätten von K a r l Z e i b in Jena, hat sich in dankenswerter Weise der Mühe unterzogen, den ganzen komplizierten Apparat hier aufzubauen. Das Ultramikroskop ist ein Apparat, welcher nach einer gewissen Richtung hin die Leistungsfähigkeit des gewöhnlichen Mikroskops von denkbarster Vollkommenheit um ein ganz beträchtliches erweitert. Während die untere Grenze der mit dem Mikroskop sichtbaren Objekte bisher bei etwa $0,2 \mu$ lag, ist es möglich, mit dem Ultramikroskope Objekte zu sehen, deren Durchmesser man kleiner als ein $4\,000\,000$ stel mm ($4\,\mu\mu$) schätzen darf.

Der Leistungsfähigkeit des gewöhnlichen Mikroskops ist dadurch eine Grenze gesetzt, daß Objekte mit einem Durchmesser unterhalb eines gewissen Minimum auf keine Weise, durch keine noch so hohe Vergrößerung zur Abbildung gebracht werden können. Man kann sich das so vorstellen, daß die Lichtwellen um die Ränder sehr kleiner Objekte eine Brandung erzeugen, derart, daß die Wellen hinter dem Objekte wieder zusammenschlagen. In dem erleuchteten Gesichtsfeld des Mikroskops erkennt man ein dunkles Objekt dadurch, daß es einen Lichtdefekt in dem Gesichtsfelde erzeugt. So kleine Gegenstände aber, hinter denen die Wellen des Lichtmeeres wieder zusammenschlagen, erzeugen einen solchen Defekt nicht, und sie bleiben unsichtbar, so sehr man auch die Vergrößerung steigern mag. H e l m h o l t z und A b b e haben berechnet, daß dieses Minimum gleich

der halben Wellenlänge des Lichtes ist. Das kurzwelligste, dem Auge sichtbare Licht, das violette Licht, hat eine Wellenlänge von ungefähr $0,4\,\mu$. Alle Objekte, deren Durchmesser kleiner als die Hälfte dieses Wertes ist, bleiben uns bei noch so hoher Vergrößerung unsichtbar. Arbeitet man mit ultraviolettem Licht, welches eine noch etwas kürzere Wellenlänge hat, so wird das Auflösungsvermögen des Mikroskops noch um ein wenig erhöht. Da das ultraviolette Licht nicht direkt für das Auge sichtbar ist, so hat K ö h l e r einen sehr ingeniosen Apparat konstruiert, bei dem das Auge durch die photographische Platte ersetzt wird. Aber auch die Leistungsfähigkeit dieses Apparates erreicht sehr bald eine Grenze.

Das Ultramikroskop ist nach einem ganz anderen Prinzip konstruiert. Die Geschichte seiner Entstehung ist die folgende.

R i c h a r d Z s i g m o n d y beschäftigte sich mit den Eigenschaften des Goldrubinglasses. Wenn man etwas metallisches Gold mit Glas zusammenschmilzt, so hat bei bestimmten Bedingungen der Abkühlung das erstarrte Glas eine rubinrote Farbe bei völlig erhaltener Durchsichtigkeit. Wenn man mittels einer Sammellinse Rubinglas mit Sonnenstrahlen beleuchtet, so sieht man einen hellen Lichtkegel, gerade so, wie wenn man ein von Staub getrübtes Wasser in der gleichen Weise beleuchtet, oder wenn die Sonne die Staubteilchen der Luft im Zimmer zeigt. Schon F a r a d a y machte deshalb die Annahme, daß die rote Farbe des Rubinglasses auf dem Vorhandensein allerfeinsten Goldstäubchen im Glase beruhe. Wenn man aber ein Stück Rubinglas unter das Mikroskop legt, so sieht man nichts von den vermuteten Goldteilchen. Man mußte daraus schließen, daß die Goldteilchen einen kleineren Durchmesser haben, als er dem oben erwähnten H e l m h o l t z - A b b e schen Grenzwerte entspricht.

Nun war es aber schon durch Untersuchungen von F i z e a u und A m b r o n n bekannt, daß man unter anderen Beleuchtungsbedingungen als sie am Mikroskop gegeben sind, noch von viel kleineren Gegenständen einen Lichteindruck erhalten konnte. Wenn man durch einen in seiner Entstehung Ihnen ja bekannten Silberspiegel in die Sonne blickt, so erkennt man noch Spalten von viel geringerer Breite, als jenes Minimum. Ebenso sieht man auf dem dunklen Untergrunde des Himmels die Fixsterne, deren Durchmesser so klein ist, daß auch die stärksten Fernrohre sie nur als Punkt zeigen. Hier handelt es sich auch nicht um die „ähnliche Abbildung“, sondern nur um einen Lichteindruck. Wenn die Fixsterne dreieckig wären, so würden sie in unserem Auge den gleichen Eindruck erzeugen, als wenn sie rund sind.

Wenn es sich also nur um die Erzeugung eines Lichtpunktes handelt, so kann man noch Objekte von unglaublicher Kleinheit sehen, wenn sie nur selbstleuchtend auf dunklem Untergrunde stehen. Das H e l m h o l t z - A b b e sche Gesetz gilt nur, wo es sich um ähnliche Abbildung handelt, es ist aber keine Schranke, wo es sich um den bloßen Lichteindruck eines kleinen leuchtenden Objektes, wohl gemerkt, aber auf dunklem Untergrunde handelt.

Z s i g m o n d y überlegte sich also: Wenn es gelänge, die Goldteilchen im Glase selbstleuchtend