

# Zeitschrift für angewandte Chemie

und

## Zentralblatt für technische Chemie.

XXV. Jahrgang.

Heft 14.

5. April 1912.

### Die Bedeutung des Kunstseideglühkörpers und seine Fabrikation.

Vortrag, gehalten am 17. November 1911 im Verein Deutscher Gas- und Wasserfachbeamten.

Von Dr. C. RICHARD BÖHM.

(Eingeg. d. 19./1. 1912.)

Wer sich eingehend mit dem Studium des Kunstseideglühkörpers beschäftigt, muß zu der Überzeugung gelangen, daß die Einführung desselben einen wesentlichen Fortschritt der Gasglühlichtindustrie bedeutet, und wird auch zweifellos dem neuen Körper eine große Zukunft prophezeien. Da ich mich schon seit einigen Jahren diesem Studium gewidmet habe, vertrat ich von jeher diese Ansicht. Nachdem nun noch in letzter Zeit mehrere Firmen — darunter unsere erste, führende Gasglühlichtgesellschaft — die Fabrikation des Kunstseideglühkörpers aufgenommen haben, ist selbst der konservative Glühkörperfabrikant zu der Einsicht gekommen, daß es sich um ein gar wichtiges Ding handelt. Diese Tatsache ist mit Freuden zu begrüßen.

Wenn man berücksichtigt, daß in Frankreich der Kunstseideglühkörper schon lange seinen Einzug gehalten hat, und daß die Vorzüge desselben dem französischen Konsumenten bekannt sind, so wird man sich über das „Nachhinken“ des deutschen Fabrikanten wundern. Es liegt nun aber einmal in der streng konservativen Gesinnung des deutschen Glühkörperfabrikanten, sich allen Neuerungen, selbst den kleinsten gegenüber, abwartend zu verhalten. Ich erinnere nur an die Einführung des Ramieglühkörpers. Welche Schwierigkeiten setzte der Glühkörperfabrikant den Bestrebungen des rührigen Direktors Baumgartner von der Ersten Deutschen Ramiespinnerei in Emmendingen entgegen. Hätte nicht damals ein weitsichtiger Industrieller die Wichtigkeit der Sache erkannt, so hätte es wohl noch lange gedauert, ehe sich der Ramieglühkörper zu seiner wahren Bedeutung durchdrang. So war es bei der Einführung der Ramie in die Gasglühlichtindustrie, und in noch erhöhtem Maße ist es bei der Einführung der Kunstseide als Garnmaterial der Fall. Sah der Fabrikant, als er die Fabrikation des Ramieglühkörpers aufnahm, einen Berg von Schwierigkeiten vor sich, so fanden sich die Pioniere des Kunstseideglühkörpers fast unüberwindlichen Hindernissen gegenübergestellt. Aber ein richtiger Erfinder besitzt nicht nur Mut und Ausdauer, sondern schreckt auch nicht vor theoretischen Bedenken zurück; für diese ist er gewissermaßen blind. Durch die Beharrlichkeit und Gründlichkeit deutscher Erfinder wurde das Problem des Kunstseideglühkörpers ebenso wie dasjenige des Ramieglühkörpers gelöst.

Hat nicht deutscher Geist die Gasglühlichtindustrie auf ihre heutige Höhe gebracht, und ist nicht deutsche Gründlichkeit sprichwörtlich geworden? Gerade dem letzteren Umstände ist es zuzuschreiben, daß wir den französischen Kunstseideglühkörper in kurzer Zeit nicht nur eingeholt, sondern sogar überholt haben. Denn bekanntlich verstand es der Franzose nicht, den Kunstseideglühkörper zu kollodinieren, und versendet ihn auch heute noch zum größten Teil unkollodiniert auf einem Brenner mit Glaazyylinder.

Es ist wahr, der deutsche Glühkörperfabrikant ist konservativ, aber noch konservativer ist wunderbarweise sein Konkurrent über „dem großen Teiche“, der gleich dem Franzosen den Ramieglühkörper für seine Gasverhältnisse nicht gebrauchen zu können glaubte. Erst im letzten Jahre ließ er sich davon überzeugen, daß er sich bisher in einem großen Irrtum befand. Wieder war es Dir. Baumgartner aus Emmendingen, der die Aufgabe löste, den amerikanischen Glühkörpermarkt für sein vorzügliches Ramiegarn zu gewinnen.

Das Bessere ist der Feind des Guten, weshalb sich auch seit einiger Zeit der Kunstseideglühkörper zum ernsten Konkurrenten des Ramieglühkörpers durchgerungen hat. In demselben Maße, wie die Ramieindustrie bemüht war, ihr Verwendungsgebiet zu erweitern, war es auch der Kunstseideindustrie durchaus willkommen, in der Verwendung ihres Produktes für Gasglühkörper eine Erweiterung ihres Absatzgebietes zu finden. Hierzu kam die Aussicht auf Erzielung eines viel höheren Preises der für Beleuchtungszwecke bestimmten Kunstseide, so daß die Kunstseidefabrikanten das größte Interesse daran hatten, der Gasglühlichtindustrie ein in jeder Beziehung brauchbares Garnmaterial zu liefern. Daß dies mit außerordentlichen Schwierigkeiten verknüpft war, werden wir später noch erfahren. Aber dank der vielen zielbewußten Arbeiten hat man auch diese Hindernisse zu überwinden verstanden und darf das Problem eines Kunstseideglühkörpers heute als gelöst betrachten.

Die große Zugfestigkeit und Elastizität des Kunstseideglühkörpers bieten schon an und für sich einen so erheblichen Vorteil, daß sie allein genügen würden, ihn zum ernsten Konkurrenten des Ramieglühkörpers zu machen. Die Folge seiner günstigen Struktur ist eine mindestens so gute Lichtkonstanz wie die des Ramieglühkörpers. Auch bezüglich des Gaskonsums steht der Kunstseideglühkörper dem Ramieglühkörper heute durchaus nicht mehr nach, und es sollen gleich hier die Bedenken zerstreut werden, die durch unvollkommene Kunstseideglühkörper, denen noch die sogenannten Kinderkrankheiten anhafteten, als sie auf den Markt kamen, wachgerufen wurden.

Es ist ja eine ganz bekannte Erscheinung, daß die Fabrikation eines neuen Artikels eine Unzahl solcher Kinderkrankheiten durchzumachen hat, und daß hier erst jahrelange Erfahrungen Wandel schaffen können. Der Konsument muß aber diesem Umstand Rechnung tragen und der Industrie dankbar sein für jeden Fortschritt, den sie ihm beschert.

Wie war es denn um die ersten Metallfadenlampen bestellt? Wir alle sind Zeugen von ihrer außerordentlich großen Empfindlichkeit, was die Fabrikanten jedoch nicht abhielt, ihr unvollkommenes Erzeugnis dem Konsumenten in die Hand zu geben und ihn dadurch zu schädigen. Waren die meisten Lampen trotz sorgfältigster Verpackung nicht schon auf dem Transport durch Fadenbruch unbrauchbar geworden, so geschah dies entweder beim Einschrauben in die Fassung oder nach kurzer Benutzung. Wohl wurde diesem Übel mit der Zeit wesentlich abgeholfen; trotzdem kann man nicht in Abrede stellen, daß die Metallfadenlampen — abgesehen von der Tantallampe — auch heute noch gegen Erschütterungen verhältnismäßig empfindlich sind.

Dies wußten die Fabrikanten besser als die Konsumenten und bemühten sich daher, eine ökonomische Metallfadenlampe zu schaffen, bei der dieser Fehler eliminiert würde. Bisher spritzte man den Wolframfaden aus einer Paste, und jetzt ist man so weit, Wolframmetall ebenso wie geschmolzenes Tantalmetall in feinste Drähte zu ziehen. Erst diese werden der Metallfadenlampe den richtigen Wert verleihen. Es wird daher niemand der Industrie einen Vorwurf daraus machen, daß sie zu früh mit einer unfertigen Sache herausgekommen ist.

Eine richtige Parallele hierzu bietet der Kunstseideglühkörper, und es muß konstatiert werden, daß die beiden Rivalen unter Beobachtung aller Vorteile heute mehr denn je, wenn auch friedlich, dicht aneinander kämpfen.

Berücksichtigen wir noch die immer mehr in Anwendung kommende Preßgasbeleuchtung, die dem elektrischen Bogenlichte trotz der ökonomischen Effektbogenlichtkohlen ein ganz ansehnliches Stückchen Terrain abgewonnen hat, und erfahren wir die Tatsache, daß dem Kunstseideglühkörper ein nicht unerheblicher Anteil an diesem Verdienst zufällt, so wird man seine Bedeutung voll und ganz zu würdigen wissen.

Aus dieser Darstellung sollte man schließen, daß der Kunstseideglühkörper seine Entstehung dem Bedürfnis nach größerer Festigkeit der Gasglühkörper verdankt. Dem ist aber nicht so. Bekanntlich hatte Auer von Welsbach außer in Deutschland in allen Kulturländern durch die Erteilung eines generellen Patentes ein richtiges Monopol erhalten. Da niemand natürliche Fasern mit einer Lösung von Leuchtsalzen imprägnieren durfte, ohne die Auersehen Schutzrechte zu verletzen, so kam man um so eher auf die Idee, von künstlichen Fäden auszugehen, als gerade um die Zeit der Auersehen Erfindung die Kunstseide-industrie begründet wurde. Damals galt es nicht, einen Glühkörper zu schaffen, der dem Auersehen Fabrikat gleichwertig oder gar überlegen war, sondern man strebte nur danach, so gut es eben gehen wollte, einen Konkurrenzglühkörper zusammenzubringen. Denn die hohen Preise (2,50 M),

die anfangs für den Auersehen Glühkörper gezahlt werden mußten, und der Umstand, daß den Auergesellschaften ihr Fabrikat gewissermaßen aus den Händen gerissen wurde, zeitigte alle möglichen Ideen zur Umgehung der Auersehen Patente.

Als das Schreckensgespenst des Monopols am Horizonte der deutschen Lande erschien, und man den Ausgang einer anhängig gemachten Nichtigkeitsklage noch nicht kannte, suchte ein Deutscher, Dr. Knöfler, eine Konkurrenz dadurch zu sichern, daß er auf einen Kunstseideglühkörper in allen Kulturländern ein Patent anmeldete, das gerade in den letzten Jahren durch einen wichtigen Patentstreit wieder in Erinnerung gebracht wurde. Trotzdem der Name Dr. Knöfler in der Gasglühlichtindustrie sehr gut bekannt ist, wissen die allerwenigsten, daß sich dieser rührige Industrielle seinerzeit auch auf dem Gebiete des Kunstseideglühkörpers betätigt hat.

Als das Auersehe Patent in Deutschland gefallen war, galt es, einer anderen wichtigen Sache zu dienen, nämlich vor allen Dingen durch Auffindung von lukrativen und expeditiven Trennungsmethoden für die Konkurrenz Auers ein allen Ansprüchen der Gasglühlichtindustrie genügendes Thoriumrat preiswert zu fabrizieren und nicht zuletzt für einen dem Konsum entsprechenden Vorrat an Rohmaterial (Monazitsand) zu sorgen. Das größte Verdienst hierbei gebührt Dr. Knöfler, der mit eiserner Hand die von ihm gebildete Thoriumkonvention zusammenhielt. Diese scheint aber durch sein leider zu frühes Ableben das Rückgrat — wenn ich mich so ausdrücken darf — verloren zu haben.

Es ist hier nicht der Ort, auf die patentrechtlichen Fragen und geschichtlichen Daten einzugehen, ich will nur versuchen, in begrenztem Rahmen ein Bild von dem Entwicklungsgange des Kunstseideglühkörpers zu entrollen, um so mehr, als ich in einer patentrechtlichen Studie: „Der Kunstseideglühkörper kein Monopol“, die im Journal für Gasbeleuchtung (Dezember 1911) erschienen ist, diese Fragen kritisch und erschöpfend beantwortet habe.

Nachdem schon 1881 Lungen Patente auf einen sog. „festen“ Glühkörper genommen hatte, und dieser sogar von der Frankl Kommission für Wissenschaft und Kunst durch Erteilung einer Medaille ausgezeichnet worden war, wandelten noch andere Erfinder den nun einmal betretenen Weg. Man mischte Leuchterden mit allen möglichen organischen Bindemitteln und preßte aus diesem Brei dünne Fäden, die man verwebte und in die Form des Flammenmantels nach Art des Auersehen Glühkörpers brachte.

Chardonnet's Verfahren, Kunstseide dadurch herzustellen, daß man Nitrocellulose, sog. Kolloidumwolle, die der Schießbaumwolle sehr ähnlich ist, in einem Gemisch von Äther und Alkohol löst und hieraus mittels eines sehr sinnreich konstruierten Apparates die dünnsten Fäden spritzt, wurde Ende der achtziger Jahre bekannt. Was lag da für die Erfinder des „festen“ Glühkörpers näher, als die Chardonnet'sche Kolloidumlösung mit Leuchtsalzen zu versetzen? An Stelle der ätherischen Lösung hatte sich 1883/84 der Engländer Swan eine Lösung der Kolloidumwolle in Essig-

säure für Kunstseidezwecke schützen lassen und hieraus gefertigte Tücher auf der Londoner Ausstellung 1884 ausgestellt.

Die Pioniere des Kunstseideglühkörpers griffen natürlich zu diesen Veröffentlichungen, und so wurde besonders in den Ländern, in denen keine Vorprüfung stattfindet, eine große Anzahl von Patenten auf den Kunstseideglühkörper angemeldet. Da es sich bei den ersten Pionieren des Kunstseideglühkörpers meistens um „richtige“ Erfinder, die von Chemie und Physik keine Ahnung hatten, handelt, so entstand eine Patentliteratur, in der sich die größten Widersprüche finden. Diesen Erfindern war es völlig unbekannt, daß es ein großer Unterschied ist, ob man undenitrierte oder denitrierte Nitrocellulosefäden verwendet, trotzdem Schlußberger und Siniabaldi schon 1892 auf diesen Unterschied bei der Imprägnation aufmerksam gemacht hatten. Hierzu kam, daß über den Umfang der Auerischen Schutzrechte in Erfinderkreisen verschiedene Ansichten herrschten. Es war nämlich zweifelhaft, ob Auer einen Schutz auf die Imprägnation sowohl natürlicher als auch künstlicher Fäden erhalten hatte. Für den Fachmann konnte es sich aber nur um einen Schutz der imprägnierten natürlichen Fasern handeln. Immerhin mag diese Unklarheit dazu beigetragen haben, daß man erst kurz vor Ablauf des Auerischen Monopols den schon 1892 von Schlußberger und Siniabaldi gemachten Vorschlag, denitrierte Nitrocellulosefäden zu imprägnieren, akzeptierte und das alte unpraktische Inkorporationsverfahren fallen ließ.

Die natürlichen organischen Fasern, wie z. B. Baumwolle und Ramie, nehmen, wenn sie vollständig entfettet sind, fast momentan so viel Flüssigkeit, z. B. Wasser, auf, daß ihr Sättigungsgrad erreicht wird. Alle künstlichen Seiden bestehen im Gegensatz zur natürlichen Seide aus Cellulose, also aus der Substanz der Pflanzenfaser. Wie schon hervorgehoben, handelt es sich bei der Kunstseide um eine Cellulose, die in ihrer molekularen Zusammensetzung nur etwas verschieden ist von derjenigen des Ausgangsmaterials, der natürlichen Cellulose. Daher darf es nicht wundernehmen, daß die künstliche Seide sich imprägnieren läßt, mußte doch der geniale Begründer der Kunstseideindustrie seine Erfindung davon abhängig machen, daß man sein Ersatzprodukt für natürliche Seide ebenso wie diese färben könne. Die großen Schwierigkeiten, welche das Inkorporationsverfahren zu überwinden hatte, waren durch die Imprägnation vollständig behoben. Es ist ja so begreiflich, daß sich der Herstellung dünner Fäden aus einer Kolloidumlösung, der die Leuchtsalze beigemischt sind, gerade bei der Massenfabrikation nicht zu beseitigende Hindernisse entgegenstellen. Man denke nur daran, daß es sich bei den Leuchtsalzen nicht wie bei der Kunstseidesubstanz um indifferente Stoffe handelt, und daß die freie Salpetersäure des Thor-nitrats oder eine andere freie Säure, wie z. B. diejenige des Essigsäurekolloids, nicht nur die Metallteile der Apparatur angreift, sondern auch das Fadenmaterial verunreinigt. Selbst das Spritzen solcher Fäden in eine alkalische Lösung zwecks Überführung der salpetersauren Salze in Hydroxyde, worauf wir noch zurückzukommen haben werden,

konnte das Inkorporationsverfahren für eine Massenfabrikation nicht geeignet machen. Wir beobachten hier wie auch auf anderen Gebieten, daß man anfangs meistens die unständlichsten Wege einschlägt, um ein Problem zu lösen, und erst zuletzt zu den allereinfachsten und nächstliegenden Mitteln gelangt. Dadurch, daß die künstlichen Fäden nicht wie die natürlichen Fasern Hohlräume besitzen, Flüssigkeit also nicht durch Capillarität aufnehmen können, entstand wohl bei den meisten Erfindern das theoretische Bedenken gegen die Möglichkeit einer Imprägnation. Selbstverständlich darf man von der Kunstseide nicht verlangen, daß sie Salzlösungen ebenso schnell aufnimmt wie die natürliche Faser, sondern man muß den strukturellen Verhältnissen Rechnung tragen und der Kunstseide Zeit genug zur Aufnahme des Imprägnierfluids lassen. Schlußberger und Siniabaldi, die aus der Kunstseideindustrie stammen, wußten schon lange, daß nur die denitrierte und nicht die undenitrierte Nitrocellulose sich imprägnieren läßt, und wäre ihr Patent nicht in dem Archiv des belgischen Patentamtes vergraben geblieben, so würden die Erfinder auf diesem Gebiete vielleicht schon früher dieser Anregung gefolgt sein. Erst als ich die gesamte Patentliteratur systematisch auf den Gasglühkörper untersuchte, fand ich die wertvolle Vorveröffentlichung von Schlußberger und Siniabaldi und machte die Fachwelt in meinem 1905 erschienenen Buche: „Das Gasglühlicht“, auf dieselbe aufmerksam. Seitdem ist das belgische Patent ein wichtiges Kampfmittel gegen Plaissetty'sche Patente geworden.

Die Herstellung einer brauchbaren Kunstseide als Ersatz für natürliche Seide war, wie man sich denken kann, mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden. So verhältnismäßig einfach, wie der chinesische Kaiser Hoang-Ti 2650 vor unserer Zeitrechnung zu der Schlußfolgerung gekommen war, daß man den von der Seidenraupe in Form eines Kokons aufgewickelten, feinen, gelblichen Faden maschinell abwickeln, verspinnen und verweben können müsse, um ihn der Menschheit nutzbar zu machen, gestaltet sich die Realisierung der von Réaumur, nach dem die achtzigteilige Thermeneterskala benannt worden ist, ausgesprochenen Idee doch nicht. Jeder naturwissenschaftlich gebildete Mensch, der, wie Réaumur, Gelegenheit hatte, den natürlichen Spinnprozeß der Seidenraupe zu beobachten, mußte sich unwillkürlich die Frage vorlegen, ob es nicht gelingen könne, unabhängig von einem verhältnismäßig schwer zu züchtenden Tier auf künstlichem Wege ebenso feine Fäden wie die natürlichen Seidenfäden, herzustellen. Die Idee ist aber noch lange keine Erfindung, sondern erst die praktischen Mittel zur Realisierung einer Idee machen eine Erfindung aus.

Es vergingen etwa 150 Jahre, ehe der geniale Erfinder Graf Hilaire de Chardonnet die von Réaumur in einer wissenschaftlichen Schrift niedergelegte Idee der künstlichen Herstellung von Seide in die Wirklichkeit übertrug. Er lehnte sich genau an den natürlichen Spinnprozeß der Seidenraupe an, und, wie so oft, sehen wir auch hier, daß die Natur unsere Lehrmeisterin ist, und daß modernes Wissen und Können das ihr Abgelauschte in einer anderen Form der Menschheit nutzbar

macht. Die Seide des Maulbeerspinners entsteht durch schnelles Erstarren eines dickflüssigen Sekretes, das in den Spinndrüsen der Raupe gebildet wird und unter Druck aus zwei feinen Öffnungen der Unterlippe austritt, wobei die Raupe durch Bewegungen des Kopfes zugleich einen Zug auf den sich bildenden Faden ausübt.

Von den Schwierigkeiten, welche der Fadenbildung durch Erstarrung eines Flüssigkeitsstrahles entgegenstehen, hatte sich Chardonnnet augenscheinlich anfangs keine Rechenschaft gegeben. Er ahmte eben den Spinnprozeß der Raupe so genau wie möglich nach. Die Chemie hat aber bis zum heutigen Tage kein Mittel gefunden, das Fibroin, einen Eiweißkörper, aus dem die natürliche Seide besteht, nachzubilden. Wie schon erwähnt, fand man als Ersatz nur solche Stoffe, bei denen das Ausgangsmaterial, sowie das Endprodukt Cellulose ist, woraus sich gerade die Schwierigkeit für Chardonnnet ergab.

Jeder Flüssigkeitsstrahl hat die Neigung, sich nach dem Gesetz der Oberflächenspannung in Tropfen aufzulösen. Die Stärke dieser Neigung ist abhängig von der Viscosität der Flüssigkeit und von der Natur des Mediums, in dem der Strahl fließt. Bei Äther, der eine sehr geringe Viscosität besitzt, erfolgt die Tropfenbildung mit größter Leichtigkeit, für Wasser hört die zylindrische Gestalt auf, ein stabiles Gebilde zu sein, sobald der Strahl das 3,7-fache seines Durchmessers übersteigt, bei Flüssigkeiten von größerer Viscosität wird die Tropfenbildung noch später einsetzen, natürlich unter mehr oder weniger bedeutendem Verlust der lebendigen Kraft. Die Tendenz zur Tropfenbildung ist, wie schon bemerkt, nicht allein von der Viscosität, sondern auch von der Natur des Mediums, in welchem sich der Strahl bewegt, abhängig. Dies ist die Richtschnur für die Fabrikation von Kunstseide.

Die viscose Masse muß die Fähigkeit besitzen, zu gerinnen, d. h. an der Oberfläche ihres Strahles zu erstarren und in dessen Innerem flüssig zu bleiben. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann eine Faser von unbegrenzter Länge entstehen. Das Festwerden des in Bildung begriffenen Kunstseidefadens beruht nicht etwa, wie meistens angenommen wird, auf Trocknung, sondern auf Gerinnung der viscosen Masse. Erst nach dem Eintreten der Koagulation erfolgt die Trocknung, welche ein ziemlich verwickelter Vorgang ist, der sich je nach der Natur und Konzentration der Spinnflüssigkeit verschieden abspielt. Hierauf beruht die verschiedene mikroskopische Gestalt der Kunstseidefabrikate, und von dieser wiederum hängt der Glanz der Seide ab.

Die viscosen Lösungen werden unter starkem Druck aus Glasröhren mit Öffnungen von 0,08 mm Durchmesser herausgepreßt. Durch die Zugwirkung wird der Faden immer dünner, und so bildet die Düsenöffnung nichts weniger als eine Gußform für den aus ihr zu gewinnenden Faden von 0,01 bis 0,02 mm Durchmesser. Dies ist ein großes Glück, weil die Herstellung und Reinhaltung so feiner Öffnungen technisch fast unmöglich ist. Da aber, anstatt zu gerinnen, der Strahl einer ätherischen Kollodiumlösung an der Luft leicht trocknet, die Voraussetzung für ein Kunstseideverfahren also nicht

nassen Spinnverfahren greifen, d. h. den Kollodiumstrahl in Wasser eintreten lassen. Hierbei entzieht dieses dem Faden Alkohol und Äther, so daß nunmehr das oberflächliche Gerinnen stattfindet, während das Innere flüssig bleibt. An einem solchen Faden kann daher die unbedingt erforderliche Streckung ausgeführt werden. Verwendet man eine mit 25—30% Wasser beschwerte Kollodiumwolle, so löst sie sich in einem Gemisch von Alkohol und Äther mindestens ebenso leicht, wenn nicht leichter als die trockene Wolle, was von größter Wichtigkeit ist. Eine solche wasserhaltige, ätherische Kollodiumlösung gestattet nämlich, nach dem viel bequemeren trockenen Spinnverfahren zu arbeiten. Denn Alkohol und Äther verflüchtigen sich schneller als das beigemengte Wasser, das zurückbleibt und nun genau so wie beim nassen Spinnverfahren das oberflächliche Gerinnen des Fadens bewirkt.

Chardonnnet konnte aber mit diesem Kunstprodukt, das mit dem Äußeren der natürlichen Seide genau übereinstimmte, gar nichts anfangen, da es den großen Nachteil der leichten Entflammbarkeit aufwies. Wiederum war dieser Erfinder vor ein Problem gestellt, welches er aber dank seiner Intelligenz und Beharrlichkeit löste, indem er durch geeignete Reduktionsmittel, wie z. B. Schwefelammonium, der Kollodiumwolle den ganzen Stickstoffgehalt nahm. Man nennt diesen Prozeß den Denitrierungsprozeß, weil man durch ihn der Nitrocellulose die Nitrogruppe nimmt. Die zurückbleibende Cellulose stellt ein Hydrat, also eine wasserhaltige Verbindung der natürlichen Cellulose dar (s. Otto N. Witt, Die künstlichen Seiden, Berlin 1909.)

Da man bei der Herstellung von Kunstseideglühköpern nach dem Inkorporationsverfahren den Leuchterden aus Nitrocellulose die leichte Entflammbarkeit unbedingt nehmen mußte, so konnten sich die Erfinder auch hierbei an Chardonnnet anlehnen und denitrierten mit Schwefelammonium.

Schwefelammonium fällt ebenso wie die Alkalien alle Leuchterden als Hydroxyde, so daß durch das Spritzen der mit Leuchtsalzen vermischten Kollodiumlösung in Schwefelammonium eine dreifache chemische Reaktion erzielt wird:

1. Die Koagulation des Kollodiums,
2. die Überführung der löslichen Leuchtsalze in wasserunlösliche Hydroxyde,
3. die Denitrierung der Nitrocellulose, d. h. die Überführung derselben in hydratisierte Cellulose.

Die so hergestellten Glühköper wiesen eine auffallend große Elastizität auf, und Knöller hatte auch richtig erkannt, daß diese günstige Eigenschaft der Überführung salpetersaurer Leuchterden in Hydroxyde zu verdanken sei. Auch in anderen Patenten wird dies zum Ausdruck gebracht, und besonders schlaue Erfinder kamen auf die Idee, schon der Kollodiumlösung an Stelle der salpetersauren Leuchterden die Hydroxyde beizumischen und diese sich nicht erst nach dem Spritzen im Faden bilden zu lassen. Das ist auch der leitende Gedanke für alle späteren Verbesserungen auf dem Gebiete des Kunstseideglühkörpers, und es ist gleichgültig, ob man mit Leuchtsalzen imprägnierte Kunstseidegewebe mit anorganischen oder mit organischen Basen behandelt, immer wird man Hydroxyde erhalten. Eine Modifikation der letz-

teren bilden die hochmolekularen Superhydroxyde, welche durch Einwirkung von Wasserstoffsperoxyd oder ähnlichen Peroxyden entstehen. Diesen Prozeß habe ich seinerzeit Fixage genannt, und diese Bezeichnung wurde auch von der Technik beibehalten. Man spricht daher von einer Ammoniakfixage, von einer Wasserstoffsperoxydfixage, von einer Fixage mit organischen Basen usw.

Es ist ein großer Unterschied, ob ich pflanzliche Fasern, also natürliche Cellulose, oder künstliche Fäden, also Kunstseide, mit einer Lösung von salpetersauren Leuchterden imprägnierte. Während man die gewöhnliche Ramee- und Baumwollflachware ohne jede Schwierigkeit veraschen, formen und härten kann, erzielt man bei der Flachware aus Kunstseide direkt negative Resultate, da deren Ascheskelett nicht die geringste Kohärenz aufweist und in sich zusammenfällt.

Nachdem man, wie wir gesehen haben, von den Pionieren des Kunstseideglühkörpers erfahren hatte, daß man durch die Umwandlung der salpetersauren Leuchterden in Hydroxyde zu sehr elastischen, brauchbaren Glühköpern gelangen kann, lag es mehr denn nahe, auch die imprägnierten Kunstseidegewebe mit alkalischen Lösungen zu behandeln, um auf diese Weise in bzw. auf der Faser die so günstigen kolloidalen Hydroxyde abzuscheiden. Dieser chemische Prozeß ist für die kolloidale Kunstseide von größter Wichtigkeit, da sich das kolloidale Hydroxyd direkt mit der kolloidalen Kunstseidesubstanz verbindet, im Gegensatz zu einem krystallinischen Salz, z. B. dem Thoriumnitrat. Während sich beim Abbrennprozeß das letztere unter starker Gasentwicklung sprunghaft in ein sehr voluminoses Oxyd nach Art der sog. Pharaoschlange verwandelt, erfolgt die Entwässerung des Hydroxyds, also dessen Überführung in das amorphe Oxyd, in einem ganz gleichmäßigen Tempo. Dieses verschiedene Verhalten könnte das negative Resultat beim direkten Abbrennen einer nicht fixierten Flachware aus Kunstseide erklären, wenn nicht Bertelsmann die Beobachtung gemacht haben wollte, daß man auch aus einem mit anorganischen Leuchtsalzen imprägnierten Kunstseidegewebe ohne Fixage, aber nach einem eigenartigen Abbrennprozeß, elastische Glühköper erhalten kann.

Verwendet man als Fixagemittel Basen, z. B. Ammoniak, so wird sich als wasserlösliches Reaktionsprodukt salpetersaures Ammonium bilden, das beim Abbrennprozeß störend wirkt und daher durch Waschen der fixierten Gewebe entfernt werden muß. Bedient man sich aber des Wasserstoffsperoxyds an Stelle einer Base, so erhält man für die einfachen Hydroxyde Superhydroxyde, und das wasserlösliche Reaktionsprodukt ist nicht salpetersaures Ammonium, sondern freie Salpetersäure. Thoriumsuperhydroxyd ist aber in verd. Salpetersäure unlöslich, weshalb man aus schwachsäuren und neutralen Lösungen das Thorium quantitativ ausfällen kann. In der Praxis arbeitet man daher mit zwei Wasserstoffsperoxydbädern, läßt die imprägnierten Gewebe nur kurze Zeit im ersten, verhältnismäßig stark sauer gewordenen Bade und bringt sie zur Vermeidung einer Extraktion von Leuchterden baldmöglichst in das zweite, frische Bad.

Da reines Wasserstoffsperoxyd nur die Thorerde, nicht aber die Cererde auszufällen vermag, hat man anfangs empirisch berechnete Cerzusätze zu der Fixage gemacht, also den das Thoriumsuperhydroxyd enthaltenden Kunstseidefaden gewissermaßen nachimprägniert. Für den Glühköperfabrikanten ist es ja verständlich, daß derartige, nur von der Not diktierte Maßnahmen zu keiner gleichmäßigen Ware führen können, weshalb man das Wasserstoffsperoxydverfahren dadurch verbesserte, daß man einmal zu denselben solche Zusätze machte, die das Cer abzuscheiden vermochten, ohne gleichzeitig die Fällung des Thoriums aufzuheben, das anderemal die Kunstseidegewebe nicht mit einem anorganischen, sondern mit einem organischen Salz imprägnierte. Da der Einfluß des organischen Salzes auf die Kunstseidesubstanz gegenüber demjenigen des anorganischen Salzes zweifellos günstig ist, so arbeitet man in der Praxis heute auch ausschließlich nach diesem Verfahren, d. h., sobald man sich der Wasserstoffsperoxydfixage und nicht einer anderen bedient. Der schädliche Einfluß der Salpetersäure auf die natürliche Faser war schon lange bekannt. Die schlechte Haltbarkeit der gewöhnlichen Flachware aus Baumwolle und Ramee erklärte sich auch nur aus dem alles Organische zerstörenden Einfluß der Salpetersäure. Man kann sagen, das Gewebe wurde verbrannt, und es zerfiel ja auch, wie jeder Glühköperfabrikant bestätigen wird, schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit wie Zunder. Einen längeren, überseelischen Transport vertrug daher die alte Flachware nicht, denn die mürbe gewordenen Gewebe ließen sich nicht abbrennen, waren also vollständig unbrauchbar geworden.

Deshalb griff man, um die in jedem Thoriumnitrat des Handels mehr oder weniger enthaltene überschüssige Salpetersäure zu neutralisieren, zu dem Auskunstmittel, die frisch imprägnierte Flachware Ammoniakdämpfen auszusetzen. Auf diese Weise nachbehandelte Flachware erwies sich als sehr haltbar und wurde besonders von der englischen Welsbachgesellschaft für den überseelischen Versand fabriziert. Dann ging man einen Schritt weiter, tauchte die mit den salpetersauren Leuchterden imprägnierten Baumwollgewebe in eine wässrige Ammoniaklösung und erhielt zum Erstaunen des Fabrikanten einen wesentlich verbesserten Baumwollglühkörper, der selbst der Konkurrenz des Ramieglühkörpers standhalten konnte, um nicht zu sagen, daß er diesen bezüglich Elastizität und Zugfestigkeit sogar übertraf. Man hatte also ein Verfahren gefunden, den Hauptgrund der ungünstigen Eigenschaften des Baumwollglühkörpers zu beseitigen und die verhältnismäßig kurze Baumwollfaser der sie an Länge weit übertreffenden Ramiefaser mindestens ebenbürtig zu machen.

Die mikroskopische Prüfung eines neuen oder gebrauchten Glühkörpers zeigt mit großer Sicherheit den Ursprung seines Gewebes. Schon mit bloßem Auge kann man die Unregelmäßigkeit der Fadenstärke des Ramieskeletts, die größer ist als diejenige des Baumwollskeletts, erkennen und mußte hieraus auf eine größere Dauerhaftigkeit des letzteren schließen. Bei Anwendung desselben Fabrikationsverfahrens ist jedoch das Umgekehrte der Fall.

Alle Zweifel werden aber zerstreut, sobald man das Mikroskop zu Hilfe nimmt. Jede Faser des Ramiegewebes läßt in Form der Oxyde deutlich ihre ursprüngliche Struktur erkennen, während die sehr dünnen Fasern des Baumwollglühkörpers infolge ihrer Feinheit mehr oder weniger zu einem Strang verschmolzen sind. Die Baumwollfaser ist nicht nur sehr dünn, sondern im Verhältnis zu der langen Ramiefaser auch sehr kurz. In dem für die Gasglühlichtindustrie hergestellten Ramiegarn befinden sich die Fasern nur in einem Bruchteil ihrer natürlichen Länge, aber selbst dieser übertrifft bei weitem die natürliche Länge der Baumwollfaser. Die Ramiefaser ist nicht nur die längste und stärkste, sondern auch die widerstandsfähigste aller bekannten Pflanzenfasern; wäre sie nicht spröde, so würde sie, was Zugfestigkeit anbelangt, noch weit günstigere Resultate liefern, und keiner würde hierüber mehr erfreut sein, als der Gasglühkörperfabrikant, da für ihn das idealste Fasermaterial in einem endlosen, nicht zu dünnen Faden zu suchen ist. Die Sprödigkeit der Ramiefaser setzt ihrer Verarbeitung die größten Schwierigkeiten entgegen, und trotz aller Bemühungen unserer Ersten Ramiespinnerei in Emmendingen, die bekanntlich das beste Garn fabriziert, ist es unmöglich, die natürliche Länge der Ramiefaser im Garn zu erhalten.

Dem Glühkörperfabrikanten ist nicht damit gedient, ein Garn aus sehr dünnen Fäden zu verarbeiten, sondern die Dicke der Ramiefaser ist ihm im Verhältnis zu der großen Feinheit der Baumwollfaser ebenso willkommen wie ihre große Länge. Während in dem üblichen Ramiegarn etwa 20 Fasern nebeneinander gelegt und zusammengedreht sind, finden wir in dem üblichen Baumwollgarn die drei- bis vierfache Anzahl. Deshalb ist ein endloser Kunstseidefaden von der Stärke der Ramiefaser, also von etwa 0,02 mm Durchmesser das beste Fasermaterial für Gasglühkörpertzwecke. Wie aber schon aus meiner kurzen Schilderung der Fabrikation von Kunstseide hervorgeht, war es nicht so einfach, einen künstlichen Faden von der gewünschten Gleichmäßigkeit herzustellen. Die bisherige Kunstseide war wohl für Passementerie- und für Textilzwecke ohne weiteres brauchbar, aber für den Gasglühkörper durchaus ungeeignet. Es hat vieler Versuche bedurft, ehe man den Anforderungen des Glühkörperfabrikanten auch nur einigermaßen genügen konnte.

Die Kunstseidesubstanz war lange nicht von der erforderlichen Reinheit und mußte durch geeignete Verfahren erst genügend entascht werden. Diesem Bedürfnis konnte man wohl bald, wenn auch auf Kosten der Festigkeit der künstlichen Fäden, entsprechen. Aber sie verlangte große Regelmäßigkeit in der Struktur des Fadens und bietet auch heute noch bedeutende Schwierigkeiten. Eigentümlicherweise fällt die eine Fabrikationsserie ganz nach Wunsch aus, während die andere zu berechtigten Reklamationen Veranlassung gibt. Denn einmal erhält man aus 1 kg Kunstseide etwa 500, das andrerthalb etwa 750 Rohstrümpfe.

Es ist durchaus nicht gleichgültig, ob man nach diesem oder jenem Verfahren hergestellte Kunstseide verwendet. So z. B. hat sich die Chardonnet'sche Seide als am wenigsten brauchbar

für Glühkörperzwecke erwiesen, und dies erklärt sich daraus, daß bei der Umwandlung der natürlichen Cellulose, z. B. Baumwolle in Nitrocellulose, in sog. Kollodium- oder Schießbaumwolle, mit der Cellulose eine zu große Veränderung vor sich geht, so daß bei der Abscheidung der Hydrocellulose ein Produkt entsteht, das in seinen Eigenschaften von dem Ausgangsmaterial, der natürlichen Cellulose, mehr abweicht als die Hydrocellulose der nach anderen Kunstseideverfahren hergestellten Fäden.

Ein Fabrikant Chardonnet'scher Seide war sogar bemüht, durch Herstellung eines hohlen Fadens der Capillarität pflanzlicher Fasern näherzukommen, aber selbst diese Verbesserung, von der man gern Gebrauch machen würde, kann den Glühkörperfabrikanten nicht bestimmen, daß neue Material zu verwenden, da das Verhalten der aus Nitrocellulose hergestellten Hydrocellulose sich für den Gasglühkörper nicht gut eignet. Die besten Resultate erzielt man noch mit der sog. Glanzstoffseide nach dem Puly'schen Verfahren, das auf der Lösung von Cellulose in einer ammoniakalischen Kupferlösung beruht. Aber auch das Viseoseverfahren, nach welchem in Deutschland leider keine Kunstseide mehr fabriziert wird, liefert sehr gute Resultate. Ob die Acetatecellulose unseren Zwecken dienstbar gemacht werden kann, muß der Zukunft vorbehalten bleiben. Jedenfalls werden diesem neuen Körper so viele hervorragende Eigenschaften nachgerühmt, daß man ihn in jeder Beziehung der natürlichen Seide an die Seite stellt und ihm infolge seiner Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit eine Festigkeit nachsagt, die derjenigen des Fibroins des natürlichen Seidenfadens gleichkommen soll.

Die Festigkeit unserer bisherigen Kunstseidefäden nimmt in feuchtem Zustande ganz wesentlich ab und beträgt ein Viertel bis ein Fünftel von derjenigen der trockenen Fäden. Deshalb wäre es sehr erwünscht, ein im feuchten Zustande festeres Material für feine Kunstseidefäden zu finden. Vorläufig bestehen aber für die Verspinnung der Celluloseacetate noch große technische Schwierigkeiten, deren Beseitigung wohl lange Zeit in Anspruch nehmen dürfte.

So sehen wir, daß auch hier, wie auf anderen Gebieten, die enge Fassung, in der uns ein Problem zunächst entgegentritt, sich nach und nach erweitert, und daß kühne Schöpfungen schon das Verdienst in sich bergen, uns neben dem Erstrebten auch noch das Unverhoffte zu bescheren. Der Kunstseideglühkörper, zuerst als minderwertiger Konkurrent des Auer'schen Originalglühkörpers aus dem Bedürfnis geboren, einem Monopol zu steuern, hat mit der Zeit seine in ihm schlummierenden günstigen Eigenschaften offenbart und ist somit nicht nur ein ernster Konkurrent des alten Baumwollglühkörpers, sondern auch ein Rivale des bisher dominierenden Ramiegliedkörpers geworden.

Man darf aber nicht glauben, daß ein brauchbarer Kunstseideglühkörper erhalten wird, wenn man irgendein Kunstseidegewebe mit Leuchterden imprägniert, es hierauf fixiert und wäscht, dann verascht, formt, härtet und kollodiniert. Im allgemeinen sind dies teilweise sehr bekannte Methoden bei der Fabrikation des alten Glühkörpers, die aber in ganz anderer Form auf den Kunstseideglühkörper angewendet sein wollen. Während sich auf der

einen Seite die Fabrikationsmethoden vereinfachen, werden sie auf der anderen Seite durch die erforderlichen Abänderungen kompliziert und ev. in die Länge gezogen. Der für den Ramie- und Baumwollglühkörper unumgänglich nötige Waschprozeß fällt bei Verwendung von Kunstseide vollständig fort, da dieses Garninaterial schon bei seiner Fabrikation genügend entascht wurde und nur 0,01—0,02% Asche enthält. Dieser große Reinheitsgrad wird nur bei der besten und sorgfältigst geleiteten Ramie- und Baumwollwäsche erzielt. Berücksichtigt man aber die verschiedene Schwere der Flachware aus Baumwolle, Ramie und Kunstseide, so wird man sofort die Wichtigkeit des Gewichtsverhältnisses zum Reinheitsgrade der Fäden erkennen. Denn ein Normalstrumpf aus Baumwolle wiegt etwa 5 g, aus Ramie etwa 3 g und aus Kunstseide nur etwa 1,5 g. Mithin enthält der Rohstrumpf aus Kunstseide nur die Hälfte der nicht zu entfernenden Verunreinigungen eines Rohstrumpfes aus Ramie, was nach den bisherigen Erfahrungen der Glühkörperfabrikanten von Einfluß auf die Lichtkonstanz sein muß.

Die endlosen, gleichmäßig dicken, zylindrischen Fäden der Kunstseide besitzen auch eine größere Emissionsfähigkeit als ebenso dicke, kurze, aber spitz zulaufende Fasern. Das Ascheskelett des Kunstseideglühkörpers ist trotz des gegenteiligen Verhaltens des Hydroxyds oder des Superhydroxyds gegenüber dem salpetersauren Salz der Thorerde beim Glühen locker, und die Gesamtobерfläche der aus wasserhaltigen Oxyden entstandenen Oxyde ist sehr groß; dichtere Teilchen, die nur an der Oberfläche leuchten würden, sind auf das geringste Maß beschränkt. Hierdurch wird erreicht, daß alle Oxydteilchen bei der Lichtemission zur vollen Gel tung kommen.

Es ist ja ein allgemein gültiger Satz, daß jede Verdichtung der Oberfläche eines Körpers die Emissionsfähigkeit verringert, eine Verminderung der Dichte sie also erhöhen muß. Beispielsweise hat Platinchwamm ein siebenmal so großes Emissionsvermögen wie duktile Platinblech.

Ebenso wie bei den Garnen aus natürlichen Fasern spielt auch bei der Kunstseide die Dicke und die Torsionszahl per Meter eine große Rolle. Die richtige Dicke, der richtige Titer, wie man es nennt, also die richtige Oberfläche des Kunstseidefadens mußte für jede Glühkörpersorte erst durch die Praxis herausgefunden werden, und ein Garn, das man z. B. für stehende Glühkörper verwendet, kann man für hängende nicht immer benutzen. Das einfachste Gewebe hat sich bisher, wie bei dem gewöhnlichen, so auch bei dem Kunstseideglühkörper als das praktischste, ja man kann sogar behaupten, als das einzige brauchbare erwiesen.

Es ist bereits gesagt worden, daß der sehr zeitraubende und bei der Kalkulation des Glühkörpers nicht unberücksichtigt zu lassende Waschprozeß bei Verwendung von Kunstseide gänzlich fortfällt. Die Imprägnation läßt sich dadurch vereinfachen, daß man lange Stücke des Rohschlauches auf einmal imprägniert. Während natürliche Fasern fast momentan das Imprägnierfluid aufnehmen, muß bei Beobachtung der richtigen Temperatur die Kunstseide etwa eine halbe Stunde im Leuchtfluid, das im Gegensatz zum gebräuchlichen 33%igen Fluid un-

gefähr 50%ig ist, verweilen. Das überschüssige Fluid entfernt man gewöhnlich mittels einer Wringmaschine, bei Verarbeitung von Kunstseidegeweben aber mittels einer Zentrifuge aus Porzellan. Die Bedenken, daß hierbei die Verteilung des Fluids nicht so gleichmäßig ist wie bei Anwendung der Wringmaschine, hat die Praxis bisher nicht bestätigt. Würde man ein in großen Stücken imprägniertes Schlauchgewebe durch die Wringmaschine schicken und es dann zum Trocknen schleifenartig über Stangen hängen, so würden die beim Passieren der Gummiwalzen an beiden Längsseiten des Schlauches entstandenen Kniffe das Fluid an diesen Stellen nicht gleichmäßig aufnehmen können, und infolge dieser ungleichen Imprägnation würde der Strumpf beim späteren Abbrennen dünne, empfindliche Streifen aufweisen. Selbstverständlich wären diese die Veranlassung zu frühzeitigem Platzen des Glühkörpers. Man kann diesen Fehler leicht dadurch beseitigen, daß man beim Aufhängen des noch feuchten Schlauches eine Glaskugel durch denselben laufen läßt. Schneidet man den Schlauch in kurze Stücke und zieht diese feucht über Glasformen, so wird natürlich dieselbe Zweck erreicht.

Der wesentlichere Unterschied zwischen der Fabrikation von Kunstseideglühköpern und denjenigen von gewöhnlichen Glühköpern besteht, wie ich schon ausgeführt habe, in der Nachbehandlung der imprägnierten Gewebe mit Basen, Wasserstoffsperoxyd oder ähnlichen Mitteln. Die hierbei auftretenden Reaktionsprodukte müssen selbstverständlich gewissenhaft ausgewaschen werden.

Da diese Zwischenoperation lästig ist, so war man natürlich bemüht, schon durch einfache Imprägnation denselben Zweck zu erreichen. Es hat auch nicht an Vorschlägen gefehlt, die hauptsächlich in Patenten niedergelegt wurden. Aber keiner dieser Vorschläge fand bisher Berücksichtigung. So empfahl man z. B., die sehr schädliche überschüssige Salpetersäure des Handelsthoriums dadurch zu neutralisieren, daß man das Imprägnierfluid mit Ammoniak oder mit Thoriumhydroxyd versetze. Dann ging man — ich möchte sagen — viel zu weit, indem man so lange Thoriumhydroxyd zum Fluid hinzufügte, bis eine kolloidale Lösung entstand. Während man bei Anwendung des neutralisierten Fluids die Kunstseidegewebe normal mit Leuchtsalzen beladen kann, erhält man bei Verwendung von kolloidalen Lösungen nur ein hauchartiges Aschengefüge, woraus hervorgeht, daß solche Lösungen von der kolloidalen Kunstseide nicht aufgenommen werden. Als ich vor mehreren Jahren über organische Leuchtsalze arbeitete, studierte ich auch das Verhalten der kolloidalen Lösungen und nahm Gelegenheit, die Fachwelt darauf aufmerksam zu machen, daß der bekannte Satz: „Ein Kolloid treibt das andere aus“ auch durch diesen Fall bestätigt wird. Gleichzeitig fand ich damals, daß man nur unter ganz bestimmten Bedingungen eine Imprägnation erzielen könne, und es muß auffallen, daß man sich neuerdings die Imprägnation von Kunstseidegeweben mit kolloidalen Leuchtsalzen in Kombination mit einem Fällungsmittel schützen lassen will, ohne auch nur mit einem Worte die besonderen Bedingungen anzudeuten. Solche Patente sind natürlich wertlos, da sie nicht ausführbar sind.

Mich erinnert dieser Fall sehr an ein französisches Patent, nach welchem als Fällungsmittel Hypochlorite empfohlen werden, denn Alkalihypochlorite fällen die Leuchterden nur bei einem Überschuß von Alkali. Imprägniert man mit einem hochbasischen (65%igen) Thornitrat, so erhält man schon mit schwach alkalischen Hypochloritlösungen eine genügende Fällung.

Diejenigen, welche anorganische Basen durch organische ersetzen wollten, begegneten derselben Schwierigkeit wie der Erfinder der Wasserstoffsuperoxydfixage. Denn wie Wasserstoffsuperoxyd, so fällen auch die meisten organischen Basen nur die Thorerde, nicht aber die Cererde aus. Man mußte also auch hier nach Zusätzen, die das Cer mitfallen, suchen.

Die trockene imprägnierte und fixierte Ware schneidet man in die für die einzelnen Glühkörper bestimmten Stücke, wobei auch die Herkunft der Kunstseide zu berücksichtigen ist, denn während des Abbrennprozesses läuft bei der einen Kunstseide die Flachware mehr ein als bei der anderen. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Glühkörpern erhalten die Kunstseideglühkörper keinen Tüllrand zur Verstärkung des Kopfendes. Man legt vielmehr wie bei der billigen Ware aus natürlichen Fasern den Rand nach innen um und zieht, meistens ohne diesen zu nähen, den Asbestfaden durch. Die Cohnsche Asbestnähmaschine hat sich auch für diese Zwecke bewährt.

Das Fixierfluid zur Verstärkung des Kopfendes besteht im wesentlichen aus Aluminium- und Magnesiumsalzen, also aus Bestandteilen des gewöhnlichen Fixativs. Allerdings muß ich hinzufügen, daß es gerade beim Kunstseideglühkörper darauf ankommt, die richtigen Verhältnisse zu treffen und noch Zusätze von anderen Chemikalien zu machen. Denn, wie allgemein bekannt, zeigt der Kunstseideglühkörper an der sonst so empfindlichen Übergangsstelle vom fixierten zum unfixierten Teil nicht die gefürchtete Achillesferse des gewöhnlichen Glühkörpers.

Versachungs- und Abbrennprozeß fallen bei der Fabrikation des Kunstseideglühkörpers zusammen, und beide werden in einem Gange ausgeführt. Dementsprechend bewegt man den Körper bei vollem Gasdruck des Brenners langsam nach oben. Während man früher diese Manipulation von Hand ausführte, ist man heute ebenso wie beim gewöhnlichen Glühkörper zum maschinellen Abbrennen übergegangen. Auch die Invertglühkörper aus Kunstseide, welche schon jetzt die Position des Ramieglühkörpers für Waggonbeleuchtung sehr erschweren, werden auf diese Weise abgebrannt. In jüngster Zeit hat man in einer Patentanmeldung empfohlen, die stehenden Glühkörper umgekehrt, also mit dem Kopf nach unten, wie die Invertglühkörper abzubrennen. Der mit salpetersaurem Thornitrat einfach imprägnierte, nicht fixierte Kunstseidestrumpf soll bei diesem Verfahren ein brauchbares, zusammenhängendes und mit allen Eigenschaften des Kunstseideglühkörpers ausgestattetes Ascheskelett ergeben. Begreiflicherweise bezweifelt man in Fachkreisen die Richtigkeit dieser allen bisherigen Erfahrungen des Kunstseideglühkörperfabrikanten ins Gesicht schlagenden Behauptung. Dem gegenüber ist zu berücksichtigen, daß der

Anmelder ein ernst zu nehmender, in der Praxis stehender Gasfachmann ist. Ich werde bald Gelegenheit haben, sein Verfahren kennen zu lernen, und dann hierüber anderen Ortes berichten.

Das Kollodinieren, eine anscheinend einfache Sache, bot dem Kunstseideglühkörperfabrikanten so große Schwierigkeiten, daß man gerade für deren Überwindung der deutischen Gründlichkeit die höchste Achtung zollen muß. Der Franzose, der sich viel früher als der Deutsche mit dem Problem eines Kunstseideglühkörpers beschäftigte, konnte dieses nur unvollständig lösen. Denn es gelang ihm nicht, einen Kunstseideglühkörper so zu kollodinieren, daß er einen auch nur kurzen Transport vertragen hätte. Deshalb mußte der Franzose seinen Kunstseideglühkörper, wie bereits hervorgehoben, unkollodiniert auf einem Brenner mit Glazylinder in den Handel bringen. Es bedarf wohl keiner Erwähnung, daß ein solches Auskunftsmitteil bei dem kolossalen Konsum des Glühkörpers versagen und eine verhältnismäßig kleine Produktion zeitigen mußte. Für den deutschen Markt kam dieser Modus gar nicht in Betracht, weshalb es galt, mit eisernem Fleiß auch dieses, wohl das größte aller Hindernisse, zu überwinden.

Nun haben viele Tausende von kollodinierten Kunstseideglühkörpern weite Transporte überstanden und sich hierbei sehr bewährt, so daß man heute das ganze Problem des Kunstseideglühkörpers als glänzend gelöst betrachten darf. Daß nach dem Abflammnen eines kollodinierten Glühkörpers das Ascheskelett nicht sofort diejenige Festigkeit besitzt, die es schon nach einer Brenndauer von etwa zehn Minuten erreicht, braucht wohl nicht bemerkt zu werden, da sich der gleiche Vorgang der molekularen Lockerung des Aschegefüges infolge des Abflammens auch beim gewöhnlichen Glühkörper zeigt.

Das Beschneiden der Glühkörper erfolgt wie sonst; nur vereinzelt wird diese Manipulation vor dem Kollodinieren, allerdings nach einer anderen Methode, ausgeführt.

Meine Darstellungen dürften zur Genüge beweisen, daß dem Kunstseideglühkörper die Bedeutung zukommt, welche man ihm schon früher prophezeit hat, und daß wir uns heute tatsächlich am Vorabend einer neuen Entwicklungsperiode der Gasglühlichtindustrie befinden. Schon ein Blick auf das mikroskopische Bild eines Kunstseide- und eines Ramieglühkörpers muß auch dem Laien deutlich veranschaulichen, daß die als solide Drähte auftretenden Oxydfasern des Kunstseideglühkörpers eine größere Festigkeit bewirken als die weniger zusammenhängenden Fäden des Ramieglühkörpers. Selbst nach tausendstündiger Brenndauer wird dieses Bild nicht verändert, und nach wie vor gleichen die soliden Oxyddrähte des Kunstseideglühkörpers festen Pfeilern. Wir haben vorhin auf diese Weise einen Einblick in das Gefüge des Baumwoll- und Ramieglühkörpers erhalten und können nun um so besser die strukturellen Verhältnisse der drei Glühkörper würdigen, die gleichzeitig drei verschiedene Perioden der Gasglühlichtindustrie repräsentieren.

[A. 220.]