

Viskose und andere Kunstseiden, ihre Herstellung und wirtschaftliche Bedeutung

Autor(en): **Rehsteiner, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **61 (1925)**

Heft 1

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-834893>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Viskose und andere Kunstseiden, ihre Herstellung und wirtschaftliche Bedeutung.

Von **H. Rehsteiner.**

Nach einem am 7. Januar 1925 in der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft gehaltenen Vortrag unter Berücksichtigung der seitherigen Entwicklung.

25 Jahre sind verflossen, seit in unserer Gesellschaft Herr *Professor Steiger* in einem Vortrage über die Zellulosefabrikation und ihre technisch wichtigen Umwandlungsprodukte zum erstenmal die Aufmerksamkeit auf die Erzeugung künstlicher Seide lenkte. Damals standen Herstellung und Verwendungsart der Kunstseide noch im Anfangsstadium. Es wird deshalb nicht unangebracht sein, die seitherige Entwicklung dieser Industrie in kurzen Zügen zu verfolgen, dies um so mehr, als das Interesse für dieselbe durch die Verpflanzung auf unser Kantonsgebiet einen neuen Impuls erhalten hat.

Bevor wir einen Blick auf die geschichtliche Entwicklung der Kunstseide werfen, müssen wir uns an die Rolle erinnern, welche die echte Seide, dieser heute noch edelste und wertvollste Gespinnstoff, von alters her gespielt hat. In China, dem Mutterlande der Seidenraupe, soll deren Zucht schon um das Jahr 2650 v. Chr. durch Mitglieder der kaiserlichen Familie gepflegt worden sein. Ähnlich wie heute noch aus dem ungesponnenen Faden, d. h. der im Körper der ausgewachsenen Seidenraupe vorgebildeten zähen Masse, aus welcher das Tier den Seidenfaden für den Cocon spinnt, Angelschnüre von ausserordentlicher Zähigkeit hergestellt werden, sollen damals in China Musiksaiten daraus verfertigt worden sein. Eine Kaiserin soll auf den Gedanken gekommen sein, die gesponnenen Seidencocons abzuwickeln und aus dem gewonnenen Faden Gewebe herzustellen.

Das alte Aegypten kannte nur Flachs und Baumwolle. Letztere fand im 5. Jahrhundert v. Chr. von Indien aus über Kleinasien und Babylonien bei den Griechen und Römern Eingang.

Die Seidengewinnung und -verarbeitung war in Ost- und Zentral-Asien seit Jahrhunderten schon zu hoher Blüte gelangt, als endlich ums Jahr 250 v. Chr. aus Indoskythien und Baktrien, durch die

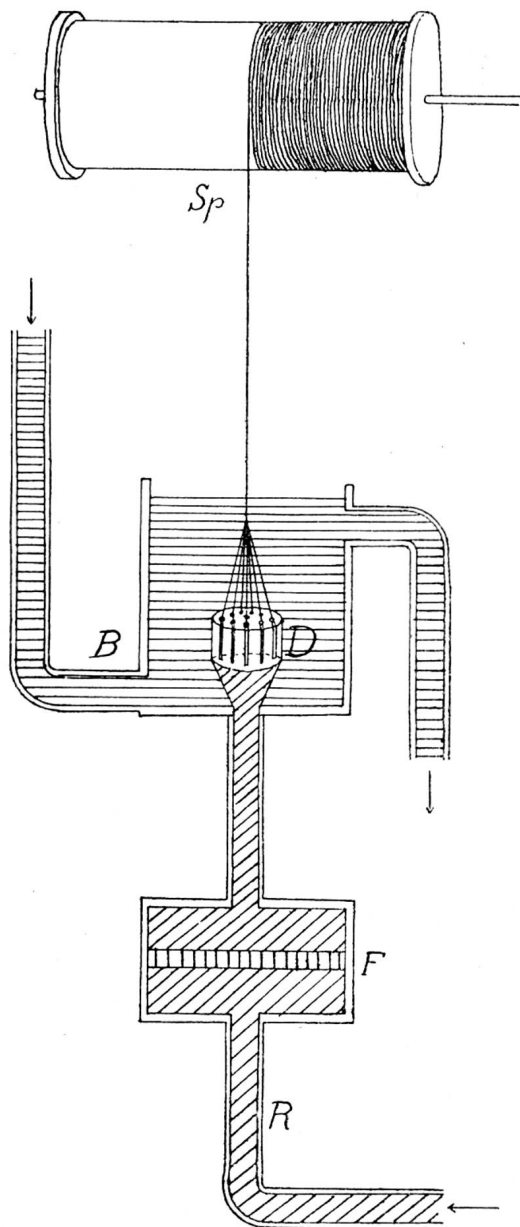
handeltreibenden Skythen und Parther Seidenstoffe auf dem Landwege auch nach Kleinasien und Europa gelangten. Lange blieb die Seide ein fast unerschwingliches Produkt. Noch zur Zeit des Augustus wurde in Rom 1 kg purpurgefärbte Seide mit demselben Gewicht in Gold aufgewogen. Zur Zeit der römischen Kaiser waren seidene und halbseidene Gewänder das fast ausschliessliche Bekleidungsstück vornehmer Frauen. Der Gebrauch der Seide verallgemeinerte sich aber fortwährend, so dass es im 4. Jahrhundert in Rom keine Volksklasse mehr gab, die nicht seidene Gewänder getragen hätte. Um 552 führte Kaiser Justinian auch die Seidenzucht selbst in Europa ein und gab der darniederliegenden Textilindustrie einen neuen Aufschwung. Vom 7.—11. Jahrhundert ist Byzanz die Zentrale des europäischen Seidenbaues. Die vordringenden Araber begünstigten die Verbreitung der Seide in den Mittelmeerländern, vornehmlich in Nordafrika und Spanien. Vom 12. Jahrhundert an war Venedig die führende Handelsstadt für das Textilgewerbe des ganzen kultivierten Europas. In Deutschland, wo die Seide seit dem 5. Jahrhundert bekannt war, wurde 1742 in Crefeld die erste Seidenfärberei gegründet.

Betrachten wir nun die Entwicklung der Kunstseide. Versuche zur künstlichen Herstellung des kostbarsten Gespinnstoffes, der Seide, datieren schon aus dem 18. Jahrhundert, aber Chemie und Technik waren damals noch nicht reif zur Verwirklichung dieses 1734 von *Réaumur* angeregten Problems. *Réaumur* schreibt in seinen "Mémoires pour servir à l'histoire des insectes": „Könnten wir nicht, angesichts des Umstandes, dass die Seide eine erhärtete Gummiflüssigkeit ist, mit unserem Gummi oder dessen Zubereitungen eine ebensolche Seide erzeugen? Es wird zwar schwer fallen, Fäden von so ausserordentlicher Dünne und Feinheit herzustellen, indessen ist dies nichts Unmögliches, wenn man bedenkt, wie weit die menschliche Kunst gehen kann.“ Erst 120 Jahre später, 1855, gelang es einem Schweizer *Audemars* aus Lausanne, aus dem nitrierten, d. h. mit Salpetersäure behandelten Bast von Maulbeerzweigen durch Auflösen in Aether und Alkohol sich ein Collodium herzustellen, aus welchem er mittelst einer Stahlspitze Fäden zog, die an der Luft erstarrten und auf eine Spule aufgewickelt werden konnten. Obwohl im Prinzip richtig, erlangte dieses Verfahren keine praktische Bedeutung, weil der maschinelle Teil völlig fehlte. Der Schritt vom Laboratoriumsversuch zur technischen Fabrikationsweise im grossen glückte noch nicht. 1882 stellten englische Technologen Nitrozellulose fabrikmässig her als Zwischen-

produkt bei der Erzeugung von Kohlefäden für elektrische Glühlampen. Aber auch diese Versuche blieben für die Herstellung von künstlicher Seide unfruchtbar. Eine wirkliche Lösung des Problems brachten erst die Arbeiten des Grafen *Hilaire de Chardonnet* in den Jahren 1884 u. f. Chardonnet gebührt das Verdienst, der erste gewesen zu sein, der technisch verwendbare Kunstseide herstellte, der Zellulose als Grundstoff der Kunstseide erkannte und zu seinen Versuchen gekrempelte Baumwolle verwendete.

Nicht zu verwechseln ist die Kunstseide mit der mercerisierten Baumwolle. Unter Mercerisation versteht man einen Baumwollveredlungsprozess, der im Behandeln des Gewebes mit konzentrierter Natronlauge besteht und vor allem den Zweck verfolgt, der Baumwolle erhöhten Glanz zu verleihen (eine *Verseidung* der Baumwolle). Sekundär wird durch Mercerisation eine erhöhte Zerreißfestigkeit erreicht, sowie ein vermehrtes Aufnahmevermögen für substantielle Farbstoffe.

Die ersten Verfahren zur Herstellung von Kunstseide gingen alle von der Baumwolle als Rohmaterial aus. Aber obschon hiezu Baumwollabfälle, sog. *Linters*, dienten, hat doch die Kunstseideindustrie ihren heutigen Aufschwung dem Umstande zu verdanken, dass nicht bereits vorgebildete lange pflanzliche Fasern, sondern die billigste Zellulose, der *Holzzellstoff*, als Ausgangsmaterial der künstlichen Gespinnstfaser dient. Dieses Problem wurde gelöst durch das Viskoseverfahren. Das Prinzip aller Methoden zur Herstellung von Kunstseide beruht auf dem Ueberführen des Rohmaterials, d. h. von Zellulose in Form von Baumwolle oder Holzzellstoff, in eine zähflüssige Masse von ähnlicher Beschaffenheit, wie sie aus dem Spinnapparat der Seidenraupe austritt. Diese zähflüssige Masse wird durch Hindurchpressen durch äusserst feine Oeffnungen von Bruchteilen von Millimetern Durchmesser in Fadenform gebracht. Aber während die Spinnmasse der Seidenraupe an der Luft sofort erhärtet zu einem zugfesten Faden, wird bei der Kunstseide die Fadenbildung in der Regel durch eine chemische Umsetzung bewirkt. Die austretende zähflüssige Masse wird in dem aus Wasser oder aus verdünnten Säuren oder Salzlösungen bestehenden „Fällbad“ oder „Spinnbad“ koaguliert, d. h. aus dem zähflüssigen in den festen Zustand übergeführt, durch Aufwickeln auf eine rotierende Spule gestreckt und aufgerollt. Der



Schematische Darstellung eines Spinnapparates.

- R = Zuführungrohr für die Spinnlösung (zähflüssige Masse aus verarbeiteter Zellulose, Baumwolle oder Holzzellstoff), *schräg schraffiert*.
- F = Filtriervorrichtung.
- D = Spinndüsen, aus Edelmetall mit einer Anzahl feiner Oeffnungen vom Durchmesser von Bruchteilen von Millimetern.
- B = Fällbad oder Spinnbad, enthält je nach Verfahren Wasser oder verdünnte Säuren oder Alkalien oder Salzlösungen, *wagrecht schraffiert*.
- Sp = Spule zum Aufwickeln und Strecken des koagulierten Fadens.

rohe Kunstseidefaden muss zur Befreiung von anhaftenden Verunreinigungen einer umständlichen Nachbehandlung unterzogen werden. Hunderte von Einzelheiten, von denen keine einzige ohne empfindliche Störung des ganzen Prozesses ausser acht gelassen werden darf, greifen in diesem komplizierten Verfahren wie das Räderwerk einer Uhr ineinander. Zahllos sind die patentierten Verfahren, welche auf Verbesserungen der einzelnen Fabrikationsmethoden abzielen, und eifersüchtig hüten die Fabriken ihre speziellen Fabrikationsgeheimnisse.

Gehen wir im folgenden auf die einzelnen Herstellungsweisen der Kunstseidenerzeugung etwas näher ein. Ihre prinzipielle Verschiedenheit beruht im wesentlichen auf der Herstellung der Spinnlösung.

Technische Anwendung im Grossen finden heute 4 Grundverfahren.

1. Das schon erwähnte Nitrozelluloseverfahren nach *Chardonnet*, welches die Zellulose in Form von Salpetersäureestern in organischen Lösungen verwendet.

2. Das Kupferoxydammoniakverfahren nach *Pauly*, nach dem reine, beziehungsweise vorbehandelte Zellulose in Kupferoxydammoniak (Schweizers Reagens) gelöst wird.

3. Das Viskoseverfahren nach *Cross & Bevan*, bei welchem der Xanthogensäureester der Zellulose zur Anwendung kommt.

4. Das Acetatverfahren, welches auf der Einwirkung wasserfreier Essigsäure und Eisessigsäure auf Baumwolle mit Hilfe von katalytisch wirkenden Agentien beruht.

1. Nitrozelluloseseide.

Wir haben dieses bahnbrechenden Verfahrens nach *Chardonnet* bereits gedacht. Es erzeugt eine in ihren äussern Eigenschaften der echten Seide sehr ähnliche Kunstseide, die Nitratside.

Die Herstellung geht folgendermassen vor sich:

1. Abfallbaumwolle wird sorgfältig gereinigt durch Kochen mit Soda und hernach leicht gebleicht. Die Nitrierung, d. h. die Ueberführung in salpetersaure Zellulose, geschieht in Steinzeugtöpfen durch Einwirkung eines Gemisches von Salpetersäure und Schwefelsäure. Die Vollendung des Nitrierungsprozesses, technisch „Reife“ genannt, wird durch Stichproben mittelst des Polarisationsmikroskopes festgestellt. Nach dem Abpressen der Flüssigkeit und sorgfältigem Auswaschen trocknet man die nitrierte Baumwolle in besondern Trocken-

häusern durch Einblasen von warmer Luft, eine Manipulation, die der Explosionsgefahr wegen mit äusserster Vorsicht ausgeführt werden muss.

2. Die Herstellung der Spinnlösung erfolgt durch Auflösen der trockenen Nitrozellulose, auch Collodiumwolle genannt, in einem Gemisch von Aether-Alkohol. Nach sorgfältigem Filtrieren wird die Lösung durch mehrtägiges Stehenlassen entlüftet, da jedes Luftbläschen beim Spinnen Fadenbruch erzeugen kann.

3. Das „Verspinnen“ der Lösung, d. h. die Ueberführung derselben in Fadenform, kann nach 2 Verfahren geschehen. Das von *Chardonnet* ausgebildete Trockenspinnverfahren arbeitet mit hochkonzentrierten bis 25%igen äusserst zähflüssigen Spinnlösungen, welche durch sehr feine Oeffnungen von acht Hundertstel (0,08) bis $\frac{1}{10}$ Millimeter Durchmesser in einen langsam strömenden warmen Luftstrom gepresst werden, wobei das Lösungsmittel, ein Gemisch von Aether und Alkohol, verdunstet. Hiezu, zum Durchpressen der Spinnlösung, wie vorher zum Filtrieren, bedarf es sehr hoher Drucke von 40—60 Atmosphären. Durch Umspulen entfernt man die letzten Reste von Aether-Alkohol, und durch Drehen (Zwirnen) der Fäden entsteht ein geschlossener technisch brauchbarer Faden.

Eine andere Modifikation zur Gewinnung der Kunstseide aus Nitrozellulose, das Nassspinnverfahren, wurde von dem Schweizer *Lehner* in Zürich ausgearbeitet und gelangte in den ersten schweizerischen Kunstseidefabriken in Glattbrugg und Spreitenbach zur technischen Verwertung. Eine in der oben erwähnten Weise durch Auflösen von Collodiumwolle in Aether und Alkohol gewonnene aber dünnflüssigere, nur ca. 15%ige Spinnlösung wird durch gröbere Düsenöffnungen in Wasser gepresst, was den Vorteil erheblich geringerer Druckanwendung hat. Der koagulierte Faden wird unter Wasser durch Zug auf die endgültige Feinheit gestreckt.

Bei beiden Verfahren wickelt man schliesslich die Fäden auf Haspelmaschinen zu Strängen von der im Handel üblichen Länge von 500 oder 900 m um. In dieser Form brachte *Chardonnet* die erste Kunstseide, seine „Artiseta“ heraus. Wegen ihrer Feuergefährlichkeit konnte sie keinen Anklang finden.

4. Deshalb musste eine weitere Umarbeitung angeschlossen werden, die Denitrirung, welche der Nitroseide die Feuergefährlichkeit nimmt. Natriumsulphydrat, eine Verbindung von Schwefelwasserstoff mit Natrium, entzieht der Nitrozellulose den gesamten Stickstoffgehalt, ohne dass das Fasergebilde verändert wird. Die Nitrate gehen

in Hydrate über, und die Entzünd- und Brennbarkeit wird auf diejenige der gewöhnlichen Baumwolle herabgedrückt. Allerdings leidet dabei die Festigkeit des Fadens, besonders in nassem Zustande. Der grösste Nachteil besteht aber in der Gewichtsverringerung durch die Denitrirung um volle 40 0/0.

2. Kupferoxydammoniakseide.

1857 hat *Schweizer* die Löslichkeit von Zellulose in Kupferoxydammoniak, dem nach ihm benannten „Schweizer'schen Reagens“, festgestellt. Der erste Gedanke, diese Eigenschaft der Zellulose zu ihrer Ueberführung in Gespinnstfasern zu benützen, wurde 1890 von dem Franzosen *Depaissier* in einem Patente niedergelegt, das aber nicht verwendbar war. Erst 1897 gelang es *Pauly*, eine technisch brauchbare Methode auszuarbeiten, die später verbessert wurde und mit der 1899 erfolgten Gründung der Glanzstoff-Fabriken A.-G. in Elberfeld zu grosser wirtschaftlicher Bedeutung gelangte.

Baumwolle von hoher Reinheit, meist schwach vormercerisiert, wird in Kupferoxydammoniak gelöst und die luftempfindlichen, kühl gehaltenen Lösungen von bestimmter Viskosität durch Spindüsen hindurchgepresst. Die Koagulation wird nicht durch Verdunsten der Lösungen an der Luft, sondern durch Alkalibäder bewirkt. Mittelst nachträglicher Säurebäder wird der Faden noch entkupfert.

Die Hauptschwierigkeit der Fabrikation dieser auch als Kupferseide, Glanzstoff, Paulyseide, Zelluloseseide benannten Kunstseide bestand in der Bereitung genügend konzentrierter Zelluloselösungen. Für das Verspinnen der Kupferseide sind etwa 6—8 0/0 ige Zelluloselösungen erforderlich. Diese erreicht man durch Auflösen von Kupferdrehspänen in Ammoniak bei sehr niedriger Temperatur, 0—0,4° C, unter Einblasen von tief gekühlter Pressluft.

Auch die Auflösung der Zellulose in der Kupferoxydammoniaklösung muss unter starker Abkühlung ausgeführt werden. Weil die ammoniakalische Kupferlösung pflanzliche Filterstoffe angreift, muss die Filtration der Spinnlösung durch Metallgewebe und Asbestfilz bei 4 Atmosphären Druck vorgenommen werden. Nach längerem Stehenlassen bei tiefer Temperatur wird die Lösung, die Honigkonsistenz haben muss, entlüftet und erhält so die „Spinnreife“. Zur Fadenbildung können Spindüsen von grösserer Lichtweite, 0,16—0,2 mm, verwendet werden und demgemäss darf auch der Druck viel geringer sein als bei der Nitratseide; er beträgt etwa 1¹/₂—2¹/₂ Atmosphären.

Aus den Spindüsen treten die Fäden in eine 30%ige warme Natronlauge mit verschiedenen Zusätzen. Der stark kupferhaltige Faden wird durch Säurebäder entkupfert, sorgfältig ausgewaschen und vorsichtig bei 40° C getrocknet. Höhere Temperatur ist dem Glanz schädlich. Die mechanische Weiterverarbeitung erfolgt wie bei den Nitratsiden.

Dieser Kunstseide war jedoch kein dauernder Erfolg beschieden. Mit dem fortschreitenden Ausbau der Viskosefabrikation gingen die meisten Fabriken der Kupferseidenbranche, auch die Elberfelder Glanzstoff-Fabriken, zur Viskose über. Eine einzige Firma, *J. P. Bemberg A.-G.* in Barmen, arbeitete unablässig an der Verbesserung der Kupferseide an Hand einer neuen Methode, des Streckspinnverfahrens. Mit besonderer Sorgfalt aus Baumwoll-Linters bereitete reinste Zellulose ohne jegliche Spur von Oxyzellulose wird in Schweizers Reagens gelöst, sorgfältig filtriert und auf Spinnapparate verteilt, bei denen die Spinnlösung oben durch eine gelochte Brause in den Apparat eintritt. Der plastische Faden wird sofort von dem Strom der Fällflüssigkeit erfasst und dort während des langsamen Erstarrens um ein Vielfaches gestreckt. Das Verfahren erheischt peinlichste Sorgfalt und grosse Erfahrung, liefert aber eine Kunstseide von ganz besonderen Qualitäten.

3. Viskoseseide.

Die Viskoseseide wird aus der Viskose, einem in Wasser löslichen Ester der Zellulose, dem Zellulosexanthogenat, durch Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf Natronzellulose hergestellt. Das Produkt ist nach 15 jährigen Fabrikationsschwierigkeiten zu hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung gelangt. Durch Formaldehyd und Aceton wasserunempfindlicher gemachte Viskoseseide, die sog. „Sthenoseseide“, ist bisher noch nicht in grösseren Mengen auf den Markt gekommen. Ausser für Spinnlösung wird Viskose auch für Appreturzwecke benutzt, ihre relativ geringe Haltbarkeit legt in dieser Beziehung jedoch eine weitgehende Beschränkung auf.

Als die Erfinder der Viskosedarstellung bzw. des Viskoids gelten *Cross, Bevan* und *Beadle*. Die Benutzung dieses Verfahrens für künstliche Seide ist dann im wesentlichen durch die Arbeiten von *Stearn* 1893 gefördert worden. Wir haben bereits erwähnt, dass ein grosser Vorteil der Viskoseseide darin besteht, dass zu ihrer Herstellung nicht nur Baumwolle und deren Abfälle, sondern auch Holz Zellstoff

(gute Sorten gebleichten Sulfitzellstoffes) verwendbar ist, der erheblich billiger ist als Baumwolle.

Der Gang der Fabrikation ist in Kürze folgender:

1. Herstellung der Natronzellulose.

Die in geeigneter Weise vorbereiteten Zellstofftafeln werden durch Eintauchen in 19%ige Natronlauge von 15° C mit dieser völlig durchtränkt und durchweicht, die überschüssige Natronlauge abgepresst und der Zellstoff in einem Zerfaserer zu einem Brei durchgearbeitet. Dann wird die Masse bis auf das Dreifache des ursprünglichen Zellstoffgewichtes abgeschleudert, weiter zerkleinert und während einiger Tage unter Luftabschluss aufbewahrt.

2. Die Ueberführung in das Xanthogenat vollzieht sich durch allmähliches Zufließenlassen von Schwefelkohlenstoff zur Natronzellulose in luftdicht schliessenden Apparaten unter beständiger guter Durchmischung. Nach etwa 3¹/₂ Stunden ist der Prozess beendet und die zuvor faserige Zellulose in eine wasserlösliche, strukturlose, dunkel-orangegelbe Masse übergegangen. Gegen Ende der Operation wird 15%ige Natronlauge unter die Masse gemischt, die hernach in den Reifekessel übergeführt und mit Wasser bis zum gewünschten Verdünnungsgrad versetzt wird. Die fertige Spinnlösung soll etwa 7% Zellulose und 8% Aetznatron enthalten. Besondere Vorsichtsmassregeln erheischt das Arbeiten mit Schwefelkohlenstoff, einer Flüssigkeit, deren Dämpfe sich ausserordentlich leicht entzünden und mit dem Sauerstoff der Luft explosive Gasgemische bilden. Schwefelkohlenstoff verdunstet schon bei -20° C, also bei jeder Temperatur. Gemische von Luft und Schwefelkohlenstoff sind von 6% Gehalt an letzterem an explosiv. Eine russische Viskosefabrik wurde seinerzeit dadurch zerstört, dass die schweren aus einem Sulfurierungsgefäss ausströmenden Schwefelkohlenstoffdämpfe sich an einer erhitzten Zimmerheizungsleitung entzündeten und durch Auslösung einer Gasexplosion die Fabrik in Trümmer legten. Man vermeidet deshalb im Sulfurierraum, wo die Behandlung der Alkalizellulose mit Schwefelkohlenstoff erfolgt, jegliche direkte Heizung. Auch die elektrische Beleuchtung wird zweckmässig mit doppeltem Glasverschluss umgeben. Der Schwefelkohlenstoff lagert in unterirdischen feuersicheren Tanks in Eisenfässern unter Wasser oder unter einem indifferenten Gase. Er wird automatisch durch Kohlensäure oder ein anderes indifferentes Gas in die im Sulfurierraum befindlichen Messgefässe hinaufgedrückt und fliesst von dort in geschlossenen Rohrleitungen in die

Sulfuriergefässe. Auf diese Weise kann jeglicher Zutritt von Luft-sauerstoff vermieden werden. Nach vollendeter Einwirkung entfernt man mittelst einer Saugpumpe den überschüssigen Schwefelkohlenstoff, bevor das Xanthogenat weiter verarbeitet wird. Der nach sorgfältigem Filtrieren beginnende Reifeprozess wird durch gelindes Erwärmen beschleunigt. Dieser Reifeprozess verfolgt den Zweck, die alkalische Lösung des Natriumzellulosexanthogenats weiter zu verflüssigen. Die Verflüssigung geht *allmählich* vor sich, man erhält schliesslich an Stelle einer gelatinösen wenig flüssigen Masse eine fadenförmig fließende viskose Lösung, die durch sehr dünne Oeffnungen in ununterbrochenem Strahl auslaufen kann. Interessant ist die chemische Deutung dieses sog. „Reifeprozesses“ der Viskose. Unter Abspaltung (S C — S Na) der Atome des Schwefelkohlenstoffs und des Natriums findet eine Polymerisation, ein Zusammen-treten der Zellulosemoleküle, statt, zugleich eine Anreicherung der Kohlenstoffatome im Molekül. Die zuerst entstandene Verbindung:

Na S — C S — O (C₆ H₉ O₄) mit 6 C-Atomen geht über in

Na S — C S — O (C₆ H₉ O₄)₂ mit 12 C-Atomen, weiter in

Na S — C S — O (C₆ H₉ O₄)₃ mit 18 C-Atomen. dann in

Na S — C S — O (C₆ H₉ O₄)₄ mit 24 C-Atomen und so fort.

Die Verbindung mit 24 Kohlenstoff-Atomen ist das günstigste Stadium zur Verspinnung der Viskoselösung, weil diese in Wasser unlösliche und nur noch in überschüssigem Alkali lösliche C₂₄ Verbindung schon bei der Neutralisation mit schwachen Säuren ausgefällt wird und grosse Tendenz hat, sich unter Abscheidung von Zellulosehydrat zu zersetzen.

In der Praxis prüft man die richtige Konsistenz der Lösung mit dem Viskosimeter, ob ein konstantes und regelmässiges Ausfliessen stattfindet, ferner durch einen Gerinnungsversuch, indem man etwas Viskose in dünnem Strahl in 40%ige Essigsäure fliessen lässt. Erhält man einen zähen und zusammenhängenden Faden, so ist die Viskose zum Verspinnen geeignet. Vorher müssen noch die letzten Reste von Luft- und Schwefelkohlenstoffbläschen durch Entlüftung im Vacuum (d. h. im luftverdünnten Raum) entfernt werden, um ein Abreissen des Fadens beim Spinnen zu verhüten. Durch komprimierte Luft wird dann die reife Viskoselösung den Spinnmaschinen zugeführt.

Als Fällmittel (Spinnbäder) kommen Ammoniaksalze oder Säuren und Salzlösungen in Betracht, der Billigkeit wegen vor allem verdünnte Schwefelsäure mit verdünnten Zusätzen von Natriumbisulfat

oder Glukose und andere. In einer Fachzeitschrift finden sich nicht weniger als 30 patentierte Verfahren für diesen Prozess zusammengestellt. Das Verspinnen geschieht bei einem Druck von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Atmosphären aus brauseartigen Spinnköpfen¹⁾ (Spinndüsen) mit je 15 bis 25 Löchern von nur $\frac{1}{10}$ mm Oeffnung, so dass jede Düse einen zusammengesetzten Faden von je 15 bis 25 Einzelfäden liefert, die schon im Fällbade zusammenlaufen und dann über Führungsgabeln zur ziehenden Spule gelangen. Mit dem Aufwickeln auf die Spule ist ein Strecken des Fadens verbunden, welches mit einer mittleren Geschwindigkeit von 40 m in der Minute erfolgt. Der gefällte Seidenfaden besteht zunächst noch aus unzersetztem Xanthogenat. Durch Rotieren der Spulen in einem Schwefelsäurebad findet die Zersetzung in Zellulose-Hydrat statt (siehe Fig. S. 42).

Eine komplizierte chemische Nachbehandlung zur Entfernung aller anhaftenden Verunreinigungen verleiht erst der Seide, welche vorher noch ein strohiges Anfühlen und stumpfes Aussehen hatte, den hohen Glanz und die Geschmeidigkeit. Bleichen und sorgfältiges Trocknen bei nur 30—40° C führen endlich zum fertigen Viskosefaden.

4. Acetatseide.

In jüngster Zeit trat auch die Acetatseide in Konkurrenz mit den eben besprochenen 3 Kunstseiden. Wir haben bereits gehört, dass sie durch Einwirkung von wasserfreier Essigsäure und Eisessigsäure auf Baumwolle bei Gegenwart von katalytischen oder Kontakt-Substanzen, d. h. solchen chemischen Agentien, die als Reaktions-Ueberträger dienen, ohne selbst in Mitleidenschaft gezogen zu werden, entsteht. Diese Katalysatoren kann man in 3 Gruppen scheiden: einmal freie Mineralsäuren, dann verdünnte Säuren und saure Salze und endlich neutrale leicht dissoziierbare Salze. Die essigsäure Zellulose kann aber nicht direkt versponnen werden. Erst durch Auflösen in höchst konzentrierter Ameisensäure wird eine spinnbare Lösung erhalten, welche in bekannter Weise vermittelt Düsen in durch Eis gekühltes Wasser gespritzt wird. Der Faden wird nach dem Verlassen des Bades von einer Spule aufgenommen und in analoger Weise wie bei den andern Kunstseiden weiter verarbeitet. Neben diesem von den Fürst Guido Donnersmarekschen Kunstseiden- und Acetatwerken in Sydowsaue bei Stettin vorgeschlagenen Verfahren existieren

¹⁾ Früher aus Platin oder Platin-Iridium, heute billiger aus Goldplatin und andern Legierungen mit edeln Metallen, z. B. Goldpalladium, hergestellt.

noch eine grosse Anzahl von Patenten der namhaftesten Farbenfabriken Deutschlands: *Bayer* in Elberfeld, *Knoll* in Ludwigshafen a. Rhein u. a. Die Produktion der Acetatseide ist noch im Anfangsstadium, denn diese Kunstseide konnte erst im Jahre 1925 in grösseren Quantitäten im Handel erhalten werden. Essigsäure Zellulose wird gegenwärtig vornehmlich für die Filmfabrikation und zur Imprägnation wasserdichter Stoffe verwendet. (Zellonlacke.)

Wir haben gesehen, dass die geschilderten Verfahren alle auf der Zellulose als Grundlage beruhen. Die echte Seide hat eine von der Zellulose ($C_6 H_{10} O_5$) völlig verschiedene *chemische Zusammensetzung*. Sie enthält in ihrem Molekül ganz andere Verhältniszahlen von Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), ausserdem noch Stickstoff (N), welcher der Zellulose fehlt.

Der rohe *Coconseidenfaden* besteht aus der eigentlichen Seiden-substanz, dem Fibroin ($C_{15} H_{23} N_5 O_6$) und einer durch Oxydation und Hydratation daraus hervorgegangenen Hülle, dem Sericin = Seidenbast = Seidenleim ($C_{15} H_{25} N_5 O_8$).

Zahlreich waren die Versuche, die Mängel der Kunstseide zu vermeiden durch Verarbeitung von Ausgangsmaterialien, welche der echten Seide in ihrer chemischen Natur ähnlicher sind, z. B. Gelatine, Kasein. Sie führten alle bis anhin zu keinen technisch verwendbaren Resultaten. Wohl aber konnten in jüngster Zeit durch Vervollkommnung der Arbeitsmethoden manche unangenehmen Eigenschaften der Kunstseiden behoben werden.

Wir wollen hier die Betrachtung der Fabrikationsweisen abbrechen und zu den

Vorteilen und Nachteilen der verschiedenen Kunstseidearten übergehen, welche ihre technische Verwendbarkeit beeinflussen. Im Konkurrenzkampfe spielt der Herstellungspreis eine ausschlaggebende Rolle und dieser hängt ab einerseits vom Preise der Rohmaterialien, andererseits von der Möglichkeit der Wiedergewinnung eines Teiles der zur Fabrikation nötigen Chemikalien. Die Produktion der nach dem Chardonnetverfahren hergestellten *Nitratseide* ist sehr zurückgegangen und kann nur in Ländern mit billigen Alkoholpreisen noch bestehen, denn vom Alkohol und Aether zusammen können nur ca. 70% wieder gewonnen werden, während die teure Salpetersäure gänzlich verloren geht.

Wesentlich günstiger stellt sich die *Kupferseide*, denn der grösste Teil des Kupfers und des Ammoniaks kann wieder gewonnen werden. Allen überlegen ist aber hinsichtlich des Herstellungspreises die *Viskoseseseide*, weil sie den billigen Holzzellstoff statt der teureren Baumwolle als Ausgangsmaterial benützt. Vor dem Kriege war das Verhältnis der Herstellungskosten ungefähr das folgende:

Chardonnet oder Nitratseide	13—14 Fr. per kg
Pauly oder Kupferseide	10 " " "
Viskoseseseide	7.50—8 " " "

Die Acetatseide ist die teuerste der Kunstseiden. Entsprechend der allgemeinen Verteuerung stieg in der Kriegs- und Nachkriegszeit der Preis dieser Produkte. Für Viskoseseseide trat im Jahre 1925 eine Preismässigung von ca. 60% ein. Der gegenwärtige Preis stellt sich für erstklassiges Fabrikat von Viskoseseseide auf 12—15 Fr. per kg, übertrifft demnach denjenigen der Baumwolle ungefähr um das Doppelte.

Eigenschaften der Kunstseide.

Je nach Ausgangsmaterial, Herstellungsart u. a. ist das Aussehen der Kunstseide sehr verschieden. Die *Viskose* zeichnet sich durch besonders hohen Glanz aus, welcher denjenigen der Naturseide an Stärke weit übertrifft. Allerdings ist es nicht ganz der der Maulbeerseide eigentümliche zarte „Seidenglanz“, den sie zeigt, vielmehr neigt er mehr nach dem „Glasglanz“ hin. Diskreter, der echten Seide mit ihrem matten Glanz ähnlicher, wirken die andern Kunstseiden, speziell Bemberg- und Acetatseide.

Der „Griff“ der Kunstseide hängt vor allem von der Dicke und Zahl der Einzelfädchen, welche zu einem Hauptfaden zusammengezwirnt sind, sowie von dem Grad der Zwirnung ab. Je feiner die Einzelfädchen und je weniger Drehungen auf eine bestimmte Länge kommen, desto feiner der Griff. Auch der eigentümliche „krachende Griff“ der echten Seide lässt sich in hohem Grade der Kunstseide erteilen durch die gleiche Behandlungsweise: Seifen und Absäuren mit verdünnter Essigsäure.

Die Dicke des Einzelfadens der gewöhnlichen Kunstseide beträgt durchschnittlich etwa 29—35 μ .¹⁾ Die Feinheit der *Naturseide*, welche ca. 15 μ Durchmesser hat, wird nur von der nach dem Streckspinnverfahren hergestellten Kupferseide, der *Bembergseide*, mit 10 bis 15 μ noch übertroffen.

¹⁾ 1 μ = 1 Tausendstel Millimeter.

Das Gewicht einer bestimmten Fadenlänge gibt ein direktes Mass für den Feinheitsgrad eines Fadens. In der Seidenbranche bezeichnet man das Gewicht eines Fadens von 9000 m Länge (neuestens nach dem Dezimalsystem 10,000 m) in Grammen als „Denier“. No. oder Titer 100 nach dem Dezimalsystem bedeutet also, dass 10 Kilometer Faden 100 g wiegen. Die feinste Handelsware in Kunstseide hat ungefähr 60—70 Deniers, die stärksten Fäden weisen einen Titer bis zu 400 und mehr Deniers auf.

Die meisten Kunstseiden sind, ebenso wie Baumwolle und andere Zellulosematerialien, sehr hygroskopisch, d. h. feuchtigkeitsanziehend. Im lufttrockenen Zustande bei 60% relativer Luftfeuchtigkeit enthalten sie etwa 11% Feuchtigkeit, Acetatseide nur 3—5%. In Wasser quellen manche Kunstseiden stark auf bis auf das Doppelte des Fadendurchmessers und büssen dabei einen Teil ihrer Festigkeit ein. Diese Einbusse kann bei einzelnen Kunstseidearten bis $\frac{2}{3}$ der Festigkeit in trockenem Zustand betragen. Die *Festigkeitsabnahme* mancher Kunstseiden in nassem Zustande ist einer der *Hauptnachteile* dieser künstlichen Gespinststoffe gegenüber den natürlichen. Wolle verliert in nassem Zustande nur wenig an Festigkeit, bei Baumwolle nimmt die Festigkeit in feuchtem Zustande sogar zu. Acetat- und Bembergseide zeigen eine relativ geringere Einbusse an Festigkeit beim Benetzen.

Die Festigkeitseinbusse gewisser Kunstseiden im nassen Zustande ist vor allem auf Veränderungen zurückzuführen, welche die Molekularkomplexe der Zellulose bei der Ueberführung in lösliche Form unter dem polymerisierenden Einfluss der verschiedenen chemischen Agentien erlitten haben.

Die Dehnbarkeit der Kunstseide, d. h. die Verlängerung des belasteten Fadens vor dem Bruch, schwankt zwischen 15 und 25% der Fadenlänge, kommt also der Dehnbarkeit der echten Seide ungefähr gleich. In nassem Zustande steigt die Dehnbarkeit bei der Kunstseide auf das $2\frac{1}{2}$ fache, bei der echten Seide auf das 3fache.

Beim Färben verhält sich die *Chardonnetseide* wie Wolle, d. h. basische Farbstoffe färben direkt, *Kupferseide* und *Viskose* wie Baumwolle, d. h. nach vorausgegangenem Beizen. *Viskose* besitzt ein erheblich grösseres Anfärbevermögen als Kupferseide. Die *Acetatseide*, welche schöne glänzende Fäden von grosser Zugfestigkeit bildet, ist nicht quellbar und netzbar und stellt der Färbung grössere Schwierigkeiten entgegen.

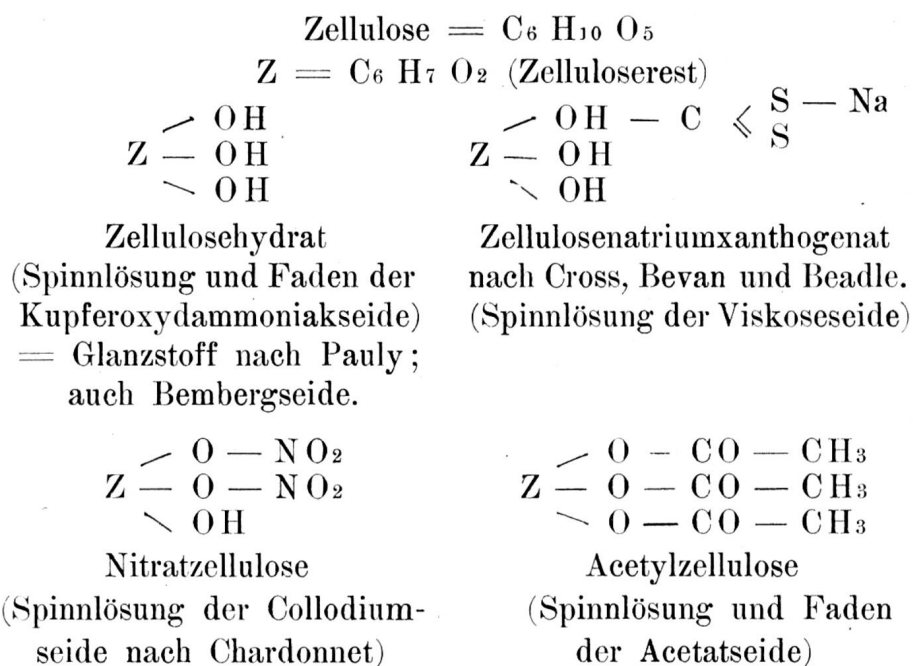
Mit Ausnahme der Acetatseide gelten, wie oben erwähnt, für die Färberei dieselben Grundzüge, welche für Baumwolle in Betracht fallen. Zur Verwendung kommen basische, substantive Schwefel- und Küpenfarbstoffe. Die *basischen* Farbstoffe werden wegen ihrer mangelhaften Lichtechtheit nur noch ausnahmsweise gebraucht. Das Feld behaupten die *substantiven* Farbstoffe wegen ihrer leichten Anwendung, ihrer Mischbarkeit und ihrer Brauchbarkeit für Mischgewebe. Als Nachteil dieser Farbstoffe muss das Streifigfärben bezeichnet werden, dem man auf die verschiedenste Art begegnet. *Schwefelfarben* und *Küpenfarbstoffe* zeigen diesen Nachteil weniger. Einer zunehmenden Beliebtheit erfreuen sich heute die Küpenfarbstoffe (z. B. Indanthren) wegen ihrer guten Affinität, ihres ausgezeichneten Egalisiervermögens und ihrer hervorragenden Echtheitseigenschaften.

Es wurde bereits hervorgehoben, dass die *Acetatseide* keine oder nur geringe Affinität zu den meisten bekannten Farbstoffen besitzt. Dieses Verhalten ist einerseits von Vorteil, andererseits von Nachteil. Von Vorteil ist diese Eigenschaft, wenn die Acetatseide, wie dies in stets steigendem Masse geschieht, zur Erzeugung von *weissen Effekten* in farbiger Baumwoll-, Halbwooll- und Wollstückware verwendet wird. In diesen Geweben hebt sich die Acetatseide in blendender Weise vom gefärbten Grunde ab. In andern Fällen wurde die Nichtfärbbarkeit der Acetatseide selbst als schwerer Nachteil empfunden. Durch Anwendung eines Kunstgriffes, durch vorsichtige Behandlung mit Alkalien, wurde eine *teilweise Verseifung* des Acetylzellulose-Esters bewirkt. Die verseifte Acetatseide hat die Eigenschaften der Viskose-seide, ihre leichte Färbbarkeit mit direkt ziehenden Farbstoffen, aber auch eine Reihe Nachteile, abgesehen von der Schwierigkeit des Verseifungsprozesses in der Praxis. Heute gehört diese Methode der Geschichte an, denn es gelang den Farbstoff-Fabrikanten, andere Verfahren auszuarbeiten, bei denen die wertvollen Eigenschaften der Acetatseide erhalten bleiben. Es kamen in erster Linie basische Farbstoffe zur Anwendung, die jedoch nur für helle Farbtöne sich als brauchbar erwiesen. Durch eingehendes Studieren der Acetatseide gelang es den Farbenfabriken, Farbstoffe zu finden, die dem Wesen dieser Faser angepasst sind. Eine Kategorie derselben, die ältere, nennt man *Entwicklungsfarbstoffe*. Sie färben nicht direkt, sondern erst nach einem etwas umständlichen Verfahren, dem Diazotieren mit Natriumnitrit und Salzsäure und nachherigem Entwickeln mit Phenolen oder Naphtolen. Die Farben sind wasch- und wasserecht, auch innerhalb der gewöhn-

lichen Grenzen lichtecht. Das Verfahren wird heute noch zur Erzielung dunkler Farbtöne verwendet. Es ist das einzige, vermittelt dessen sich Acetatseide schwarz färben lässt. Wasserechte Färbungen kann man auch erhalten durch die *Suspensionsfarbstoffe*, in Wasser unlösliche Produkte, welche in fein verteilter Form, meist unter Zusatz von Seife, dem Farbbade zugesetzt werden. Sie eignen sich für das Färben von Acetatseide in gemischten Geweben.

Das Färben der Acetatseide hat in jüngster Zeit grosse Fortschritte gemacht. Es lassen sich fast alle Farbtöne auf dieser Faser erzeugen, jedoch auf mehr oder weniger umständliche Weise. Erst wenn man Acetatseide in ebenso einfacher und rationeller Weise direkt färben kann wie Viskoseseide, darf das Problem als gelöst betrachtet werden.

Eine Erklärung für die Hygroskopizität (Feuchtigkeitsaufnahme) und für die Färbbarkeit finden wir bei der Betrachtung der chemischen Konstitutionsformeln der verschiedenen Kunstseiden.



Aus den obenstehenden Formeln ist ersichtlich, dass nur die Kupferseide als *Zellulosehydrat* in die Spinndüsen eintritt, bei den drei andern Kunstseiden werden *Zelluloseester* als Spinnlösung verwendet. Beim Ausfällungsprozess im Spinnbade und bei der Nachbehandlung verlieren die Nitratzellulose und die Xanthogenatzellulose ihre Estergruppen und gehen über in Hydrat-Zellulose. Der *Faden* der Nitrat- und der Viskoseseide besteht wie derjenige der Kupfer-

seide aus Zellulosehydrat, nur in der Acetatseide bleibt die Form des Esters (als Essigsäureester) erhalten. Die *Hydrate* sind leicht quellbar, die *Säureester* schwer benetzbar und schwer durchdringbar für wässrige Lösungen.

Einen tiefern Einblick in die innere Struktur der natürlichen und der künstlich veränderten Faserstoffe gewähren die im vergangenen Jahre von *R. O. Herzog* veröffentlichten röntgenspektrographischen Untersuchungen. Der schon vor 70 Jahren von dem Botaniker *C. v. Nägeli* vermutete krystalline Bau der *natürlichen Zellulosefaser* wurde durch Untersuchungen mit den modernen Hilfsmitteln bestätigt. Die stäbchenförmigen kleinsten Teilchen, Krystallite genannt, sind mit ihrer Längsachse parallel der Fadenachse orientiert. Man heisst diese Anordnung *Faserstruktur*. Das Röntgenspektrum der *Kunstseiden* zeigt auch krystalline Struktur, aber in der veränderten Form, welche der Hydratzellulose, überhaupt der durch starke Alkalien umgelösten Zellulose eigen ist. Die Krystallite weisen nicht mehr die strenge Orientierung parallel der Fadenachse auf, sie sind in ihrer *Ausrichtung* mehr oder weniger stark *gestört* bis zur Regellosigkeit. Doch ist es der Technik gelungen, durch Streckung des noch nicht erhärteten Spinnfadens im Spinnbade eine weitgehende Ausrichtung der kleinsten Teilchen zu erzielen, beispielsweise bei der als *Bembergseide* bezeichneten Modifikation der Kupferseide. Die viel grössere *aktive* Oberfläche, welche durch die Störung des Krystallitgefüges entsteht, bewirkt eine grössere Reaktionsfähigkeit, eine leichtere Aufnahme von Wasser und Farbstoffen, aber auch eine geringere Widerstandsfähigkeit gegen chemische und physikalische Einflüsse.

Zu ähnlichen Resultaten über den feinsten innern Bau der Faserstoffe führt die Betrachtung im Ultramikroskop, welche Methode unter Zuhilfenahme von sehr intensiven künstlichen Lichtquellen, elektrischem Bogenlicht, die stärksten bis heute erreichbaren Vergrösserungen vermittelt. Durch die gewöhnliche mikroskopische Vergrösserung ist es nicht möglich, Körper von geringerer Grösse als 2 Zehntausendstel Millimeter ($0,2 \mu$) zu erkennen. Das Ultramikroskop ermöglicht bis 2500fache lineare Vergrösserungen, wodurch die Struktur von scheinbar strukturlosen colloidalen Stoffen erkennbar ist.

Der in der Fabrikation stehende Fachmann benutzt zur Unterscheidung der verschiedenen Kunstseidearten die Querschnitte der Fäden und betrachtet sie im Mikroskop, wodurch er in den Stand gesetzt wird, die einzelnen Sorten voneinander zu unterscheiden. Diese

Querschnittbilder sind ganz verschieden je nach Art und Zusammensetzung der Fällbäder sowie nach dem Mechanismus des Spinnverfahrens. Bei der Viskoseseide werden z. B. 1. runde, fast kreisförmige, 2. bändchenartige (ovale), 3. mehr oder weniger geschrumpfte und gefurchte Formen und 4. gezackte Ränder der Querschnitte beobachtet.

Zur Unterscheidung von Kunst- und Naturseide kann man auch die chemischen Eigenschaften beider heranziehen. Für Kunstseide ist die bereits erwähnte leichtere Zerreibbarkeit beim Anfeuchten charakteristisch. Natürliche Seide löst sich in Natronlauge auf, während Kunstseide diesem Reagens gegenüber unempfindlich ist. In gemischten Geweben kann man die Zellulosekunstseide leicht nachweisen durch Erhitzen einer Stoffprobe während 10 Minuten auf 200°. Beim Reiben zerstäubt dann die Kunstseide, die zunächst noch ihre Struktur behielt, aber vollständig verkohlt ist, während Baumwolle, Wolle und Naturseide unverändert bleiben.

Die Verwendungsarten der Kunstseiden sind heute schon sehr mannigfaltige. Ihr *hervorragender Glanz* lässt sie zunächst in der Posamenten- und der Besatzartikelbranche für die Damenkonfektion ausgedehnte Verwendung finden. Auch Flecht- und Wirkwaren wurden schon verhältnismässig früh aus Kunstseide, rein oder mit Baumwolle gemischt, hergestellt, da bei diesen Artikeln das Material mechanisch relativ nur wenig beansprucht wird. Langsamer erkämpfte sich die Kunstseide ihren Platz auf dem Gebiete der Webstoffe, wo schon bedeutend höhere Anforderungen an die Festigkeit des Fadens gestellt werden müssen. Anfangs zaghaft, als glänzender weisser oder bunter Effektfaden auftretend, wurde sie bald allein oder mit andern Fäden als Einschlag und schliesslich auch in der Kette benutzt, und heute ist die Mannigfaltigkeit ihrer Verwendung in der Weberei für die verschiedenen Effekte ausserordentlich gross. Vor allem für Kravattenstoffe, dann auch für halbseidene Futterstoffe, leichte Sommerstoffe, Blusenstoffe, Trikotstoffe werden grosse Mengen Kunstseide verwendet. Auf dem Gebiete der waschseidenen Gewebe suchen Bembergseide und Acetatseide der echten Seide Konkurrenz zu machen. Der Lyoner Spezialartikel „Mousseline de soie“ soll als Kette Naturseide und als Einschlag Kunstseide enthalten. Die Fabrikation von Sammet und Plüsch sowie künstlichem Pelzwerk bedient sich der Kunstseide. Sehr wirksame Effekte erzeugt man mit Kunstseide bei Tapeten, Dekorationsmöbelstoffen und Vorhängen. Auch als Stickseide hat sie sich in der Hand- und Maschinenstickerei mehr und mehr ein-

gebürgert, ebenso zur Herstellung von Luftspitzen. Leider hat sich die Hoffnung, durch vermehrte Anwendung von Kunstseide eine Neubelebung der Stickerei-Industrie herbeizuführen, bis anhin nicht erfüllt. „Künstliches Menschenhaar“, „künstliches Rosshaar“ und andere Surrogate werden aus Kunstseide erzeugt. Eine weitere Verwendung findet sie zum Umspinnen elektrischer Leitungsdrähte und zur Herstellung von Glühstrümpfen.

Die Entwicklung der Kunstseidenindustrie ist ein Siegeslauf menschlicher Experimentierkunst. Wohl selten übertraf in einer Industrie der erzielte Erfolg die ursprünglichen Erwartungen so sehr, wohl selten vermochten sich Betriebe nach den ersten Kampfjahren zu so abnorm hoher Rentabilität emporzuschwingen, wie dies bei zahlreichen Kunstseidefabriken der Fall war. Freilich wurde dieser Erfolg nicht überall erzielt, und Enttäuschungen und finanzielle Misserfolge blieben vielerorts nicht aus. So ist gleichzeitig mit der Errichtung der ersten Kunstseidefabrik von Chardonnet in *Besançon* im Jahre 1891 eine Zweigfabrik in *Spreitenbach* in der Schweiz gegründet worden, welche ihren Betrieb aber bald wieder einstellen musste.

Eine ganze Reihe von Fabriken, die früher nach dem Chardonnet- und dem Kupferoxydammoniakverfahren arbeiteten, haben heute ihren Betrieb auf den rentableren der Herstellung von *Viskose* umgestellt, beispielsweise die sehr leistungsfähigen Elberfelder Glanzstoff-Fabriken. In den Vereinigten Staaten und in England geniesst die Viskose den unbestrittenen Vorrang. Die grösste Kunstseidefabrik der Erde, das in Markus Hook (Pennsylvanien) gelegene Werk der „*American Viscose Company*“, soll jetzt in Philadelphia ein Schwesterunternehmen erhalten, zu dessen Bau 5 Millionen Dollar vorgesehen sind. Die Produktion ist in Amerika in den 10 Jahren von 1913 bis 1923 von 0,7 Millionen kg auf 14 Millionen kg gestiegen, hat sich also um das 20fache vermehrt.

Die vor 8 Jahren mit 5 Millionen Lire gegründete grösste Kunstseidefabrik Italiens, die „*Snia Viscosa*“ in Turin, welche heute mit einem Kapital von 1 Milliarde Lire arbeitet, will ihren Betrieb vornehmlich auf eine Stapelfaser „*Sniafil*“ konzentrieren zur Herstellung von sogenannter „Kunstwolle“. Durch Beimischung von 15 % Schafwolle soll Sniafil einen billigen Textilstoff liefern, um den ärmeren Volksklassen einen Ersatz für reinwollene Kleiderstoffe zu bieten. Auch in England soll eine Filiale der Snia Viscosa ausschliesslich Kunstwolle erzeugen.

Im vergangenen Jahre hat eine fast fieberhafte *Gründungstätigkeit* auf dem Gebiete der Kunstseide in allen europäischen Industrieländern und in Amerika eingesetzt. In Grossbritannien allein wurden im zweiten Halbjahr 1925 47 Kunstseidefabriken gegründet, während ihre Zahl bei Jahresbeginn nur 13 betragen haben soll. Viele Milliarden sind in dieser Industrie investiert, die im vergangenen Jahre starke Neigung zu *internationaler Trustbildung* zeigte. Der vor dem Kriege gebildete Sprengstoff-Trust ist in anderer Form, für Kunstseide, wieder auf-erstanden, indem die deutsche Pulvergruppe, die Dynamit Nobel A.-G. und die Köln-Rottweiler Fabriken mit der englischen Nobel-Gesellschaft und der amerikanischen Dupont eine enge Interessengemeinschaft geschlossen haben. Die früher erwähnten Bemberg-Fabriken in Elberfeld haben sich mit englischen, holländischen und amerikanischen Interessenten zusammengetan und gründen eine neue Fabrik in Tennessee zur Erzeugung feiner Titres. Ein noch mächtigerer Konzern entstand durch ein Abkommen zwischen den Elberfelder Glanzstoff-Fabriken, der englischen Courtaulds- und der amerikanischen Viscosa-Gesellschaft, welcher einen grossen Teil der Weltproduktion kontrolliert. Die italienische Snia Viscosa hat bereits in Polen festen Fuss gefasst und trägt sich mit dem Gedanken einer Fabrikgründung in Sowjetrussland. Der gefürchtete Weltmonopoltrust wird aber kaum zustande kommen, denn die Kunstseideindustrie ist schon zu viel verzweigt und über zu viele Länder verbreitet, die Patente und Verfahren zu sehr verteilt, als dass sich die Interessen noch in einer Hand vereinigen liessen.

In der Schweiz bestand seit 1894 eine Fabrik von Nitratseide nach dem Lehnerechen Nassspinnverfahren in *Glattbrugg*, der die seinerzeit eingegangene *Spreitenbacherfabrik* angegliedert war. Beide existieren nicht mehr. Bis zum Jahre 1924 war die Anno 1907 gegründete „*Société de la Viscose Suisse S. A.*“ in *Emmenbrücke* bei Luzern das einzige in hoher Blüte stehende Unternehmen für die Erzeugung der Kunstseide in der Schweiz, das über 2000 Arbeiter beschäftigt. Es ist Ihnen bekannt, dass Emmenbrücke im November 1924 eine Zweigfabrik in *Heerbrugg-Widnau* errichtete, dass ferner ein Teil der Stickerei *Feldmühle in Rorschach* für die Herstellung von Viskose-seide eingerichtet wurde und dass je eine weitere Fabrik in *Steckborn* am Untersee und in *Rheinfelden* entstanden ist.

Eine Uebersicht über die Welterzeugung von Kunstseide spiegelt am besten die fabelhaft rasche Produktionsvermehrung wieder. 1923 wurden 44 Millionen kg Kunstseide erzeugt, 1924 betrug die

Produktion 63 Millionen kg, diejenige von 1925 wird auf 84 Millionen kg geschätzt und für 1926 sollen voraussichtlich 100 Millionen kg erheblich überschritten werden.

Für 1923 und 1924 werden für die *einzelnen Staaten* folgende Werte angegeben:

	1923	1924
Vereinigte Staaten von Amerika	14 Millionen kg	16 Millionen kg
Grossbritannien	7 " "	11 " "
Deutschland	6 " "	11 " "
Italien	4,6 " "	8 " "
Frankreich	3,5 " "	6 " "
Belgien	2,8 " "	4 " "
Die Schweiz	1,7 " "	" "

1923 sollen $\frac{2}{3}$ der Gesamterzeugung auf Viskose entfallen sein; die restlichen $\frac{1}{3}$ verteilen sich auf Kupferoxydammoniakseide 60%, Nitrat- (Chardonnet) Seide 30%, Acetat und andere Kunstseiden 10%, 1925 betrug der Anteil der Viskoseseide an der Gesamtproduktion von Kunstseide schon annähernd 90%. Und dennoch deckt die Kunstseideerzeugung nur ungefähr 1 Prozent der Gesamtproduktion aller Textilstoffe der Erde im Betrage von 8—9000 Millionen kg; sie ist also vorläufig im Vergleich zu dieser noch unbedeutend. Die Welt-erzeugung von Baumwolle wird auf 5000 Millionen kg geschätzt, diejenige der Wolle auf 1300 Millionen kg, die der Naturseide auf 34 Millionen kg.

Bereits im Jahre 1923 hat die Kunstseideproduktion dem *Gewicht* nach diejenige der Naturseide überholt, sie wird im Jahre 1926 voraussichtlich den *Wert* der Naturseidenproduktion, der rund 3000 Millionen Goldfranken betragen soll, übertreffen.

Wie ist heute die Kunstseide in ihrer Verwendungsmöglichkeit gegenüber den andern Textilfasern zu bewerten? Hierüber bestehen vielfach unrichtige Vorstellungen, welche auf der irreführenden Bezeichnung „Kunstseide“ beruhen. Wir haben früher dargetan, dass die Kunstseide mit der Naturseide nur den Glanz gemein hat, jedoch in allen andern physikalischen Eigenschaften und in der chemischen Zusammensetzung von letzterer stark abweicht. Die Leichtigkeit und Weichheit, die Stärke und Wärmekraft, die Widerstandsfähigkeit gegen Druck, Zerknitterung und Feuchtigkeit sind Vorzüge der *Naturseide*, welche der Kunstseide abgehen. Der leichte Linienfluss, der den Geweben aus tierischen Fasern, Seide und Wolle, eigen ist, fehlt den

Kunstseiden. Gewebe aus Kunstseide allein hergestellt, sind hart und gehen, wenn zerdrückt, nicht von selbst in den ursprünglichen Zustand zurück. Deshalb bleibt die Verkaufsmöglichkeit solcher Gewebe auf gewisse Spezialitäten beschränkt. Von einer Verdrängung der Naturseide kann daher vorläufig keine Rede sein. Die Entwicklung, welche die Verwendung der Kunstseide bisher gemacht hat, geht in der Tat nicht in Hauptsachen auf Verdrängung der Naturseide vom Textilmarkte aus. Vielmehr liegen die Ursachen der rapiden Entwicklung der Kunstseidenindustrie in den letzten Jahren in der Erkenntnis, dass sich diese künstliche Textilfaser vorzüglich zur Kombination mit den altbekannten natürlichen Gewebefaserstoffen eigne. Durch die Verwendung von Kunstseide in naturseidenen, baumwollenen und wollenen Geweben lassen sich Effekte von bisher ungeahnter Wirkung erzielen. Immer mehr Fabriken der Seide, Baumwolle, Wolle verarbeitenden Textilbranche stellen ihre Betriebe auf die Mitverwendung von Kunstseiden um. Die *Seidenindustrie* benutzt die Kunstseide zur Erzielung neuartiger Effekte, zugleich aber auch zur Verbilligung der Seidenstoffe, wodurch der Kreis der Konsumenten seidener Fabrikate erweitert wird. Der *Baumwollbranche* ist Kunstseide ein willkommenes „Veredlungsmittel“. So sucht die alteingesessene Textilindustrie sich den dekorativen Wert der Kunstseide zu Nutzen zu machen und aus dem gefährlichen Konkurrenten einen Verbündeten heranzuziehen. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, bietet der Eintritt der Kunstseide in den Welthandel eine Bereicherung des Konsums.

Noch andere Momente bedingen das beispiellose Aufblühen der Kunstseidenindustrie in den letzten Jahren. Die Kunstseide ist die Textilfaser der Nachkriegszeit par excellence. Sie kommt dem gesteigerten Luxusbedürfnis und der verringerten Kaufkraft der grossen Massen entgegen. Seidenähnliche Stoffe sind durch sie auch den Minderbegüterten zugänglich. Das gesteigerte Luxusbedürfnis von heute und die rasch wechselnde Mode ziehen in der Kleidung die Schönheit der Solidität vor.

Ob die Kunstseide heute schon als Preisregulator auf dem gesamten Textilmarkt auftritt, wie dies von kompetenter Seite behauptet wird, lässt sich schwer entscheiden. Der vor kurzem eingetretene Preisrückgang aller Textilstoffe beruht wohl eher auf dem alten Handelsprinzip von Angebot und Nachfrage, auf der verringerten Kaufkraft der Verbraucher, als in der Konkurrenz der Kunstseide.

Doch könnte in einer spätern Zeit auch dieses Moment zu grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung gelangen.

Die vorstehende Zusammenfassung beabsichtigt, dem Nicht-Fachmann in einer gedrängten Uebersicht das Wesentliche über die Herstellung der verschiedenen Kunstseidearten vor Augen zu führen und die heutige Bedeutung dieser jüngsten Erscheinung auf dem Textilmarkte, welche durch die vor kurzem erfolgte Verpflanzung auf st. gallischen Boden auch bei uns in den Vordergrund des Interesses gerückt ist, zu skizzieren.

