

Vollständig

Neujahrsblatt der NGZH Nr. 132 auf das Jahr 1930; 79S. mit 53 Fig. und Stoffmustern  
(Format des Hefts: 21.2 x 29.1 cm)

# Neujahrsblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

auf das Jahr 1930.

132. Stück.

## Die Kunstseide

Dr. Hans Ed. Fierz-David

Professor an der Eidgenössigen Technischen Hochschule

unter Mitwirkung der Herren

Dr.H.Schuster (Basel) und Dr.K.Risch (St.Gallen)

mit 53 Bildern im Text  
und 1 Tafel



Beer & Cie. In Zürich

Verzeichnis der bisher erschienenen Neujahrsblätter der Naturforschenden  
Gesellschaft in Zürich.

Preis  
Fr. Rp.

1. H. G. Hirzel: Einleitung zu den Neujahrsblättern. Zweck der Gesellschaft, Beschreibung ihrer Sammlungen, Nutzen der Naturwissenschaften. Auf 1799.....	Vergriffen	—
2. — Die Verwüstungen des Landes durch die kriegerischen Ereignisse des Jahres 1799. Auf 1801.....	Vergriffen	—
3. H. R. Schinz: Leben des Pfarrers Rudolf Schinz, Sekretär der Gesellschaft. Auf 1801.....	Vergriffen	—
4. J. G. Escher (?): Ueber die Gletscher. Auf 1802.....	Vergriffen	—
5. J. J. Römer: Aus Afrika. Auf 1803.....	Vergriffen	—
6. — Aus Australien. Auf 1804.....	Vergriffen	—
7. H. R. Schinz: Der Lämmergeier. Auf 1805.....	Vergriffen	—
8. J. G. Escher (?): Reise auf den Gotthard. Auf 1806.....	Vergriffen	—
9. — Ueber die Bergstürze in der Schweiz. Auf 1807.....	Vergriffen	—
10. H. R. Schinz: Die Murmelthiere. Auf 1808.....	Vergriffen	—
11.-17. J. J. Römer: Beschreibungen und Abbildungen merkwürdiger Insekten. Auf 1809-15 Z.T.....	Vergriffen	—
18. — Der Bär in der Schweiz. Schweizerische Schmetterlinge und Käfer. Auf 1816.....	Vergriffen	—
19. H. R. Schinz: Entdeckungsreisen in Neuholland Auf 1817.....	Vergriffen	—
20. J. J. Römer (?): Biographie von Prof. David Breitinger. Abbildung und Beschreibung der Tollkirsche. Auf 1818.....	Vergriffen	—
21. — Conrad Gessner. Auf 1819.....	Vergriffen	—
22-38. H. R. Schinz: Der Steinbock. Die Gemse. Der Luchs. Der Bär. Der Wolf. Die Elephantenreste der Schweiz. Geier und Adler. Der Seeadler. Die Eulen. Der Kukuk. Der Storch. Die Schwalben. Die Nattern. Die Vipern. Der Alpenhaase. Die Mäuse. Das Wiesel. — Der Preis dieser Neujahrsblätter, auf 1820-36, — die Nrn. 22, 23, 32, 34 sind vergriffen — variiert per Nr. von Fr. - 60 bis 2.-		
39. Ferd. Keller: Ausflug nach dem Lägernberg. Auf 1837.....		2.-
40. — Ueber Meteore. Auf 1838.....		1.-
41. — Wetterlöcher und Windhöhlen. Auf 1839.....		2.-
42. — Die Karren (Lapies) in den Kalkgebirgen. Auf 1840.....		2.-
43. H. R. Schinz: Das Renntier. Auf 1841.....		2.-
44. — Der Biber. Auf 1842.....		2.-
45. — Der Fuchs. Auf 1843.....		1.-
46. — Die Mäuse. Auf 1844.....		2.-
47. O. Heer: Ueber die obersten Grenzen des pflanzlichen und thierischen Lebens in unsern Alpen. Auf 1845.....		2.40
48. R. Wolf: Johannes Gessner. Auf 1846.....		2.-
49. H. R. Schinz: Die Forellen. Auf 1847.....		2.-
50. — Die Lachse. Auf 1848.....		2.-
51. A. Menzel: Die Spinnen. Auf 1849.....		2.-
52. A. Mousson: Tarasp. Auf 1850.....		2.40
53. J. J. Siegfried: Torf-, Schiefer- und Braunkohlenlager des Kantons Zürich mit ihren Tierresten. Auf 1851.....		2.40
54. O. Heer: Die Hausameise Madeira's. Auf 1852.....		2.40
55. — Der botanische Garten in Zürich. Auf 1853.....		1.-
56. G. v. Escher: Die Quellen überhaupt und die Bäder von Saxon. Auf 1854.....		2.-
57. — Die Mineralquellen der Schweiz. Auf 1855.....		2.-
58. Chr. Heusser: Das Erdbeben im Visperthal i. J. 1855. Auf 1858.....		2.-
59. A. Menzel: Die niedere Lebenswelt des Wassers. Auf 1857.....		2.-
60. — Forscherleben eines Gehörlosen (Joh. Jak Bremi). Auf 1858.....		2.-
61. J. M. Ziegler: Ueber die neuesten Reisen und Entdeckungen in Inner Afrika. Auf 1859.....		2.-
62. M. Ulrich: Der Hüfi-Firn und die Glariden. Auf 1860.....		2.-
63. J. M. Ziegler: Die Mineralquelle Pfäfers. Auf 1881.....		2.-
64. O. Heer (?): Uebersicht der Geologie des Kantons Zürich. Auf 1862.....		2.-
65. H. Locher-Balber: Rud. Heinrich Schinz Auf 1863.....		1.-
66. U. Stutz: Ueber die Lägern. Auf 1864.....		2.-
67. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. Auf 1885.....		2.-
66 O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Auf 1866.....	Vergriffen	—
69. C. Mösch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. Auf 1887.....		2.40
70. Ed. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti-Levu. Auf 1888.....		2.-
71. A. Menzel: Die Biene. Auf 1869.....		2.40
72. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. Auf 1870.....		1.-
73. A. Escher v. d. Linth & Bürkli: Die Wasserverhältnisse von Zürich. Auf 1871.....	Vergriffen	—
74. O. Heer: Flachs und Flachskultur. Auf 1872.....		2.-
75. R. Wolf: Joh. Fehr, ein Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. Auf 1873.....		2.-
76. Alb. Heim: Verwitterungsformen der Berge. Auf 1874.....		2.-

# Die Kunstseide

von

DR. HANS ED. FIERZ-DAVID

Professor an der Eidgenössigen Technischen Hochschule

unter Mitwirkung der Herren

DR. H. SCHUSTER (Basel) und DR. K. RISCH (St. Gallen)

mit 53 Bildern im Text  
und 1 Tafel

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich  
auf das Jahr 1930.

132. Stück.



**1930**

Neujahrsblatt in Kommission bei Beer & Cie. in Zürich



## Inhaltsübersicht

	Seite
<b>Zellulose</b> .....	5
Kristallite, Faserstruktur.....	5
Streckspinnen.....	6
Baumwollzellulose.....	6
Zellstoff, Sulfitzellstoff, Natronzellstoff, Sulfatzellstoff.....	6
$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ -Zellulose.....	6
Formel der Zellulose.....	7
Chemische Eigenschaften der Zellulose.....	7
Löslichkeit der Zellulose in Schweizer-Reagens... 7	
Hydrolyse der Zellulose.....	8
Derivate der Zellulose (Nitrat, Xanthogenat [Viskose], Azetat).....	9
Reinigung der Zellulose und Preise.....	11
<b>Spinnen der Kunstseide</b> .....	12
Spindüsen und Spinnpumpen.....	12
Druckakkumulator.....	13
<b>Chardonneseide</b> .....	14
Geschichte.....	14
Ausgangsmaterial.....	16
Nitrierung.....	16
Nitriersäure.....	16
Technische Nitrierung und Untersuchung der Nitrozellulose.....	16
Lösung und Filtration der Kollodiumlösung.....	17
Lösungskessel und Filterpressen.....	18
Spinnen der Kollodiumlösung.....	20
Wiedergewinnung des Lösungsmittels (Aether, Alkohol).....	20
Denitrierung des Fadens.....	21
Aufarbeitung des Denitrierbades.....	22
<b>Viskose-Kunstseide</b> .....	23
Geschichte und Entwicklung dieser Industrie.....	23
Herstellung der Alkalizellulose.....	24
Zusammensetzung.....	25
Reifen.....	26
Vereinigung mit Schwefelkohlenstoff (Sulfidieren).....	26
Bildung des Xanthogenates.....	27
Lösen und Reifen.....	27
Spinnen.....	27
Spinnapparate.....	27
Fällbad.....	29
Zusammensetzung.....	29
<b>Lilienfeld-Viskoseseide</b> .....	30
Herstellung und Eigenschaften.....	30
Andere Verwendung der Viskose.....	30
	Seite
	Kunststrosshaar, Kunstborsten und Zellophan..... 30
	Technische Details über Viskose-Kunstseide..... 30
	Kupferoxyd – Ammoniakseide
	(Cuprat-, Bembergseide)..... 36
	Geschichte..... 36
	Ausgangsmaterial..... 37
	Lösen im Schweizer-Reagens..... 37
	Spinnen und dazu gehörende Apparate..... 38
	Eigenschaften..... 40
	<b>Azeta seide</b> ..... 40
	Geschichte..... 40
	Ausgangsmaterial, Essigsäure, Essigsäure- anhydrid, Azeton, Baumwolle..... 40
	Herstellung des Triazetates und Verseifung zum 2,5-Azetat..... 42
	Lösen und Spinnen..... 42
	Eigenschaften..... 44
	Benennung, Verwendungsgebiete, Produktionszahlen..... 45
	Andere Arten der Kunstseide..... 46
	Allgemeines über Kunstseiden und andere Textilien... ..... 47
	Unterscheidung der Kunstseiden..... 47, 50
	Mikrophotographien von Kunst- und Naturseide. 48
	Titer (Feinheiten der Kunstseide)..... 50
	Reissfestigkeiten..... 52, 53, 74, 75
	Elastizitäten..... 53, 74
	Feuchtigkeitsgehalte..... 53
	Tabelle über die Produktion der Kunstseide..... 54, 56, 73
	Gesamtproduktion der verschiedenen Kunstseiden 55
	Baumwollernten..... 55
	Tabellarische Übersicht der am 1. Juli 1929 bestehenden Kunstseidefabriken, Kapitalien, Produktionsmöglichkeiten, Nationale und internationale Beziehungen..... 56
	Kapitalanlagen in der Kunstseidenindustrie..... 68
	Literaturnachweis..... 69
	Mikroskopische und mikrographische Einrichtung..... 70
	Herstellung von Querschnitten..... 70
	Fabriken für Apparate der Kunstseidenindustrie . 72
	Graphische Tabellen über Produktionen und mechanische Eigenschaften..... 73-77



GRAF HILAIRE DE CHARDONNET

---

# Die Kunstseide.

## Die Zellulose

Unter Kunstseide versteht man einen Faserstoff, welcher aus Zelluloselösungen verschiedener Art künstlich im grossen hergestellt wird. Vom chemischen Standpunkt aus ist es ohne weiteres denkbar, auch aus andern Verbindungen als Zellulose künstliche Faser herzustellen. Bis heute ist es aber nicht gelungen, ein billiges und besseres Ersatzmaterial für Zellulose zu finden.

Die Physik und Chemie der Zellulose beschäftigt die Gelehrten gegenwärtig sehr stark, weil man trotz grosser Arbeit über viele Fragen noch im unklaren ist. Die Zellulose ist eine kristallisierte Substanz<sup>1</sup> und tritt in der Form von sehr kleinen faserigen Kristallen auf, die man als



Abb. 1. Ramiefaser, welche durch die Einwirkung von Essigsäureanhydrid in ihre Faserelemente zerfällt.  
(Aus K. Hess, Die Chemie der Zellulose.)

Kristallite bezeichnet. (Der Name Micellen ist veraltet, NÄGELIS Bezeichnung.) Man nimmt heute an, dass die Zellulosemoleküle in gewachsenen Fasern (wie Baumwolle, Flachs, Ramie, Zellstoff etc.) in ganz bestimmter Art gleichmässig gerichtet sind. Diese so genannte „native“ Zellulose muss man sich zusammengesetzt aus feinen Faserbündeln denken, die ähnlich wie in einem Bündel von Drähten parallel gerichtet sind. KURT HESS hat besonders an dem Beispiel der Faseraufspaltung der Azetylzellulose sehr schön zeigen können, dass die Ramiefaser z. B. bei der starken Einwirkung von Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure in sehr deutliche kleine parallel gerichtete Elemente zerfällt (Fig.1), wodurch die Annahme NÄGELIS, welcher die Zellulose als aus Faserelementen zusammengesetzt betrachtete, bestätigt wurde.

Diese parallele Richtung ist für den Chemiker und den Techniker von allergrösster Bedeutung. Durch diese Parallelrichtung erhält die natürlich gewachsene Zellulosefaser eine Festigkeit, die gerade ihre Verwendbarkeit als Textilfaser ausmacht.

Wenn man nun die Zellulose auf irgendwelche Art auflöst, und dann wieder zurückgewinnt, dann wird dieser Parallelismus der Faserelemente zerstört und man bekommt eine Zellulose, die sozusagen in „Unordnung“ geraten ist. Schematisch kann man das wie folgt andeuten:

---

<sup>1</sup> Das korrekte Röntgenogramm wurde im September 1925 von SPONSER (U.S.A.) veröffentlicht.

Figur 2 zeigt die Anordnung der Kristallite in gewachsener Zellulose, während Figur 3 andeutet, wie man sich die Anordnung der Faserelemente in ausgefallter Zellulose, z. B. Zellophan, zu denken hat. Figur 4 endlich gibt ein Bild, wie die Kristallite angeordnet sind, wenn die Zellulose durch eine feine Öffnung in ein Fällbad gepresst wird. Es entsteht dann wohl ein für unser Auge glatter und gleichmässiger Faden, aber die innere Anordnung lässt erkennen, dass hier doch etwas anderes vorliegt als in der ursprünglichen nativen Zellulose. Die Tatsache, dass in den auf künstlichem Wege erhaltenen Zellulosefäden (Kunstseiden) die Kristallite ganz unregelmässig angeordnet sind, erklärt die besonderen Eigenschaften der Kunstseiden gegenüber jenen der natürlichen Fasern vollkommen. Natürliche Pflanzenfasern sind gegen mechanische Einwirkungen sehr viel widerstandsfähiger als Kunstfasern. Besonders zeigt sich das im nassen Zustande. Kunstfasern verlieren ungemein an Festigkeit, wenn sie nass gemacht werden, jedenfalls weil sie durch das Wasser ganz anders aufquellen als die festgepackten gleichmässig gerichteten Naturprodukte.

Die Länge des Elementes ist submikroskopisch.



Abb. 2. Schema der Faserstruktur einer gewachsenen Zellulosefaser.



Abb. 3. Schema des Zellophans, d. i. regenerierte Zellulose



Abb. 4. Schema der Viskoseseide, welche regenerierte Zellulose ist.

Man hat es nun aber unter gewissen Bedingungen in der Hand, diese unregelmässig gerichteten Kristallite in der Kunstseide einigermaßen parallel zu richten, und zwar geschieht das nach einem in der Fabrikation des Metalldrahtes längst bekannten Verfahren. Wenn man die Faser während des Entstehens ausstreckt, dann werden die Faserelemente wenigstens z. T. in der Richtung der Streckung gerichtet. Man nennt diese Art der Fasergewinnung das „Streckspinnen“.

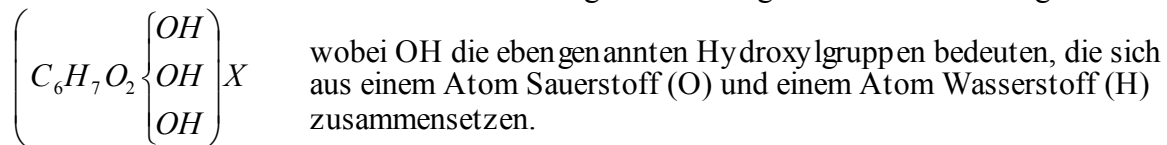
Dieses Streckspinnen eignet sich nicht für alle Kunstseiden. Es wurde zuerst mit Erfolg bei der Kupferoxyd-Ammoniakseide angewendet und in neuester Zeit bei der Viskoseseide, welche nach dem Verfahren von Dr. LEON LILIENFELD hergestellt wird. Versucht man bei der gewöhnlichen Viskose den sich bildenden Faden auszustrecken, dann reisst er ab, und auch bei der Chardonnetseide und der Azetatseide ist es noch nicht gelungen, den Faden nennenswert in die Länge zu ziehen. Die Wichtigkeit dieses Ausstreckens geht wohl am besten daraus hervor, dass die starkgestreckte Lilienfeldseide im nassen Zustande nur 30 % weniger fest ist als im trockenen Zustande, und auch im trockenen Zustande ist die Festigkeit bedeutend grösser als die anderer Kunstseiden. Die gestreckten Kunstseiden sind ebensowenig elastisch wie Chardonnetseide oder Viskoseseide, sodass sie gegenüber der Azetatseide oder gar der Naturseide im Nachteil sind.

Wie schon erwähnt, verwendet man für alle Kunstseiden Zellulose als Ausgangsmaterial. Es kommen heute zwei Bezugsquellen in Frage. Die Baumwolle, welche ungefähr zu 95% aus reiner  $\alpha$ -Zellulose besteht und der Zellstoff, eine Zellulose, die man aus Nadelhölzern (Fichte), seltener aus andern Hölzern, gewinnt. Das Holz, in welchem die Zellulose zu ungefähr 48 % des Trockengewichts enthalten ist, wird von der Begleitsubstanz, dem Lignin, durch verschiedene Operationen getrennt. Wenn man zerhacktes rindenfreies Holz mit Calcium-Bisulfit-Lösung unter Druck auf ungefähr 150° erhitzt, dann geht das Lignin in Lösung und die reine Zellulose bleibt zurück. Man spricht in diesem Falle von Sulfitzellstoff. Wenn man das Lignin mit Natronlauge auflöst, dann erhält man den sogenannten Natronzellstoff. Buchenholz wird meist mit Natronlauge „aufgeschlossen“. Bei einem dritten Verfahren erhitzt man die Holzspäne mit Natronlauge und Natriumsulfid und nennt den so erhaltenen Zellstoff Sulfatzellstoff. Zur Herstellung von Kunstseide eignet sich in erster Linie der Sulfitzellstoff. Zellulose aus Holz ist aber nie so einheitlich wie jene aus Baumwolle. Durch Behandeln von Holzzellulose mit heisser verdünnter Natronlauge gelingt es meist 15% der Substanz in Lösung zu bringen. Die zurückbleibende unlösliche Zellulose

ist sehr wahrscheinlich identisch mit der Baumwollzellulose. Man nennt sie  $\alpha$ -Zellulose. Den löslichen Anteil der Holzzellulose nennt man  $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose, weil dieser Teil sehr wahrscheinlich aus mindestens zwei trennbaren Kohlehydraten besteht. Für die Herstellung der Viskosekunstseide ist der Gehalt von  $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose des Ausgangsmaterials von grosser Bedeutung. Es gelingt, eine Holzzellulose auf technischem Wege in eine Zellulose überzuführen, welche fast so reich ist an  $\alpha$ -Zellulose, wie Baumwolle. Bei dieser Reinigungsoperation geht aber ungefähr 30 % verloren und eine derartige Holzzellulose ist kaum billiger als Baumwolle. Die Zellulose ist ein sogenanntes Kohlehydrat, welchem der Chemiker die Bruttoformel  $C_6H_{10}O_5$  gibt.

Chemisch gesprochen ist die Zellulose ein richtiger Alkohol, und zwar ein sogenannter dreiwertiger Alkohol. Zellulose kann z.B. mit Glyzerin verglichen werden, welches ebenfalls ein dreiwertiger Alkohol ist und z. T. ganz analoge chemische Verbindungen wie die Zellulose eingehen kann. Als dreiwertiger Alkohol enthält die Zellulose drei Hydroxylgruppen, welche die Reaktionsfähigkeit bedingen.

Der Chemiker schreibt die Zellulose in sogenannter aufgelöster Form wie folgt:



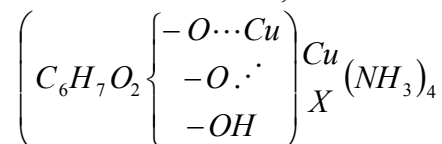
X soll bedeuten, dass der Chemiker noch nicht weiss, wie viele  $C_6H_{10}O_5$ -Gruppen zu einem eigentlichen Zellulosemolekül zusammengetreten sind. Es ist heute vollkommen müssig darüber zu streiten, denn die Ansichten gehen noch so weit auseinander, dass einer der ersten Zellulosechemiker (KURT HESS) eine Zeitlang die Ansicht vertrat, dass X gleich 1 zu setzen sei, während andere Chemiker, wie z.B. HERMANN STAUDINGER, glauben, dass X sehr gross bis sozusagen unendlich gross sei.

Wichtig ist nun für den Chemiker aber folgendes:

1. Zellulose ist in den meisten Flüssigkeiten praktisch unlöslich.
2. Zellulose löst sich in keinem Mittel auf, ohne dass dabei chemische Veränderungen auftreten. Dies geht daraus hervor, dass es nie gelingt, aus einer Zelluloselösung alle Zellulose unverändert und vollkommen zurückzugewinnen.

Als Lösungsmittel kommen nur ganz wenige Flüssigkeiten in Betracht. Besonders die Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak, das Reagens von SCHWEIZER, hat die Eigenschaft, Zellulose leicht und rasch zu lösen. Dabei wird aber immer ein Teil der Zellulose zersetzt, oder, wie man sagt, *a b g e b a u t*, sodass beim Ansäuern der Lösung mit Salz- oder Schwefelsäure immer ein gewisser Teil verloren geht. Diese Menge beträgt je nach der Zeit, während welcher die Zellulose gelöst war, 2, 5, 10 und mehr Prozent der Baumwolle.

Man hat heute einen recht guten Einblick in den Mechanismus derartiger Lösungs- und Abbauvorgänge, und man betrachtet die Lösung von Zellulose in dem Schweizerreagens als eine Verbindung von Kupferoxyd, Ammoniak und Zellulose, der man z. B. folgende Formel zuweist.



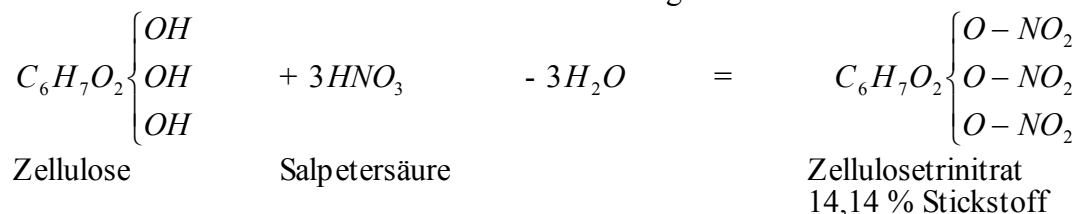
Lässt man nun diese Lösung längere Zeit stehen, dann zerfällt das grosse Zellulosemolekül allmählich in kleinere Bruchstücke, um schliesslich vollkommen in Traubenzucker (Glukose) und andere Produkte umgewandelt zu werden.

Einen ähnlichen Abbau bewirken Mineralsäuren bei höherer Temperatur, wobei zum Schlusse die ganze Menge der Zellulose in Glukose umgewandelt wird. Der Chemiker sagt, dass die Zellu-

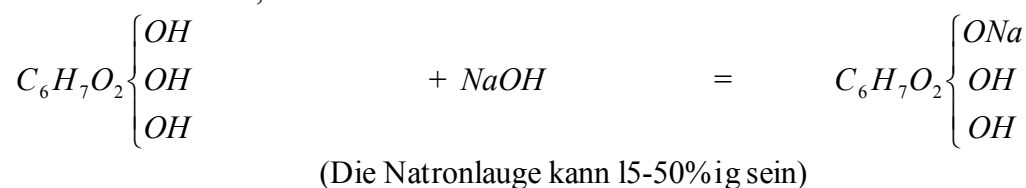


Derivate der Zellulose bekommt man auf die verschiedenste Art. Meist behandelt man die Zellulose mit einer Säure oder einem Säureanhydrid in Gegenwart eines wasserentziehenden Mittels, wie konzentrierter Schwefelsäure, Essigsäureanhydrid, Eisessig (d. i. 100% Essigsäure).

Schematisch stellt man sich diese Reaktion wie folgt vor:

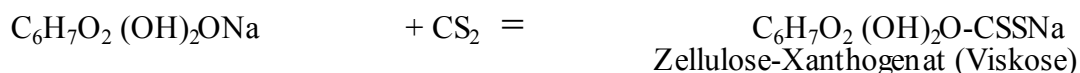


Andere Zelluloseverbindungen kann man auch dadurch erhalten, dass man zuerst Natronlauge auf diese einwirken lässt, wodurch Alkalizellulose entsteht:

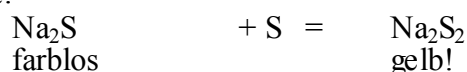


Diese Verbindung spielt in der Technik der Zellulose eine sehr grosse Rolle, weil dadurch die Eigenschaften der daraus regenerierten Zellulose weitgehend verändert werden. Man spricht dann von hydratisierter Zellulose, oder von mercerisierter<sup>2</sup> Zellulose.

Über die Alkalizellulose kann man nun eine ganze Anzahl von wichtigen Verbindungen gewinnen, die sich durch neue und technisch wertvolle Eigenschaften auszeichnen. Man gewinnt durch Behandeln der Alkalizellulose mit Toluolsulfochlorid das neue Immungarn, welches sich mit gewöhnlichen Farbstoffen nicht mehr anfärbt. Ferner bekommt man daraus die wichtigen Alkylzellulosen, die in Wasser löslich sind und als Emulgiermittel, Schlichtemittel u. a. m. steigende Verwendung finden. Für uns ist nur ein Derivat der Alkalizellulose interessant, nämlich das Einwirkungsprodukt von Schwefelkohlenstoff. Dadurch erhält man eine neue in Wasser leicht lösliche Verbindung, deren Bildungsweise man wie folgt veranschaulicht:



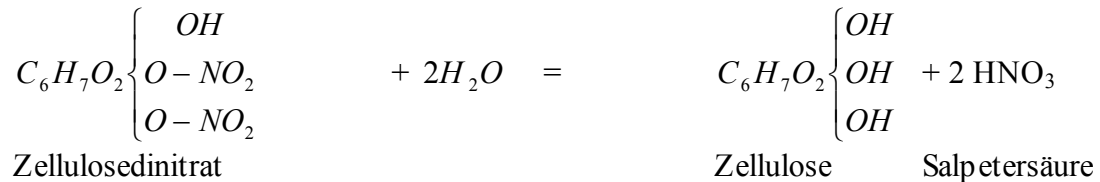
Die Schwefelkohlenstoffverbindung der Alkalizellulose nennt man Zellulose-Xanthogenat (xanthos = gelb) oder nach dem Vorschlage von BEVAN und CROSS *Viskose*. Die „Viskose“ löst sich reichlich in Wasser zu einer honiggelben bis ganz schwach gelben Flüssigkeit. Beim Ansäuern der Viskoselösung wird die Zellulose unverändert ausgefällt, wobei gleichzeitig Schwefelwasserstoff, Kochsalz (wenn man mit Salzsäure fällt), Schwefel und andere Körper entstehen. Die aus Viskoselösungen gefällte Zellulose ist immer mit Schwefel durchsetzt und muss nachträglich durch besondere Operationen davon befreit werden. Dies geschieht technisch ausschliesslich durch Behandeln mit Schwefelnatriumlösung, welche den Schwefel leicht und rasch zu „Polysulfid“ auflöst:



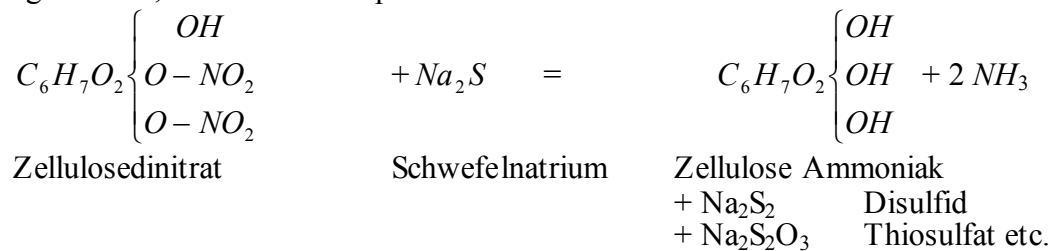
<sup>2</sup> Anmerkung: Der Name „mercerisieren“ stammt aus dem Jahre 1844, da der Industrielle JOHN MERCER zeigte, dass durch Behandlung von Baumwolle (Zellulose) eine neuartige wertvolle Baumwolle erhalten werden kann. Die Mercerisieroperation ist die wichtigste technisch-chemische Operation in der Baumwollindustrie, die einzige, welche die Baumwolle in jeder Hinsicht veredelt (Zunahme der Festigkeit, der Färbstoffaufnahme fähigkeit, des Glanzes).

Gerade so, wie man das Zellulosexanthogenat leicht wieder in Zellose zurückverwandeln kann, gelingt es auch, die andern Derivate wieder in Zellulose zurückzuverwandeln. Diese Operation des Rückverwandeln von Zellulosenitrat oder Zelluloseazetat nennt man „verseifen“.

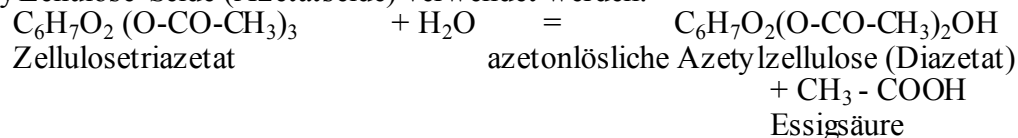
So wird beispielsweise die „Nitrozellulose« (Zellulosenitrat!) mit Säuren leicht verseift, wobei wieder die ursprünglichen Komponenten entstehen



Die gleiche Reaktion kann man auch dadurch bewirken, dass man auf die Nitrozellulose Schwefelnatrium einwirken lässt. Dabei wird aber nur die Zellulose unverändert zurückgewonnen, während die Salpetersäure zu Ammoniak reduziert wird:



Auch die Azetylzellulose kann man mit Säuren leicht wieder verseifen, besonders mit ziemlich konzentrierter wässriger Essigsäure, wobei man die Reaktion leicht so leiten kann, dass nicht alle Azetylgruppen entfernt werden. Dadurch erhält man unvollkommen azetylierte Zellulosen, die in Azeton sehr leicht löslich sind und in grossem Maßstabe zur Gewinnung der Azetylzellulose-Seide (Azetatseide) verwendet werden.



Es muss noch einmal betont werden, dass bei allen derartigen chemischen Einwirkungen niemals alle Zellulose regeneriert wird, da immer ein gewisser Teil in Lösung bleibt und dem Prozesse verloren geht. Ein konkretes Beispiel wird bei der Besprechung der Viskose - Kunstseide gegeben werden.

Gerade die Tatsache, dass ein bestimmter Teil der Zellulose immer verloren geht, hat zu der Ansicht geführt, dass bei chemischen Reaktionen die Grundsubstanz ( $\alpha$ -Zellulose) leicht in  $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose umgewandelt werde. Die verschiedenen Zwischenstufen sind nur sehr unvollkommen erforscht, ja man weiss nicht einmal bestimmt, ob die wohldefinierte Zellobiose, eine Verbindung von zwei Molekülen Glukose (unter Austritt von Wasser) im ursprünglichen Zellulosemolekül vorhanden war, oder ob sie durch Neuorientierung der Glukose und Wiedervereinigung entsteht. Näher darauf einzugehen hat hier keinen Wert, sondern es sei nur auf die Analogie mit der Bildung von Rohrzucker aus Glukose und Fruktose hingewiesen, die sich auch nicht ohne weiteres verwirklichen lässt.

Literatur: Kurt Hess. Die Chemie der Zellulose (Leipzig 1928).

K.H. MEYER. „Naturwissenschaften“ (1928), pag. 785.

HERMANN STAUDINGER. „Naturwissenschaften“ (1929), pag. 144.

P. KARRER. Kohlehydrate.

### Reinigung der Zellulose.

Im Prinzip ist es gleichgültig, ob man von Zellstoff, oder von Baumwoll-Linters ausgeht. In jedem Falle muss die Zellulose sorgfältig gereinigt und gebleicht werden, auch wenn zum Schlusse der Kunstseidenfabrikation eine Schlussbleiche gemacht wird. Meist beziehen die Kunstseidenfabriken fertig gebleichten Zellstoff, oder Baumwoll-Linters, so dass diese Operation ganz kurz behandelt werden kann. Die Reinigung der Zellulose erfolgt nach den gleichen Methoden, die in der Baumwollindustrie üblich sind, nämlich Kochen mit Lauge, unter Umständen unter geringem Druck, d. h. bei ca. 115° C im „Beuchkessel“. Als Lauge verwendet man ausschliesslich Natronlauge, und zwar wie bei der Baumwollbleiche solche von 1-2% Ätznatrongehalt.

Nach dem Kochen im Kessel wird die Zellulose gewaschen, meistens indem man zuerst den Zellulosebrei in Zentrifugen von der überschüssigen Lauge so gut es geht befreit, worauf man ihn in grossen Portionen (1000-5000 kg auf einmal) im sogenannten „Holländer“ mit Natriumhypochlorit und darauf mit verdünnter Mineralsäure behandelt. Dazu werden je nach dem momentanen Preis Salzsäure oder Schwefelsäure verwendet. Die Menge des „aktiven Chlores“ kann je nach der Reinheit des Ausgangsmateriales zwischen 0,5-1,5 % schwanken. Nach dem Chloren wird die Zellulose gründlich im Holländer bearbeitet, dann filtriert und ausgewaschen. Darauf bringt man sie auf Papiermaschinen in eine praktische Form, das heisst dicke löschblattartige Kartons, die getrocknet werden. Die Baumwolle wird meist getrocknet und darauf in Ballen gepresst, wie wenn es sich um gewöhnliche Baumwolle handelte.

Wenn man die Baumwolle auf Chardonnetseide verarbeitet, muss sie in Lufttrockenöfen sorgfältig auf einen Wassergehalt von 1 % oder wenn möglich 0,5 % gebracht werden. Auch muss bei der Chardonnetseide, wo die lose Baumwolle mit einer Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure behandelt wird, unbedingt darauf gehalten werden, dass nur ganz gut gebleichte Baumwolle verwendet werde, weil sonst die Nitrierung leicht „durchbrennen“ kann.

Bei der Darstellung der Chardonnetseide und der Azetatseide verwendet man bis heute ausschliesslich Baumwollzellulose, dagegen bei der Viskoseseide meist Zellstoff. Bei dem Kupferoxydammoniakverfahren ist es besser, sich der Baumwolle zu bedienen, weil die Kunstseide dadurch fester wird. Die Preise von Zellstoff und Baumwolle im fertig gebleichten Zustande verhalten sich ungefähr wie 1: 2. Die Reinigung der Baumwolle kostet dabei mehr als das Doppelte als die rohen Linters. Es ist schwer einen genauen Preis für Linters und Zellstoff anzugeben. Zellstoff dürfte heute ungefähr 2 Fr. kosten gegen 4 Fr. der reinen gebleichten Baumwolle. Es ist daher klar, dass jene Verfahren, welche Zellstoff verwenden können, bei den gegenwärtigen gedrückten Kunstseidepreisen einen grossen Vorsprung haben.

Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Azetatseide erlauben es, aus Zellstoff ein Material zu erzeugen, welches gegenüber jenem aus Baumwolle nur ungefähr 10 % geringere Festigkeit aufweist. Die Daten über Kupferoxydammoniakseide die mir zur Verfügung stehen, erlauben mir keine sicheren Schlüsse in bezug auf die Verwendung der beiden Zellulosearten zu ziehen. Die Nuera-seide kann ohne weiteres aus Zellstoff hergestellt werden, wie natürlich auch die Viskoseseide, eine Tatsache, welche den billigen Preis dieser verbreitetsten Kunstseide erklärt.

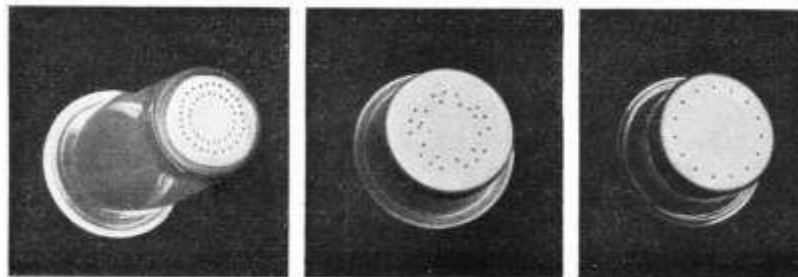


Abb. 5 Spinnndüsen mit vielen Löchern, aus Metall (Gold, Platin)

## Spinnen der Kunstseide.

Obschon es eigentlich nicht folgerichtig ist, zuerst das „Spinnen“ der Kunstseide zu behandeln, möchte ich dennoch diese Operation wenigstens teilweise zuerst besprechen, weil sie in verschiedenen Varianten bei allen vier Kunstseiden in fast identischer Weise vorgenommen wird. Dagegen ist das Lösen der Zellulose eine derartig komplizierte und individuelle Sache, dass es nötig sein wird, diese Methoden jeweils ausführlich an ihrem Orte zu besprechen.

Schon der Ausdruck „Spinnen“ ist irreführend, weil man gewöhnlich in der Technik unter

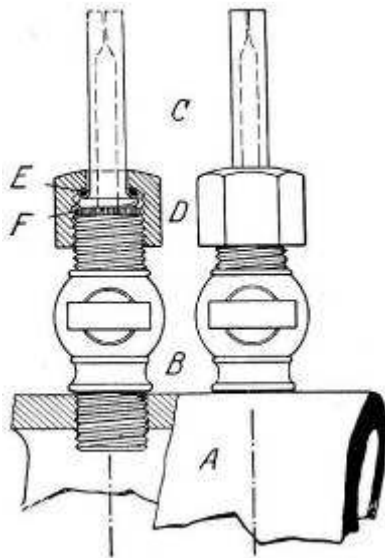


Abb. 6. Glasspinnndüsen (natürliche Grösse) für Chardonnetseide

Spinnen jene Operation versteht, bei welcher längere oder kürzere Fäden mittels des Spinnprozesses zu langen Fäden zusammengedreht werden. Bei der Kunstseide ist diese Arbeit wohl mit bereits vorhandenem Material möglich und wird tatsächlich in steigendem Masse ausgeübt (Stapelfaser), aber die erste und notwendige Bedingung zur Herstellung eines Fadens bildet das Auspressen eines feinen Flüssigkeitsstrahles der Zelloسلösung in eine Umgebung, welche die gelöste Zellulose zum Erstarren bringt, wodurch je nach der Feinheit der Ausspritzöffnung ein mehr oder weniger dünner Faden entsteht.

Es sind verschiedene Methoden des Spinnens der Zelloسلösungen bekannt, und zwar wird für jede Art der Kunstseide und für jede besondere Marke je nach Bedarf die eine oder die andere Methode gebraucht.

Am einfachsten gestaltet sich das Spinnen der Azetatseide. Hier werden Lösungen von Zelloسلazetat (22-26 %ige) in Azeton direkt in die Luft gespritzt. Es muss dabei Sorge getragen werden, dass sozusagen alles Lösungsmittel vor dem Aufwickeln des Fadens verdunstet ist, weil dieser sonst

zusammenklebt. Es ist auch nicht möglich, den Faden, wie das z.T. bei der Chardonnetseide geschieht, in Wasser zu spritzen, weil der Faden sonst matt und unansehnlich würde.

Viel komplizierter gestaltet sich das Spinnen bei den beiden andern Kunstseiden, nämlich der Kupferoxyd-Ammoniakseide und der Viskoseseide. Hier wird die Lösung der Zellulose in ein Fällbad gespritzt und zwar bei Temperaturen zwischen  $0^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  und bei Säurekonzentrationen zwischen  $0\%$  -  $60\%$ . Dabei wird die Düse in die Fällflüssigkeit (Fällbad) eingetaucht und der erhaltene Faden durch besondere Vorrichtungen aufgewickelt, unter Umständen sogar direkt verzwirrt (Spinntopfverfahren, 5. d.). Näheres findet man weiter hinten.

Als Spinnndüsen, so nennt man die Ausspritzeinrichtungen, verwendet man entweder Röhrchen, die nur ein Loch haben, welches genau kontrolliert werden muss, oder sozusagen ausschliesslich Düsen, die viele feine Öffnungen besitzen, so dass man in der Lage ist, ein eigentliches Faserbündel zu erzeugen. Beistehende Düsen werden heute allgemein verwendet (Abb. 5 und 6). Man macht sie bei der Azetatseide, der Kupferoxydammoniakseide und der Chardonnetseide nur aus Glas, wogegen bei der Viskose und der Lilienfeldseide noch immer das teure Platin oder Gold gebraucht wird. Da bei den Verfahren, welche das Streckspinnverfahren erlauben, die Löcher der Düsen weiter sein können, bietet das Bohren der Düsen keinerlei Schwierigkeiten.

Die Kontrolle der Feinheit der Öffnungen geschieht in eleganter Weise dadurch, dass man Leuchtgas bei bekanntem Druck hindurchleitet und die Flammenhöhe beobachtet. Die Abbildung erläutert eine solche Probe ohne weitere Erklärung (Abb. 7).

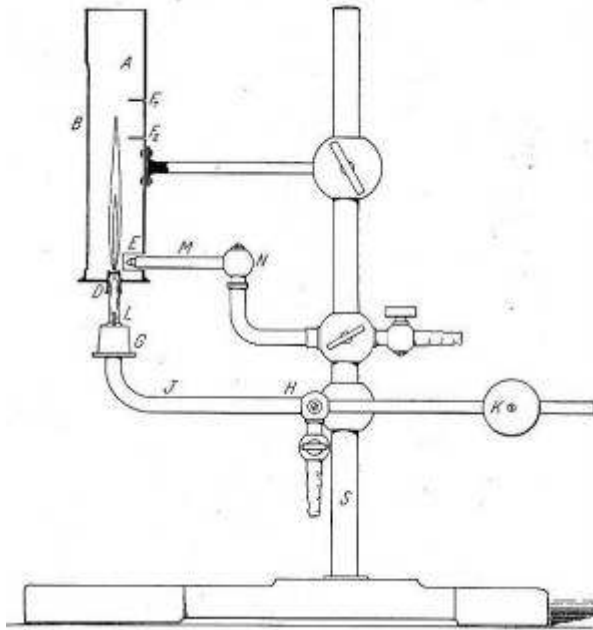


Abb. 7. Prüfapparat für Spinndüsen.  
Die Grösse der Gasflamme zeigt die Feinheit der Düse (D) an.

Einrichtungen erdormen, um eine ganz bestimmte Menge Spinnflüssigkeit in einem gegebenen Zeitraume durch die Düsen zu pressen, ohne dass die Viskosität (Dickflüssigkeit) eine bemerkenswerte Rolle spielen würde. Man kann die verwendeten Apparate, die man allgemein als Spinnpumpen bezeichnet, in zwei Klassen einteilen. Jene, bei denen die Flüssigkeit durch mehrere konzentrische Kolben zu den Düsen geleitet wird, und jene, welche die zu spinnende Flüssigkeit durch Zahnräder, zwischen denen die Flüssigkeit eingeschlossen ist, weiterbewegt wird. Beide Systeme werden verwendet. Dagegen kann man bei der Chardonnetseide keine Pumpen verwenden und, soviel mir bekannt ist, nur unter bestimmten Bedingungen bei der Azetatseide. In diesen beiden Fällen muss man den Druck der Spinnflüssigkeit dadurch regulieren, dass man grosse Mengen von Spinnflüssigkeit von bekannter Viskosität unter gemessenen Druck bringt. Es geschieht das mittels sogenannter hydraulischer Akkumulatoren, wie sie bei der Besprechung der Chardonnetseide beschrieben und auf nebenstehender Abbildung veranschaulicht sind. Die beigegebenen Bilder der beiden Pumpensysteme auf Seite 14 erläutern sich von selbst.

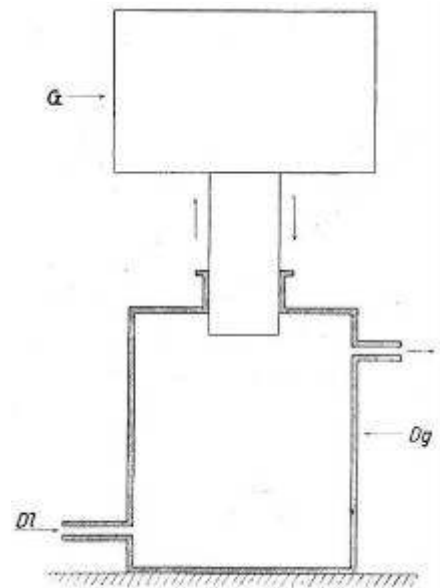


Abb. 8. Schema eines hydraulischen Akkumulators.

G= Gewicht, Dg= Druckgefäss  
Dl= Druckleitung

Grosse Schwierigkeiten bereitet das tadellose Filtrieren der Spinnlösungen, weil nur bei absolut glasklaren Lösungen die Spinnflüssigkeit gleichmässig durch die Kapillaren ausfliesst. Man ist daher genötigt, die Flüssigkeiten, die zum Verspinnen kommen, peinlich zu filtrieren. Dies geschieht zu verschiedenen Malen während der Bereitung der Zelluloselösungen (siehe daselbst), und im letzten Augenblicke wird die austretende Lösung durch ein winziges Filter getrieben, welches sozusagen zu der Spinndüse gehört. Sollte je eine Düse ausgeschaltet werden müssen, so geschieht dies einfach durch Schliessen des entsprechenden Düsenhahmens. Die Abbildungen zeigen die verschiedenen Details einer Spinndüse auf das deutlichste (siehe Abbildung 5 und (3)). Da auf eine vollkommene Gleichmässigkeit der Dicke oder, wie man sagt, der Deniers in steigendem Masse Gewicht gelegt wird, hat man

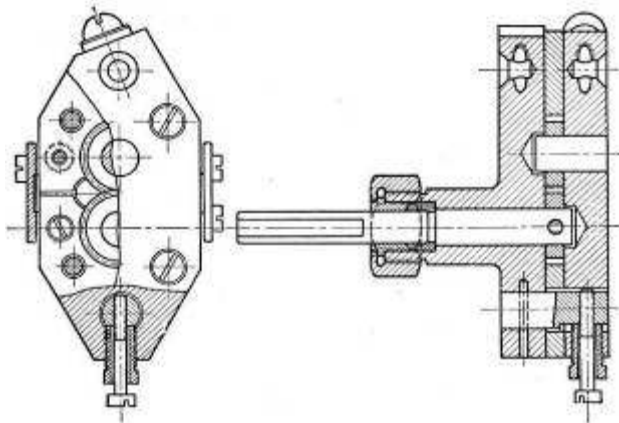
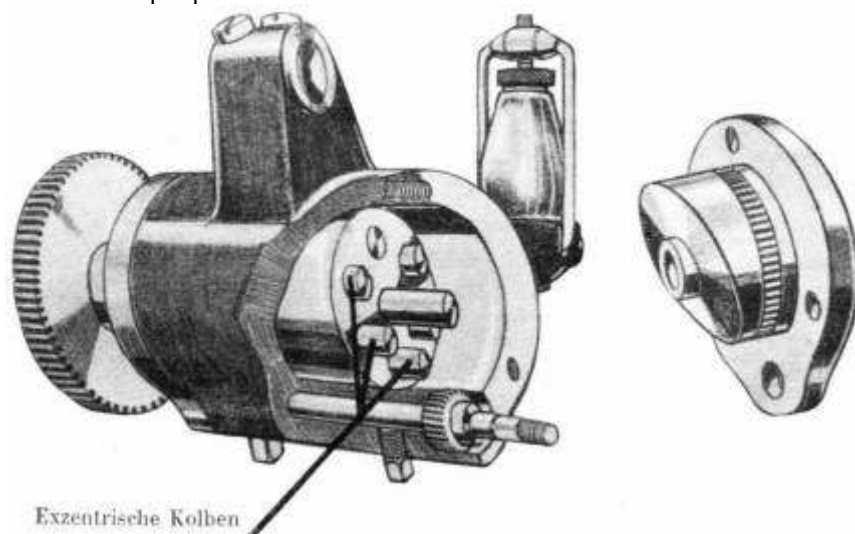


Abb. 9. Zahnradpumpe



Abb. 10. Ähnliche Pumpe



Exzentrische Kolben

Abb. 11. Kolbenspumpen mit exzentrischem Kolben

## Die Chardonnetseide.

Die Geschichte der Chardonnetseide ist ein äusserst interessanter Beleg dafür, wie eine Erfindung während vieler Jahre ins Auge gefasst wurde, wie sie sich plötzlich zu unerwarteter Grösse und finanzieller Bedeutung entwickelt und wie sie verhältnismässig rasch von andern billigeren und z.T. besseren Verfahren verdrängt wird. Sie ist aber auch ein Beweis dafür, dass eine, wenn auch veraltete Industrie befruchtend auf das ganze Gebiet wirken kann und wie der ursprüngliche Erfinder es erleben muss, dass er von glücklicheren Konkurrenten überflügelt wird.

Der erste Chemiker, welcher den Gedanken hatte, dass es möglich sein sollte, den glänzenden Faden des Maulbeerspinners (*Bombix mori*) auf künstlichem Wege nachzuahmen, war der berühmte französische Chemiker René-Antoine Ferchault de Réaumur (geboren 1683, gestorben 1757). Wohl durch seine scharfsinnigen Beobachtungen über die Bildung der festen Schalen vieler Tiere angeregt, kam er auf die Idee, durch Verfestigung von Gelatinefäden eine künstliche Faser zu erzeugen, welche der Seidenfaser ähnlich wäre. Dieser im Jahre 1734 geäusserte Geistesblitz konnte aber keinerlei praktische Folgen haben, weil Chemie und Technik dem Erfinder noch keine Mittel in die Hand gaben, um ein derartiges Ziel zu erreichen.

Die französische Revolution, das erste Kaiserreich und die grosse industrielle Entwicklung der nachfolgenden 40 Jahre liessen dieses Problem wieder auftauchen. Im Jahre 1846 wurde das Material entdeckt, welches den Grund zu der heutigen Industrie der Kunstseide legen sollte, nämlich das

alkohol-ätherlösliche Zellulosenitrat, welches man häufig zu Unrecht als Nitrozellulose bezeichnet. Diese interessante Verbindung - man nennt sie auch Kollodiumwolle - ist von dem Chemiker Christian Friedrich Schönbein (geb. 1799, gest. 1865, Professor in Basel von 1828 bis zu seinem Tode) entdeckt worden<sup>3</sup>.

Wir sehen dann schon im Jahre 1855 den Lausanner AUDEMARS sich des neuen Materials bemächtigen. Er schlug in seinem englischen Patente Nr.253 vom Jahre 1855 vor, den Bast von Maulbeerbäumen nach der Methode von SCHÖNBEIN zu nitrieren, darauf aus dem Produkt, welches in einem Gemische von Alkohol und Äther löslich ist, eine Lösung herzustellen und durch Eintauchen einer spitzen Nadel in die honigdicke Flüssigkeit Fäden auszuziehen. Diese im Prinzip wohl richtige Erfindung konnte keinen Erfolg haben, weil die technische Ausführung doch gar zu primitiv war. Immerhin verdient es festgehalten zu werden, dass schon 35 Jahre vor der praktischen Lösung der technischen Schwierigkeiten ein erster Gedanke auftauchte, welcher einen richtigen Kern enthielt. Besonders merkwürdig scheint es uns heute, dass AUDEMARS, wohl aus einer unbewussten Einstellung heraus, den Bast von Maulbeerbäumen zur Gewinnung von Kunstseide gewählt hat, wie wenn es nötig wäre, den inneren Zusammenhang zwischen der Seide des Maulbeerspinners und dem neuen Materiale aufrecht zu erhalten.

Später, im Jahre 1852, benützte man dann die Eigenschaft der gelösten Kollodiumwolle, sich in dünne Fäden ausziehen zu lassen, zur Herstellung von verhältnismässig dicken Fäden, welche nachträglich durch eine besondere Operation wieder in Zellulose zurückverwandelt wurden (Denitrierung). Man erkannte nämlich, dass eine derartige regenerierte Zellulose besonders dichte und widerstandsfähige Kohlenfäden gebe, die für die gerade damals von Edison erfundene Kohlen-Glühfaden-Lampe verwendet wurden<sup>4</sup>. Es sei hier daran erinnert, dass man später auch aus der sogenannten Kupferseide vielfach die Träger der bekannten Auerschen Glühstrümpfe (incandescent light) hergestellt hat, weil auch dieses Material sich durch besonders günstige Eigenschaften in bezug auf Schrumpfung beim Verkohlen auszeichnet. Sogar Gewebe aus Zellulose, die aus nitrirter Baumwolle erhalten worden waren, konnte man im Jahre 1885 auf einer Ausstellung in London sehen (SWANN's Erfindung).

Obschon nun die Industrie der „Nitrokunstseide“ sozusagen fertig vorlag, brauchte es dennoch weitere vier Jahre, bis Graf Hilaire DE CHARDONNET<sup>5</sup> an der Weltausstellung von Paris im Jahre 1889 die erste technisch hergestellte Kunstseide zeigen konnte. Sein Material war aber noch nicht dazu geeignet, grosses Vertrauen einzufliessen, bestand es doch aus unveränderter äusserst feuergefährlicher und explosiver Schiessbaumwolle, wie sie heute nur noch zur Herstellung von verbrennbaren Pulversäcken für schwere Geschütze verwendet wird. Auch war dieses Material sehr unbeständig, indem es sich nach kürzerer oder längerer Zeit von selbst zersetzte und, auch ohne direkten Schaden zu stiften, zu einem unansehnlichen Pulver zerfiel. Graf DE CHARDONNET erfand bald darauf eine einfache und billige Methode, um die entzündliche „Nitrokunstseide“ von den gefährlichen Nitrogruppen zu befreien. (Chemisch richtig heisst es nicht Nitrogruppe, sondern Nitratgruppe, siehe Seite 10 bei der Besprechung der Zelluloseabkömmlinge.)

Diese „Denitrierung“ ermöglichte es erst, die Chardonnetseide als schönes, neues und völlig gefahrloses Fasermaterial auf den Markt zu bringen. Das Verdienst DE CHARDONNET's besteht in erster Linie darin, dass er sich durch keine Misserfolge von dem als richtig erkannten Wege abbringen liess.

<sup>3</sup> Brief Schönbeins an Michael Faraday vom 18. März 1864, Seite 155 des Briefwechsels, herausgegeben von G. W. Kahlbaum und F. V. Darbishire, 1599.

<sup>4</sup> Patente von Swann, Weyne, Powel, Weston, Swinburn, Crookes: corref. nach Ullmann Enzyklopaedie (Band 7, Seite 306, 1. Aufl.).

<sup>5</sup> Graf Hilaire De Chardonnet, dessen eigenhändige Aufzeichnungen aus dem Jahre 1924 die Grundlage zu einem Rapport der Journée Industrielle bilden, ist wenige Wochen nach Erscheinen dieses Rapportes in seinem 55. Lebensjahre am 11. März 1924 in Paris gestorben. (Ein Teil dieses Rapportes ist hier mitverwendet worden, während in dem Kapitel Chardonnetseide in „Herzog, die Kunstseide“, geschrieben von DR. A. v. VAJDAFFY, der grösste Teil dieser wichtigen Mitteilungen übersetzt vorliegt.)

Als Ausgangsmaterial für Chardonnetseide verwendet man ausschliesslich Baumwolle, Linters 1. Diese müssen sorgfältig gereinigt und auf einen Trockengehalt von 1 - 0,5 % Wasser gebracht werden. Die Trocknung geschieht immer in Lufttrockenschränken; Vakuumschränke können natürlich auch verwendet werden.

Um Chardonnetseide zu erhalten, wird die Baumwolle in der Weise nitriert, dass sie in einem Gemische von Aether und Alkohol vollkommen löslich ist. Diese Lösung wird hergestellt und durch geeignete Filter filtriert, was eine schwierige Operation ist, weil die Lösungen ausserordentlich dickflüssig sind. Darauf presst man die Lösung unter hohem Druck in die Luft, und nach einer ganz kurzen Luftstrecke in Wasser. Der so erhaltene sehr explosive Faden wird denitriert, gewaschen und gebleicht, und schliesslich gezwirnt.

#### Nitrierung:

Damit eine in Alkohol-Aether vollkommen lösliche Nitrozellulose erhalten werde, ist es nötig, eine Nitriersäure zu verwenden, die 18 % Wasser enthalte. Technisch verwendet man ein Gemisch von:

18 % Wasser  
14,2 % Salpetersäure  
ca. 67/68 % Schwefelsäure.

Die Wassermenge darf kaum variieren, dagegen hängt die Menge der Schwefelsäure z. T. von der Menge des gelösten Stickoxydes ( $\text{NO}_2$ ) ab. Eine mir bekannte Chardonnetseidenfabrik arbeitete z. B. bei einem  $\text{NO}_2$ -Gehalt von 2-3 % mit oben genannten Zahlen, während man bei höherem  $\text{NO}_2$ -Gehalt etwas mehr Schwefelsäure verwenden muss. Man kann bei einem  $\text{NO}_2$ -Gehalt von 6-7 % ohne weiteres auf 75 Teile Schwefelsäure 100 %ig gehen, aber das Verhältnis von Wasser : Salpetersäure soll immer möglichst nahe an 18 : 14 sein.

Es ist nun unbedingt nötig, dass die Mischsäure, so nennt man das Gemisch von Wasser, Salpetersäure und Schwefelsäure, nach dem Mischer vollständig geklärt werde. Beide Säuren lösen nämlich für sich allein gewisse Mengen Eisensalze auf, die sich nach dem Mischen als feiner weisser Schlamm niedersetzen, auch wenn vorher beide Säuren vollkommen klar waren. Auch etwas Bleisulfat wird bei dem Mischen abgeschieden. Die Klärung, die in grossen Reservoirs aus Eisenblech vor sich geht, dauert ungefähr drei Tage, und nur vollkommen wasserhelle Mischsäure wird zur Herstellung verwendet.

Operiert man mit unreiner Säure, dann gehen die Eisensalze z. T. in die Nitrozellulose über und können nicht mehr vollständig ausgewaschen werden. Sie finden sich in den Lösungen, erschweren die Filtration der Kollodiumwolle-Lösungen und machen die Kunstseide unansehnlich. Zudem bewirken sie unangenehme Verstopfungen der feinen Glasdüsen beim Spinnen.

Die Nitrierungstemperatur beträgt 30-40°. Im Sommer geht man etwas tiefer als im Winter. Das Mengenverhältnis von Baumwolle zu der Mischsäure ist:

11 Teile Baumwolle  
500 Teile Mischsäure.

Die Nitrierung geschieht nach dem sogenannten Topfverfahren. Man gibt die Mischsäure in einen nach unten konisch zugespitzten Gusseisentopf, der auf kleinen Rädern steht. Darauf stösst man die trockene Baumwolle mit einer Eisenzange (ähnlich einer Feuerzange) rasch unter das Niveau der Mischsäure und lässt die Säure 2 Stunden in der Ruhe einwirken.

Die Nitriertöpfe sind auf einer elliptischen Schienenbahn hintereinander aufgestellt und jedesmal, wenn ein neuer Topf gefüllt wird, rutscht der letzte „einen Topf“ vorwärts, bis er nach 2 Stunden an die eiserne Zentrifuge gelangt. Diese ist unter einem Helm aufgestellt, der die schädlichen Gase absaugt. Die Nitriertöpfe werden mit einem Aluminiumdeckel bedeckt.

Es sind so viele Nitriertöpfe vorhanden, dass es immer zwei Stunden dauert, bis ein Topf zur Zentrifuge gelangt.

Nun wird der Nitriertopf, der ähnlich wie ein Kochbuttertopf auf der Seite Henkel besitzt, mittels eines kleinen Flaschenzuges und einer Gabel in die Höhe gehoben, die Arbeiter stürzen den



Der sich bildende Äther destilliert fortwährend ab, zusammen mit dem sich bildenden Wasser. Wenn der Alkohol genügend rein war, kann man mit der angegebenen Menge Schwefelsäure wochenlang ununterbrochen Äther fabrizieren. Mit der Zeit sammeln sich Verunreinigungen in der Säure an, sodass diese ersetzt werden muss. Mit 2000 kg Schwefelsäure kann man leicht 6000 kg Äther in 24 Stunden fabrizieren.

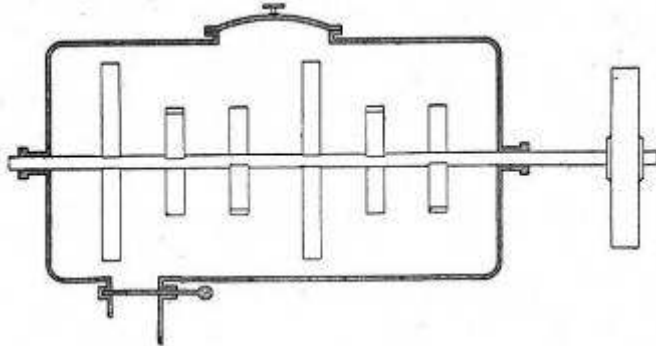


Abb. 12. Schematischer Schnitt durch einen Lösungskessel für Kollodiumwolle.

Die Trennung des Äthers vom Wasser und mitgerissenen Alkohol geschieht durch sogenannte Fraktionierkolonnen, d.h. hohe, mit Wasser von aussen kühlbare Rohre von ca. 50 cm Durchmesser, die inwendig mit Siebböden oder andern Trennungsvorrichtungen versehen sind, deren

Konstruktion nicht hierher gehört. (Siehe Lehrbücher über chemische Technologie.)

Das Auflösen der Kollodiumwolle (Schiessbaumwolle, Nitrozellulose) erfolgt in liegenden eisernen zylindrischen Gefässen von 3000 Liter Inhalt. Diese Zylinder sind mit einer langsam laufenden Rührvorrichtung versehen. Die Lösung erfolgt bei 20-25°, und man gibt das Lösungsmittel nach und nach in drei Portionen hinzu. Die Lösungsdauer beträgt 5 Stunden, worauf man die sehr dicke Lösung noch 24 Stunden stehen lassen muss, damit die eingeschlossene Luft entweichen kann. Es ist nicht möglich, dieses Entweichen durch Evakuieren zu beschleunigen, weil dabei der Äther einfach wegkochen würde.

Die beistehenden Abbildungen zeigen einen schematischen Schnitt eines Lösungskessels, sowie eine Abbildung aus der Technik.

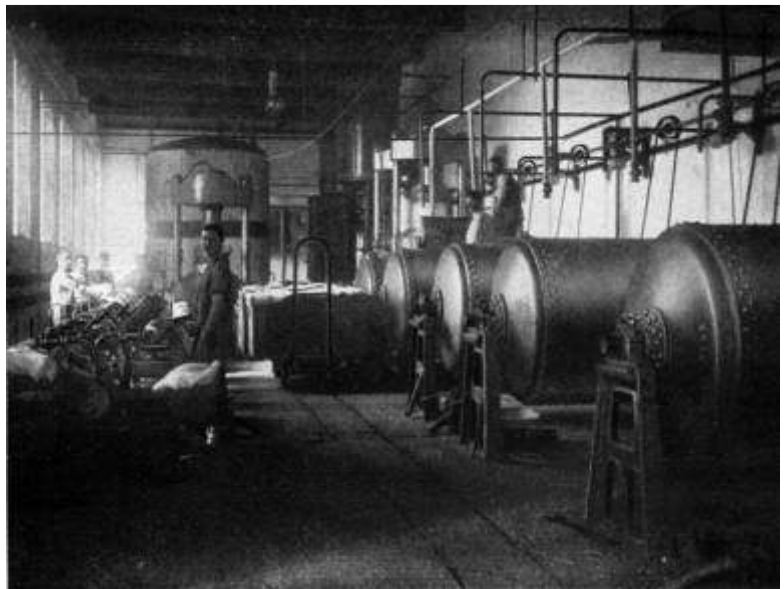


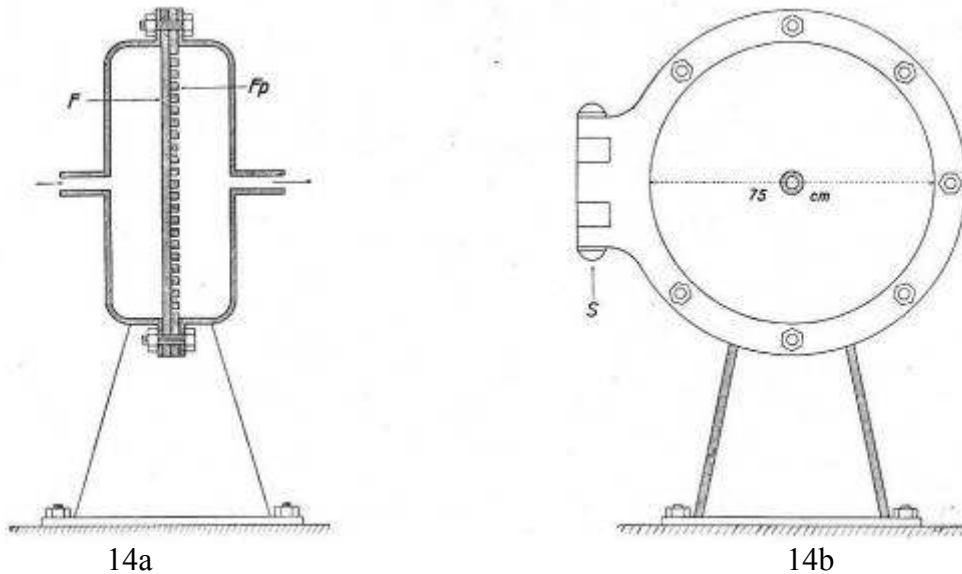
Abb. 13. Lösungskessel für Kollodiumwolle in der Fabrik

Die Lösung wird nun im Laboratorium auf den Gehalt an Kollodiumwolle geprüft, weil dieser Gehalt natürlich die Dicke des Fadens bestimmt. Derartige Lösungen sind so dick, dass man das Gefäss, in welchem sie sich befinden, ohne weiteres umkehren kann.

### Filtration:

Die Filtration findet in besonderen sehr stark konstruierten Filterpressen statt, deren Konstruktion durch die Abbildungen 11 u. 12 erläutert wird. Es sind Filterpressen, die am ehesten mit einer Taschenuhr verglichen werden können. Die Flüssigkeit wird mit kräftigen Kolbenpumpen in die Filterpresse gedrückt. Als Filter dienen Seidengaze oder ganz feines Baumwolltuch, auf welchem Verbandwatte ausgebreitet ist. Da die dicke Lösung nur sehr schwer durch das Filter getrieben wird, muss man hohe Drucke anwenden. Der Druck beträgt normalerweise 40 Atmosphären, kann aber bei unreiner Nitrozellulose bis 60 Atmosphären (60 kg pro cm<sup>2</sup>) steigen. Für so hohe Drucke kann man nur

Filterpressen aus Stahlguss verwenden. Wenn ungefähr 600 Liter Flüssigkeit filtriert sind, ist das Filter verstopft und muss ausgewechselt werden. Die filtrierte Lösung ist aber noch lange nicht klar genug und muss noch mindestens zwei Mal durch gleiche Filterpressen getrieben werden.



F = Filter; Fp = Filterunterlage aus Drahtnetz und Stahl. S = Scharnier.  
Abb. 14a und 14b. Schematischer Schnitt durch eine Filterpresse aus Stahlguss für Kollodiumlösung in Aether-Alkohol. Druck 30-60 Atm.

Der Filtrationsdruck fällt mit steigender Reinheit der Lösungen bis auf ungefähr 35 Atmosphären, trotzdem man immer feinere Filtertücher verwendet.

Die so erhaltene Lösung von Kollodiumwolle in Äther-Alkohol ist glasklar und tritt beim Öffnen des Probehahns einem Glasstab gleich heraus.

Um diese Lösung zu verspinnen, muss sie nun unter einen genau regulierten Druck gebracht werden, was durch hydraulische Akkumulatoren geschieht. Die Abbildung 5 zeigt schematisch eine derartige Einrichtung. Sie besteht aus einem sehr starkwandigen Eisenkessel, der oft innen verzinkt ist.

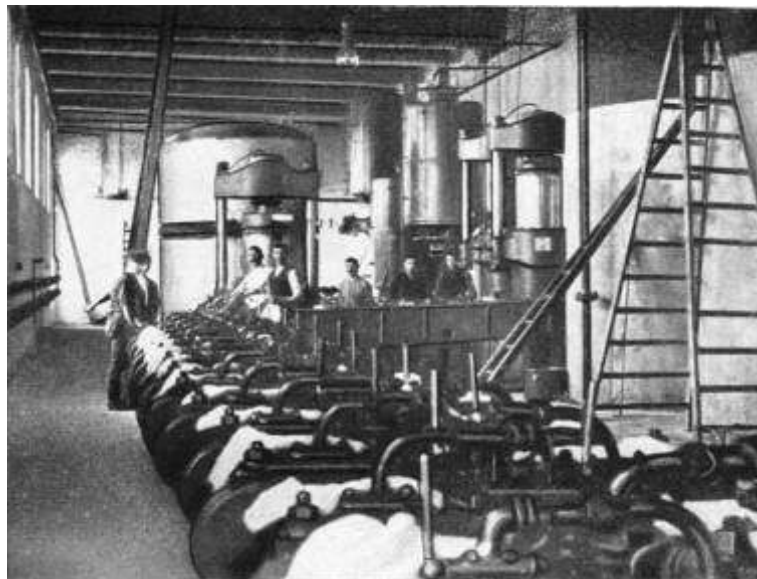


Abb. 15. Ansicht einer Kollodiumfilterpressen-Batterie in der Fabrik

Der nötige Druck wird dadurch erreicht, dass man die zu spinnende Kollodiumlösung in den Kessel mit einer Kolbenpumpe hineindrückt und durch einen aufgesetzten dichtschiessenden Kolben, der stark beschwert ist, für einen regelmässigen Druck sorgt:



Abb. 16. Vorratsgefäße für die klarfiltrierte Spinnlösung.

Das Spinnen der Kollodiumlösung erfolgt in folgender Weise: Man presst die Lösung in einen Spinnapparat, der aus einem langen Stahlrohr besteht, auf welchem z. B. in einer einzigen Reihe 700 Glas-Spinndüsen aufgesetzt sind (Abbildungen 6, 17 und 18).

Die Zeichnung gibt ein gutes Bild der allgemeinen Anordnung eines derartigen Spinnapparates. Es sind, wie man sieht, in dem gleichen Apparate z w e i symmetrisch angeordnete Spinnleitungen angebracht. Ein Apparat hat also 1400 Düsen.

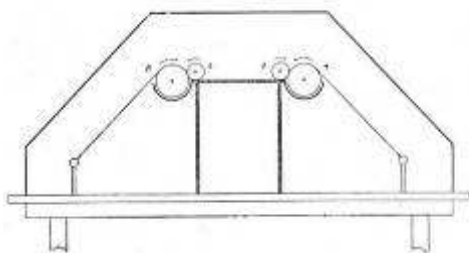


Abb. 17. Schema der Spinnvorrichtung für Chardonnetseide.

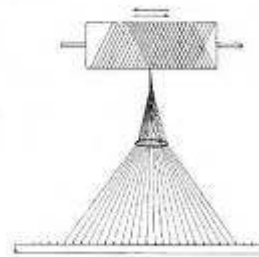


Abb. 18. Führung der Fäden

Die Kollodiumlösung tritt aus der feinen Glasöffnung aus und wird ungefähr 40 cm durch die Luft geführt. Da der Glaskasten, in den der Faden eintritt, mit einem trockenen Luftstrom sehr gut gelüftet ist, erstarrt er fast augenblicklich. Er wird nun mit 8-14 gleichen Fäden zusammengefasst (siehe die Skizze) und auf eine sich drehende hölzerne Walze aufgewickelt. Diese Walze läuft auf einer sich drehenden Leitwalze aus Kupfer oder Stahl (Abbildung 18) und diese wiederum liegt in Wasser. Dadurch ist die Aufwickelwalze nass. Das Wasser läuft in dünnem Strahle auf der Seite in die Wasserrinne und auf der andern Seite des Spinnapparates hinaus. Es führt ca. 8% Alkohol mit sich. Die Luft., die in den Apparat geblasen wird, tritt am entgegengesetzten Ende aus und wird mit Ventilatoren in die Absorptionstürme geblasen. Diese sind hohe Türme aus säurefester

Volvick-Lava. Die Füllung besteht aus Koks, der mit Schwefelsäure berieselt ist. Die Schwefelsäure verschluckt allen Alkohol und Äther, der in der Luft ist. Aus dem ablaufenden Gemisch von Schwefelsäure, Äther, Alkohol und Wasser gewinnt man von Zeit zu Zeit Alkohol und Äther in Form von Ä t h e r zurück (Einblasen von Wasserdampf). Die Schwefelsäure wird in grossen Bleipfannen und zum Schluss in Gusseisenpfannen konzentriert, worauf sie in die Kokstürme zurückgeht. Das Wasser, welches aus dem Spinnapparate austritt, wird einfach destilliert. Trotz dieser recht komplizierten Operationen verliert man höchstens 10% des verwendeten Lösungsmittels.

Kehren wir zu den Spinnwalzen zurück. Die Walzen werden durch eine einfache Vorrichtung (Exzenter) fortwährend hin- und hergeführt, wodurch der Faden regelmässig aufgewickelt wird. Es ist Vorsorge getroffen, dass immer, wenn ca. 2000 Meter Seide aufgewickelt sind, die Walze

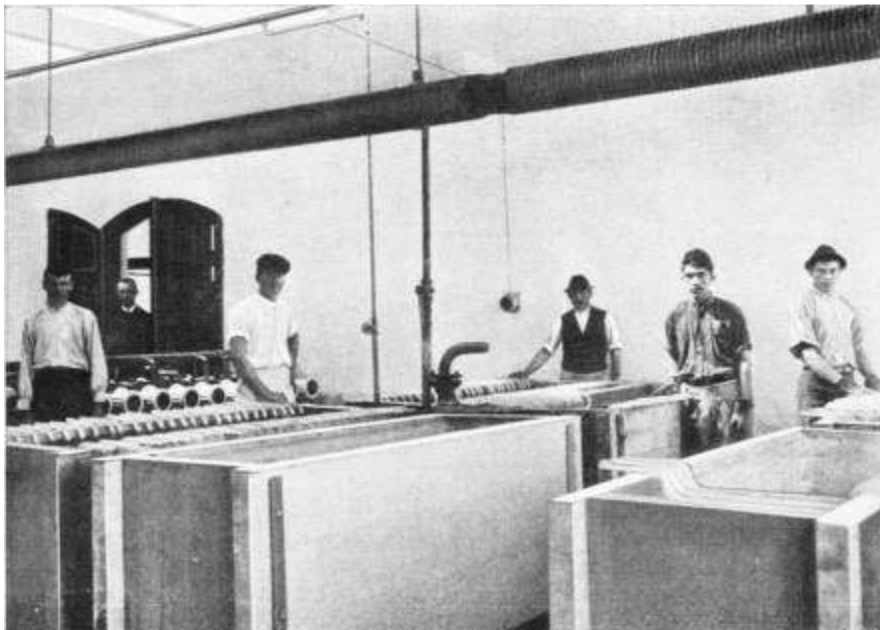


Abb. 19. Umziehen der Nitroseide in dem Denitrierbade von Schwefelnatrium.

durch eine neue ersetzt wird. Dies geschieht automatisch. Damit der aus der Spinndüse austretende Faden durch das Dickerwerden der Walze nicht gestreckt werden muss, muss man ein sogenanntes Differenzialgetriebe verwenden, welches nach und nach die Walze immer etwas langsamer dreht. Man kann aber auch ohne diese aus der Baumwollindustrie übernommene Einrichtung arbeiten, wenn an die vollkommene Gleichmässigkeit des Fadens nicht zu hohe Anforderungen gestellt werden.

Die fertig aufgewickelten Walzen sind nun zur weiteren Verarbeitung bereit. Sie haben z. B. 2000 m Faden aufgewickelt und zwar 8-14 Fäden. Die Dicke des einzelnen Fadens beträgt rund 7 Deniers, er wird jedoch, wie wir sehen werden, auf die Hälfte erniedrigt und zwar durch die nun folgende Denitrierungsoperation.

So, wie der Faden vorliegt, ist er ausserordentlich gefährlich. Er besteht aus reiner Nitrozellulose, die höchst explosiv ist. Man muss ihn daher in eine harmlose Form überführen. Dies geschieht durch die Denitrierung.

Man bringt die Walzen zuerst in das Haspelhaus, wo sie auf Strangform abgehaspelt werden. Darauf werden sie in das Denitrierhaus gebracht. Dies geschieht in Portionen von ungefähr 50 kg in kleinen Handwagen, die mit einem feuchten Tuche gedeckt sein müssen. Es ist nämlich in der grossen polnischen Chardonnetseidefabrik einmal vorgekommen, dass ein Funke des Hochkamines auf einen kleinen Transportwagen gefallen ist, wodurch eine furchtbare Explosion entstand, welche die beiden Arbeiter, die den Wagen über die Fabrikstrasse zogen, in kleine Stücke zerriss.

Die noch feuchten Stränge werden nun auf Stäbe gelegt, in das Denitrierbad eingetaucht und fleissig umgezogen (siehe Abbildung 19).

Das Denitrierbad besteht aus einer 3 %igen Kalziumsulfhydratlösung ( $\text{Ca}(\text{SH})_2$ ), welche mit ganz wenig Ammoniak versetzt ist. Auf 500 Liter Denitrierbad verwendet man nur 3 Liter 20%iges Ammoniak (Salmiakgeist). Diese Zugabe hat nur den Zweck, den Arbeiter mittels der Nase davon zu überzeugen, ob das Bad noch wirksam ist. Durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes des

Sulfhydrates wird die Nitrozellulose wieder in gewöhnliche Zellulose zurückverwandelt und gleichzeitig das Sulfhydrat verbraucht. Sowie der deutliche Geruch nach Ammoniak verschwunden ist, ist es Zeit, das Bad durch ein neues zu ersetzen. Man geht mit der Nitroseide bei  $35^{\circ}$  in das Bad ein, zieht die Stränge auf den Holzstäben um, worauf die Temperatur im Laufe von 2 Stunden von selber auf ca.  $60^{\circ}$  steigt. Zum Schlusse geht man in ein besonderes frisches Denitrierbad, um sicher zu sein, dass die Seide vollkommen denitriert ist.

Man spült nun die Seide sorgfältig mit reinem Wasser (siehe die Abbildung 20) und behandelt sie mit einer ganz schwachen Chlorlösung (2 % Salzsäure und  $1\frac{1}{2}$  % Chlorkalklösung). Dadurch wird die Kunstseide gebleicht und ein ganz schwacher Gelbstich, herrührend vom unvermeidlichen Eisengehalt, vollständig entfernt.

Darauf wird die Chardonnetseide noch mit reiner Seifenlösung (1-2%) kurz gekocht und darauf sorgfältig in sauberen Räumen in Strangform getrocknet. Die weitere Verarbeitung besteht im Haspeln, Zwirnen etc. und hat mit der eigentlichen Fabrikation wenig zu tun. Durch die Denitrierung geht von der Nitroseide ziemlich genau die Hälfte des Gewichtes verloren, weshalb der Faden nur noch halb so dick ist wie unmittelbar nach dem Spinnen. Daher gelingt es mittels dieses Verfahrens, ebenso feine Fäden herzustellen, als mit irgend einem Verfahren, und der Griff und Glanz der Chardonnetseide wird nur von der ganz fein gesponnenen Azetatseide und der Kupferoxydammoniakseide erreicht. Trotzdem dürfte man in absehbarer Zeit dieses schöne Material nicht mehr fabrizieren, weil es teurer ist als die Konkurrenzprodukte. Da wo industriell verwendeter Alkohol steuerfrei ist (Belgien, Polen, Ungarn, Italien, Schweiz), kann sich diese Fabrikation vorläufig noch halten. Der Wasserverbrauch beträgt 1000 Liter auf ein Kilo Seide.

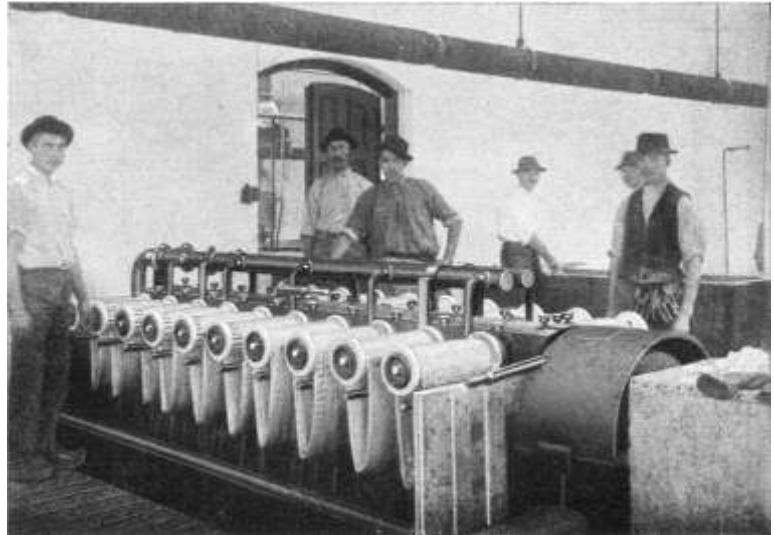


Abb. 20. Mechanisches Umziehen der denitrierten Chardonnetseide in dem Bleichbade aus Chlorkalk und verdünnter Salzsäure.

#### Regeneration des Denitrierbades:

Das verbrauchte Denitrierbad ist dunkelgelb und enthält neben Ammoniak in erster Linie Schwefelverbindungen, Sulfide, Polysulfide ( $\text{CaS}_2$  u. a. m.). Man gewinnt einen Teil des Schwefels dadurch zurück, dass man diese Ablaugen mit den Waschwässern der Nitrierung vermischt. Dadurch fällt fast aller Schwefel in elementarer Form als feines gelbliches Pulver aus. Man lässt den Schwefelschlamm in Gruben absitzen, wo er sich zu einem festen Kuchen zusammenballt. Von Zeit zu Zeit lässt man die Grube leer laufen und sticht den Schwefel heraus. Er wird zu grossen Blöcken zusammengeschmolzen (Eisenpfannen) und geht in die Schwefelsäurefabrikation zurück. Beim Vermischen der Waschwässer mit den Denitrierbädern entwickeln sich grosse rote Wolken von Stickoxyd, sodass diese Operation mit Vorsicht vorgenommen werden muss.

Über die Eigenschaften der Chardonnetseide muss man sich weiter hinten bei der allgemeinen Zusammenstellung informieren

## Die Viskose-Kunstseide.

Genau ein Jahr nach dem ersten Vorschlage, mittels der Reaktion von SCHWEIZER, Kunstseide technisch zu gewinnen, fanden die englischen Chemiker BEVAN und CROSS, sowie BEADLE, dass die Zellulose befähigt ist, durch eine von ihnen entdeckte Reaktion Lösungen zu bilden, die wie jene in Kupferoxyd-Ammoniak dadurch gekennzeichnet sind, dass sie durch Salze oder Säuren wieder Zellulose abscheiden.

Die beiden grundlegenden englischen Patente haben die Nummern E. P. 8700 (1892) und E. P. 4713 (1896). Auch eine grosse Anzahl von Patenten anderer Staaten wurde auf die neuartige Reaktion erteilt. Diese besteht in der Überführung der Zellulose in eine Verbindung von Zellulose und Alkali (Ätznatron) und der weiteren Überführung dieser längst bekannten Verbindung in eine neue, wasserlösliche Schwefelkohlenstoffverbindung, welche der Chemiker wegen ihrer gelben Farbe ganz allgemein als Xanthogenate bezeichnet. BEVAN und CROSS nannten dieses gelbe Xanthogenat, welches sich in Wasser zu einer hellgelben, zähflüssigen Masse auflöst, Viskose, um damit die besondere physikalische Eigenschaft, eben jene Viskosität, anzudeuten. Wissenschaftlich müsste man aber die BEVAN-CROSS'sche Viskose mit Zellulose-Xanthogenat bezeichnen, eine Benennung, welche in vielen wissenschaftlichen und technischen Schriften verwendet wird.

Die Bedeutung der Viskose wurde bald von verschiedener Seite erkannt und die diesbezüglichen Patente wurden von verschiedenen Finanzgruppen ausgebeutet. Bis heute ist es nur nach diesem Verfahren möglich, an Stelle der Baumwollzellulose die bedeutend billigere Holz – Zellulose zu verwenden, eine Tatsache von grosser finanzieller Tragweite. Es ist natürlich auch ohne weiteres möglich, bei der Gewinnung der Viskose-Kunstseide Baumwollzellulose zu gebrauchen, und man glaubte eine Zeitlang, dass diese eine wertvollere, weil widerstandsfähigere Kunstseide gäbe. Dies ist jedoch nach den jüngsten technischen Fortschritten nur in sehr unbedeutendem Umfange der Fall, sodass die Viskosefabriken vorwiegend Zellstoff zur Fabrikation verwenden.

Die ursprünglichen Patente wurden von SAMUEL COURTAULD erworben und zu der heutigen grossen Viskoseindustrie ausgebaut. Dabei haben noch die verschiedenen andern Faktoren mitgespielt. Vor allem hat die französische Gesellschaft Société de la Viscose Française, die Muttergesellschaft der schweizerischen Viskosegesellschaft in Emmenbrücke<sup>6</sup>, hervorragenden Anteil an der technischen Ausgestaltung des Verfahrens. Aber erst die Kriegsjahre (1914-1918) brachten die wirklich endgültige Entfaltung dieses billigsten Kunstseideverfahrens. Nachdem die grundlegenden Patente (E. P. 8700, D. R. P. 70999 u. v. a. m.) gefallen waren, stand einer allgemeinen Aufnahme der Viskosefabrikation nichts mehr im Wege. Tatsächlich sind dann viele Neugründungen erfolgt, die mit wenigen Ausnahmen gute Erfolge hatten. Ausnahmen machten jeweils jene Gründungen, die auf angeblich neuen und geheimen Verfahren beruhten. Es ist heute jederzeit möglich, eine Viskosefabrik mit allen modernen Maschinen zu bauen und eine ganze Anzahl hervorragender Firmen stehen den Interessenten mit aller Garantie zur Verfügung. Verschiedene der hier beigegebenen Abbildungen stammen aus derartigen technischen Bureaus, die als Spezialität Kunstseidenfabriken bauen.

Über die Chemie und Physik der Viskose ist unglaublich viel gearbeitet und geschrieben worden. Interessenten sei die instruktive Zusammenstellung in HERZOG „Die Kunstseide“ empfohlen, wo Dr. REINHOLD GAEBEL eine aus gezeichnete Übersicht über das Geleistete bringt. (Seite 135-146.)

Ich möchte nur ein Rezept angeben, welches der Praxis entstammt und wie es z.B. Dr. JOHANN EGGERT ganz ähnlich in seiner kleinen, aber umso inhaltsreicheren Broschüre „Die Herstellung und die Verarbeitung der Viskose“ (Berlin, 1926) beschreibt.

Die Operationen zur Darstellung der Viskose zerfallen in verschiedene Phasen.

1. Vereinigung der Zellulose mit der Natronlauge. Es wird in Europa fast ausschliesslich Zellstoff verwendet.

2. „Reifen“ der Alkalizellulose.

<sup>6</sup> Société de la Viscose Suisse, Emmenbrücke (Luzern).

3. Vereinigung der Alkalizellulose mit dem Schwefelkohlenstoff (technisch nennt man diese Prozedur Sulfidieren).
4. Lösen des gebildeten Xanthogenates in Wasser und Lauge.
5. Reifen der Viskoselösung.

Der verwendete Zellstoff ist keineswegs chemisch rein, sondern enthält eine ganze Menge von Verunreinigungen, sogar wenn man sorgfältig gereinigten Zellstoff gebraucht.

Man rechnet (nach EGGERT)

$\alpha$ -Zellulose 88,8 %  
 $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose 10,9 %  
 Asche (Kalziumoxyd) 0,3 %

Die  $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose sind sogenannte „Hemizellulosen“, über deren genauere Zusammensetzung man nicht im klaren ist.

Baumwolle enthält ungefähr 95 %  $\alpha$ -Zellulose, und es soll nach mir nicht kontrollierbaren Angaben gelungen sein, in der letzten Zeit auch Zellstoff herzustellen, der ebenfalls 95 %  $\alpha$ -Zellulose enthält.

Je reiner die verwendete Zellulose ist, d.h. je weniger  $\beta$ - und  $\gamma$ -Zellulose vorhanden ist, desto leichter geht die Fabrikation vor sich.

Der Zellstoff kommt in der Form von filzigen Papp-Platten von 50: 80 cm im Quadrat in den Handel. Man bestimmt vor der Fabrikation den Zellstoff auf Reinheit,  $\alpha$ -Zellulosegehalt und Wassergehalt. Analytische Angaben macht EGGERT in seinem oben erwähnten Büchlein.

Zur Herstellung von guter Alkalizellulose muss man möglichst salzfreie Natronlauge verwenden. So wird z. B. in Cesano-Maderno bei Mailand die auf elektrolytischem Wege erhaltene reine Natronlauge direkt in die danebenstehende Viskosefabrik der SNIA-Viscosa geleitet. Jene Lauge ist sozusagen chemisch rein, weil sie nach dem Quecksilberverfahren hergestellt wird.

Hat man keine reine Lauge, dann muss man dafür Sorge tragen, dass diese durch sorgfältige Klärung möglichst gereinigt werde.

Die Konzentration der Lauge beträgt z. B. 22 %. Man kann auch etwas verdünntere Lauge, oder solche von etwas höherer Konzentration verwenden und jede Fabrik arbeitet ein klein wenig verschieden. Die Konzentrationsgrenzen sollen 16,7~23 % sein.

Ganz allgemein verfährt man nun wie folgt: Der Zellstoff, welcher einen Wassergehalt von 8 % haben sollte, wird in parallelen Reihen, ähnlich wie Akkumulatorenplatten, die in der Säure stehen, in einen Kasten in Eisenrahmen gestellt und die Lauge hineingelassen. Da die Lauge langsam hinaufsteigt, wird die Luft sehr weitgehend verdrängt. Wichtig ist, dass die Zellstoffplatten vollkommen in der Lauge stehen. Die Temperatur ist sehr wesentlich. Man arbeitet bei 17-18° C und das Füllen der Laugenkasten darf höchstens 15 Minuten dauern, damit die Einwirkung der Lauge (Mercerisation) gleichmässig erfolge.

Neuerdings verwendet man Kasten, die gleichzeitig als hydraulische Pressen dienen, damit man die überschüssige Lauge nach dem Wegpumpen des flüssigen Überschusses direkt abpressen kann.

Durch das Mercerisieren wird von der Zellulose Natronlauge (NaOH) aus der Lösung absorbiert. Die Lösung wird dadurch etwas schwächer. Gleichzeitig fällt die Temperatur um ca. 1,6°. Die Zellulose schrumpft in der Längsrichtung der Zellen um ungefähr 20-25 %.

Man lässt die Lauge im ganzen drei Stunden einwirken, worauf man die Zelluloseblätter entweder herausnimmt und abpresst, oder wie oben erwähnt in den Kasten presst. Der nötige Druck beträgt ungefähr 200 kg pro cm<sup>2</sup>, d.h. man braucht starke hydraulische Pressen.

Nun wird das Gemisch von Zellulose, Natronlauge und Wasser in besonderen Zerkleinern in kleine Stücke zerrissen. Die Abbildungen 21 - 23 zeigen derartige moderne Zerkleinerer, wie sie zuerst von der bekannten Firma Werner & Pfleiderer gebaut wurden.

Die harten, fast holzartigen Platten werden in ein lockeres Gefüge verwandelt, das sich wie Wolle anfühlt.

Die Zusammensetzung ist

Zellulose	27,5%
Natronlauge	15,5%
Natriumkarbonat (Soda)	0,4%
Rest: Wasser	



Abb.21. Zerfaserer für Alkalizellstoff bei der Viskoseseidenfabrikation, ausgeführt von Werner & Pfeiderer in Cannstatt

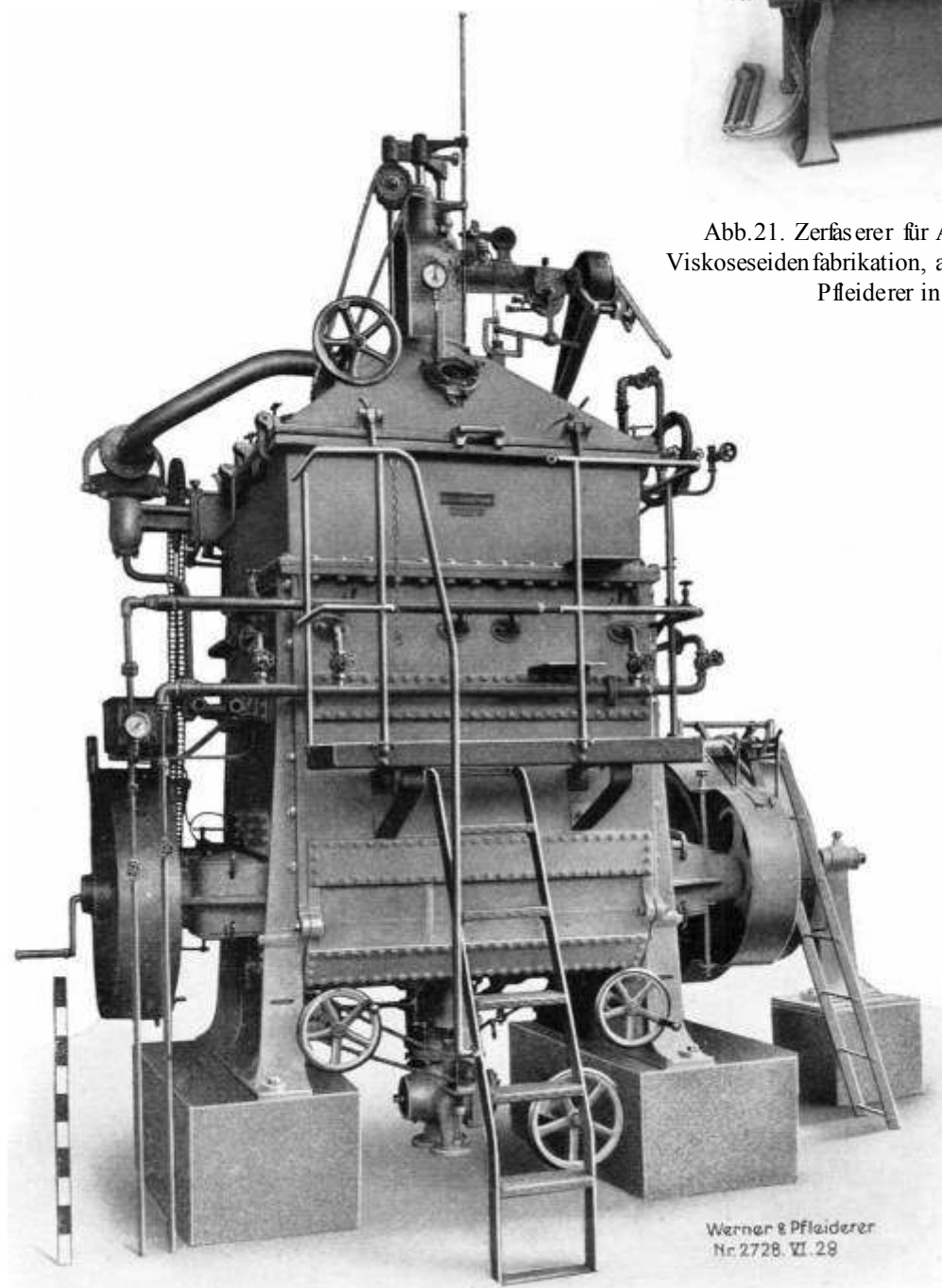


Abb. 22. Grosser Zerfaserer (Modell 1929) für 1000 kg Zellstoff  
Ausgeführt von Werner & Pfeiderer in Cannstatt.

Bevor man nun den Schwefelkohlenstoff einwirken lassen kann, muss die Alkalizellulose „reifen“. Dieser Reifprozess ist in erster Linie ein chemischer Prozess. Mit der Zeit nimmt der lösliche Anteil des Gemisches zu. Nach längerer Zeit steigt der Sodagehalt stark an, z. B. nach drei Tagen von 0,4% auf 1,72% (nach 2½ Jahren sogar auf 11,4%). Neben der Einwirkung des Alkalis kommt auch die Wirkung der Wärme und besonders des Luftsauerstoffes in Frage. Inwieweit man durch Sauerstoff das Reifen beschleunigen kann, steht noch aus. (Oestr. Pat. Nr. 82086, Courtauld.)

In der Praxis ist man genötigt, die Alkalizellulose zwischen zwei und sieben Tagen reifen zu lassen. Eine Ausnahme macht das Lili enfeld-Verfahren, welches später besprochen wird.

Wenn man die Alkalizellulose bei 17,5° reifen lässt, dauert der Prozess 7 Tage, lässt man bei 24,5° reifen, so verkürzt sich die Reife auf

2-3 Tage. Das Zerfasern muss unbedingt sorgfältig und immer genau gleich geschehen, weil geringe Abweichungen zu Veränderungen in den Eigenschaften der Viskose führen können. Man schützt die Alkalizellulose vor der Einwirkung der Luft, da diese immer Kohlensäure enthält.

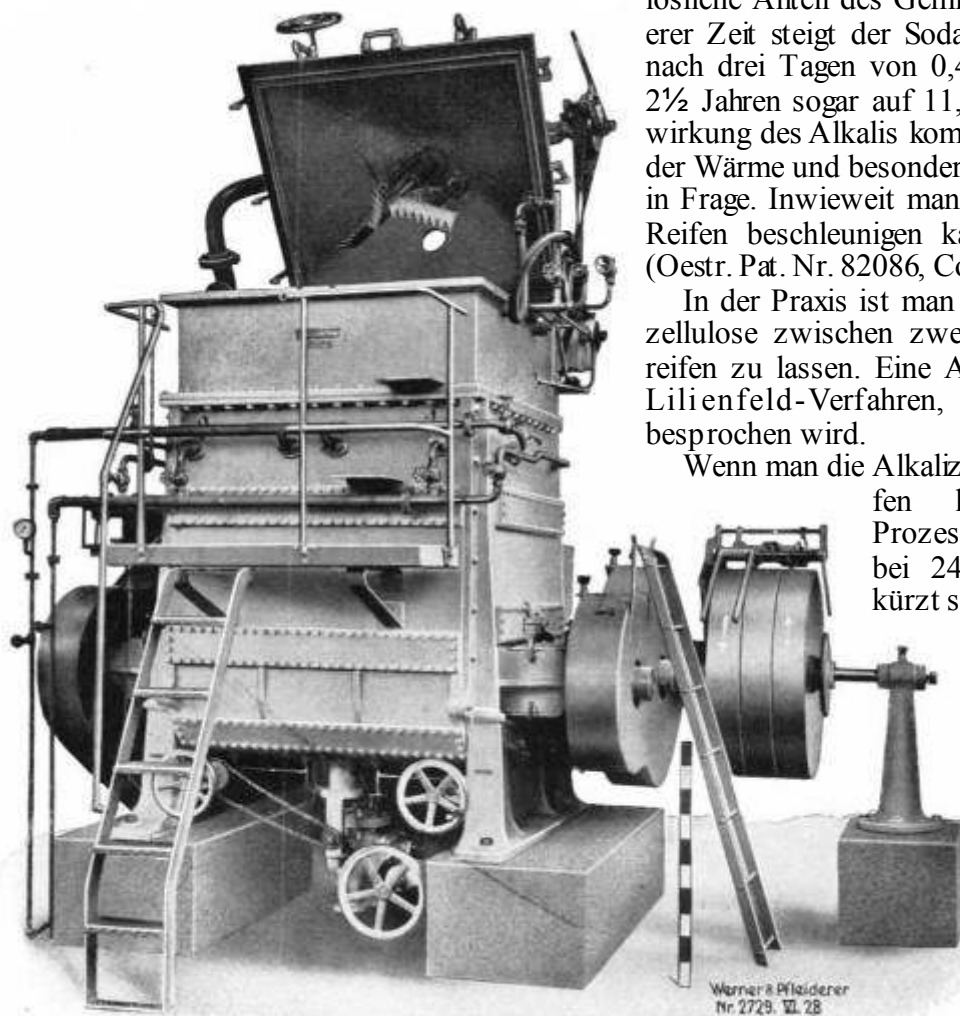


Abb. 23. Der grosse Zerfäserer geöffnet.  
Der Maßstab (1 m) zeigt die mächtigen Ausmasse dieses Apparates.

Nachdem die Reife beendet ist, mischt man die Alkalizellulose mit der nötigen Menge Schwefelkohlenstoff. Man braucht erfahrungsgemäss auf 10 kg Zellulose 3 kg Schwefelkohlenstoff von einem Reinheitsgrade von 97 – 95%.

Den Schwefelkohlenstoff lässt man nun durch eine feine Brause langsam auf die in Bewegung befindliche Alkalizellulose laufen, damit die Mischung ganz gleichmässig erfolge. Die Alkalizellulose befindet sich in liegenden runden Eisentrommeln, die auf bestimmter Temperatur gehalten werden können (Kellerräume, Berieselung u. dgl.). Das Mischen dauert 15 Minuten, die Mischtemperatur soll 17° betragen. Die Trommel, die einen Durchmesser von z. B. 1,2 m hat, soll sich dreimal in der Minute drehen.

Man dreht die Trommel ununterbrochen während 1½ Stunden, Die Temperatur steigt langsam von 17° auf 22° und bleibt schliesslich bei 23° stehen.

Nach 1½ Stunden ist die Bildung des Xanthogenates beendet, die Sulfidierung kann abgebrochen werden. Ein kleiner Teil des Schwefelkohlenstoffes ist nicht in Reaktion geraten und wird einfach durch Evakuierung der Trommel entfernt (15 Minuten). Das Xanthogenat (Viskose) soll eine hellgelbe, ganz schwach ins orange gehende Farbe haben, es soll trocken sein und nur ganz schwach nach Schwefelkohlenstoff riechen.

Die Masse soll aus gleichmässigen kleinen Partikeln bestehen und darf nur ganz wenig Knollen enthalten (höchstens 2-4 cm im Durchmesser).

Nun erfolgt die Lösung des Xanthogenates in möglichst weichem Wasser (unter 0,2 Härtegrade), weil sich sonst die Viskose nur unvollkommen löst. Es braucht für 10 kg Zellulose folgende Mengen:

58	Liter weiches Wasser
10	Liter Natronlauge von 18,5 %
1,6 kg	Natriumsulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )

Die Mischung kann in irgend einem geeigneten Gefäss erfolgen. Man verwendet meist Eisengefässe mit langsam laufendem Rührer. Die Lösungstemperatur beträgt 150. Die Zusammensetzung der Viskoselösung ist:

Zellulose	7,4 %
Natronlauge	6,9 %
Schwefel	2,2 %
Rest Wasser	und Spur Sulfit (s. O.)

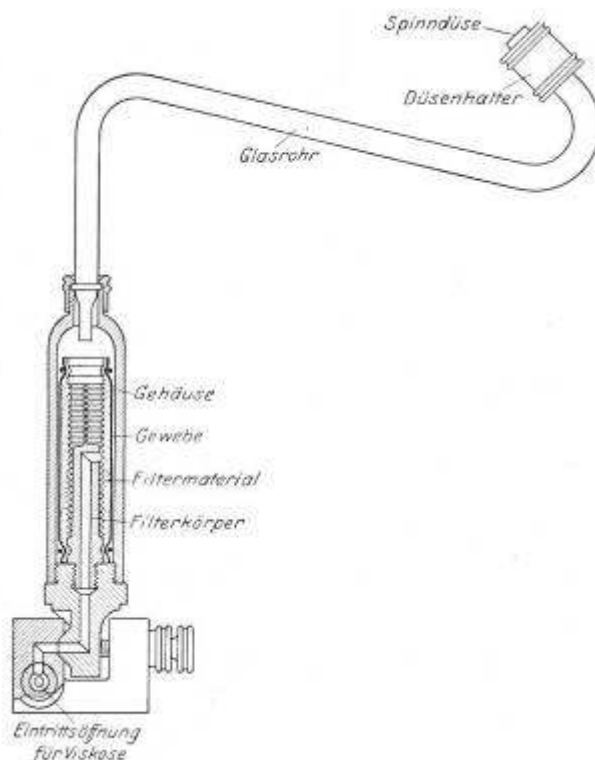


Abb. 24. Spinnöse mit Filterkerze.

Die Lösung der Viskose ist praktisch klar, aber sie wird vor der weiteren Verarbeitung immer filtriert.

Es gibt Methoden, um den „Reifegrad“ zu bestimmen, aber ich möchte sie hier nicht behandeln. Es genügt anzugeben, dass man die Zeit der Ausfällung der Zellulose mit Kochsalz bestimmt, oder die dem Fachmann bekannte Methode von HOTTENROTH verwendet. Der Reifegrad nach HOTTENROTH ist  $7\frac{1}{2}^\circ$ , nach der Kochsalzmethode  $2\frac{1}{2}^\circ$ . (Näheres siehe HOTTENROTH, „Die Kunstseide.“) Ist der richtige Reifegrad erreicht, dann filtriert man die Lösung durch Filterpressen mit Baumwolltüchern. Die fertige Viskose kann nach einer beliebigen Methode versponnen werden. Heute wird sie fast ausschliesslich nach dem Spinntopfverfahren gewonnen. Dieses besteht darin, dass man die Viskoselösung durch feine Öffnungen (Düsen) in das Schwefelsäure-Fällbad einpresst und die sich bildenden Fäden von oben nach unten in einen sehr rasch drehenden Topf leitet. Dadurch wird der Faden (oder die Fäden) an die Wand des Topfes geschleudert, die Fäden erhalten eine

Drehung um sich selbst (Zwirnung), und gleichzeitig wird der Faden ununterbrochen nachgezogen. Die Tourenzahl der Töpfe ist in der letzten Zeit von 1500 Touren p. M. auf 4000-6000 gesteigert worden. Bei der Lilienfeldseide ist man von 8000 Touren in der Minute zum Schlusse bis gegen 15,000 gegangen.

Die verschiedenen Bilder zeigen besser als Worte das Prinzip dieser schönen und technisch bedeutenden Erfindung (Abb. 26-28).

Die Viskose, welche viel dünnflüssiger ist als eine Kollodiumlösung in Äther-Alkohol, wird mit mässigem Drucke (2-6 Atm.) in die Spinnleitungen gedrückt und mit der Spinnpumpe (siehe

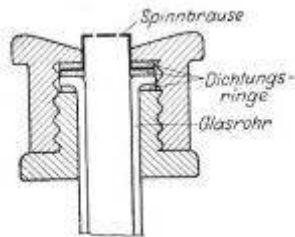


Abb. 25. Befestigung der Spindüse.

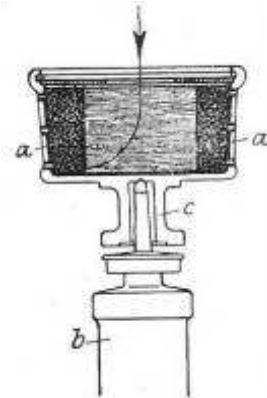


Abb. 26. Durchschnitt durch einen Spinntopf

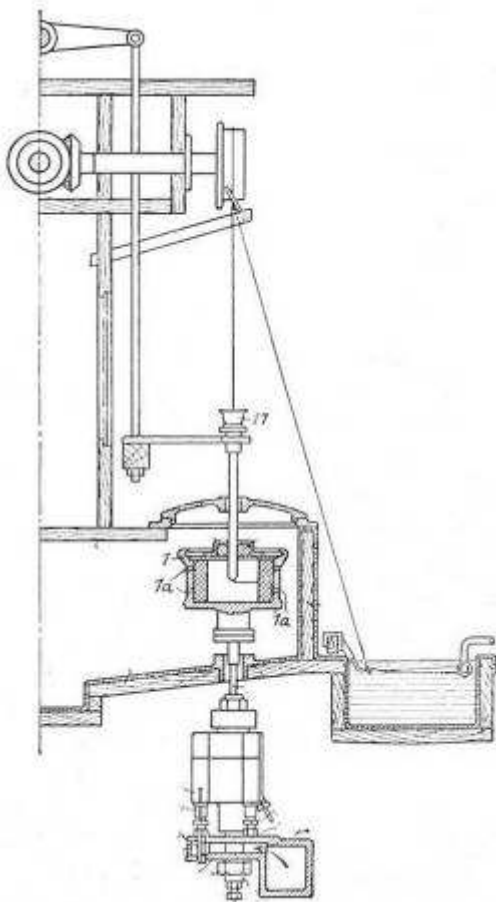


Abb. 27. Schematische Darstellung des Spinntopfverfahren.

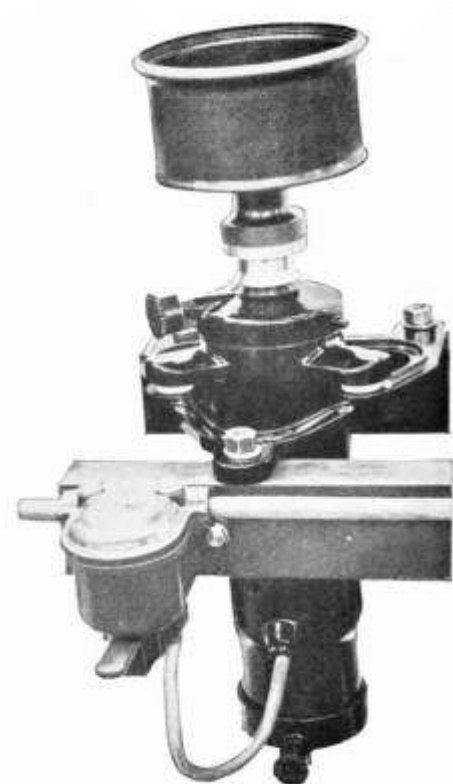


Abb. 28. Technische Ausführung der Spinntopfapparatur.

Seite 14) gleichmässig der Düse zugeführt. Die Düse besteht aus Platin, neuerdings auch aus Glas. Die Pumpen macht man aus rostfreiem Stahl, weil sich die beweglichen Teile sonst rasch abnützen.

Man kann die Düse beliebig in das Fällbad eintauchen oder herausnehmen. Dabei geht der sich bildende Faden zuerst ein Stück weit parallel in der Rinne, um dann hinaufgeführt zu werden und in den Spinntopf zu sinken. Die Bohrungen der Düsen sind recht fein, ca. 0,05 bis 0,1 mm. Die Zahl der Löcher beträgt 16 – 40.

Die Zusammensetzung des Fällbades ist:

Wasser	63 %
Schwefelsäure	11 %
Magnesiumsulfat	18,5 %
Zinksulfat	1 %
Natriumsulfat	6,5 %

Die Temperatur beträgt 45°. Das Fällbad wird fortlaufend erneuert. Es entweicht Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und schwefelige Säure. Der durch die Säure und die Salze ausgefällte Faden ist mit Schwefel verunreinigt und wird wie folgt gereinigt. Man nimmt den kuchenförmigen

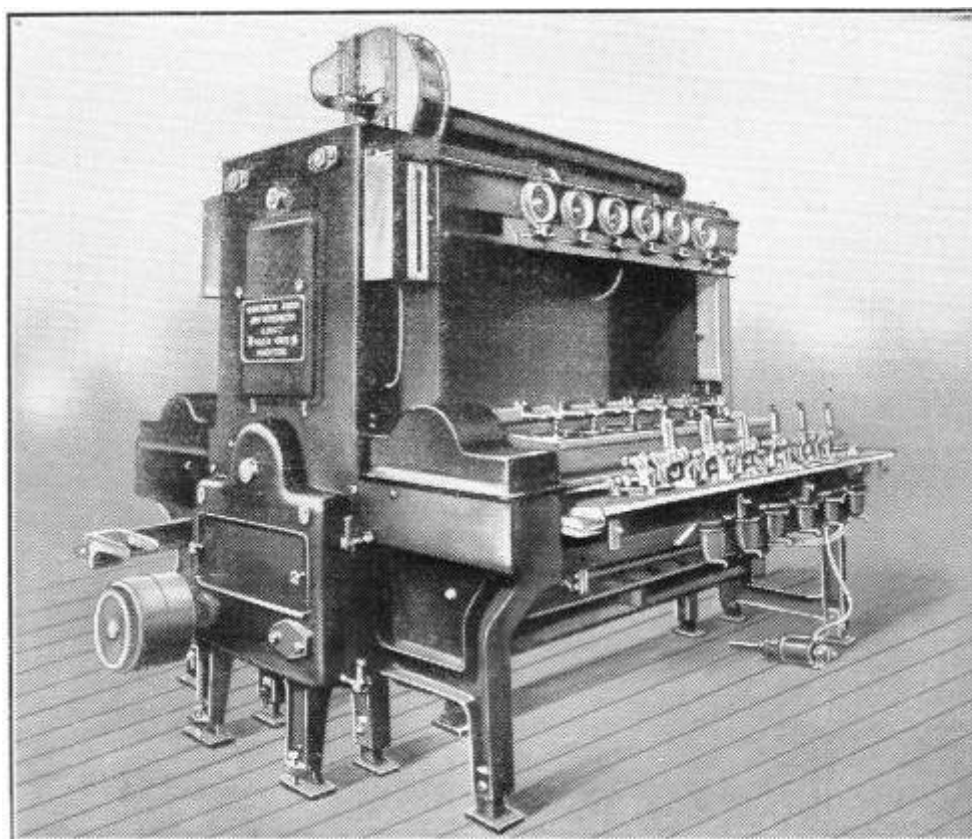


Abb. 29. Viskosespinmaschine (Die Töpfe sind versenkt und unsichtbar).

Strang von Zeit zu Zeit aus dem Spinntopf heraus. Zu diesem Zwecke kann man jeden Topf separat abstellen, indem man den kleinen Elektromotor ausschaltet.

Der Faden hat nach der Fällung noch nicht ganz die nötige Festigkeit, und man lässt ihn daher meist kurze Zeit in dem Spinntopf liegen (15-30 Minuten). Nach dieser Zeit kann man den Faden aus dem Topf direkt in Strangform wickeln, worauf er gut ausgewaschen und dann mit einer 2½%igen Schwefelnatriumlösung entschwefelt wird. Darauf wird er gründlich gewaschen, gechlort, unter Umständen geseift und schliesslich getrocknet. Diese Operationen sind praktisch identisch mit dem Denitrieren, Bleichen und Waschen der Chardonnetseide.

Man kann die Viskose-Seide auch auf Walzen aufwickeln, und zwar geschieht das in Spinnapparaten, die fast genau gleich aussehen, wie jene der Chardonnetseiden-Spinnerei. Aber auch hier muss die Spinndüse in die Fällflüssigkeit eintauchen. Unangenehm ist das lange dauernde Auswaschen der Viskoseseide auf den Walzen, denn diese Operation dauert über drei Tage. Man stellt

zu diesem Zwecke die aufgewickelten Walzen in Kästen zusammen und lässt reines Wasser darüber laufen.

#### Lilienfeld-Viskose:

Leon Lilienfeld in Wien hat gezeigt, dass man eine ganz andere Viskoseseide erhält, wenn man die Fällung mit viel konzentrierterer Säure (55~60%) und bei einer Temperatur von ca. 0° vornimmt. Dadurch bekommt man einen Faden, welcher längere Zeit hochplastisch bleibt und deshalb, im Gegensatz zu der gewöhnlichen Viskose, weitgehend gestreckt werden kann. Diese Streckung kann leicht bis auf das 5-fache der ursprünglichen Länge getrieben werden. Dadurch richten sich die Faserelemente weitgehend parallel, und es resultiert eine Kunstseide, die in bezug auf Reissfestigkeit und Wasserfestigkeit alle andern Kunstseiden übertrifft. Dieses schöne Material kommt unter dem Namen „Nuera“ (neue Aera!)-Seide in den Handel, und verschiedene Kunstseidenfabriken haben die Lizenz erworben.<sup>7</sup> COURTALDS hat allein 6 Millionen Schweizerfranken für diese wichtige Neuerung auf einem scheinbar ausgearbeiteten Gebiete bezahlt! Nähere Angaben findet man bei der Zusammenstellung der verschiedenen Kunstseiden und deren Eigenschaften im Vergleiche zu andern Fasern. Man findet dort auch Angaben über Preisgestaltung in den letzten Jahren, die ich der Viskose Emmenbrücke verdanke.

#### Andere Verwendung der Viskose:

Man kann natürlich die Viskoselösungen nicht nur zu Kunstseide verspinnen, sondern, wie bei allen Zelluloselösungen, die Zellulose in beliebiger Form ausfällen. Man stellt neben der Viskoseseide in sehr grosser Menge künstliches Rosshaar dar. Ferner dicke Borsten, welche an Stelle der Schweineborsten zu Haarbürsten verwendet werden. Neueren Datums ist die Herstellung von vollständig durchsichtigen Viskoseblättern, welche unter dem Namen Zellophan in sehr grosser Menge verwendet werden. Zellophan wird dadurch erhalten, dass man die Zelluloselösung durch einen feinen Schlitz auf eine Walze aufbringt, welche sich dreht. Die Walze taucht in ein Fällbad, welches die gleiche Zusammensetzung hat, wie schon beschrieben. Die weitere Verarbeitung ist genau die gleiche. Zellophan dient in steigendem Masse zum Einwickeln von allen denkbaren Verkaufsgegenständen. Es schützt die Gegenstände vor Staub und Schmutz, und der Käufer ist dennoch in der Lage, die Ware zu besichtigen. Zellophanblätter werden auch neuerdings zum Verschliessen von eingemachten Früchten verwendet. Zellophan ist die Erfindung eines Schweizers.

#### Einige Details über die Viskose-Seide.

Es ist vielleicht auch für den Laien interessant zu erfahren, mit welcher Genauigkeit die Analysen für Kunstseide ausgearbeitet sind. Ich gebe daher einige Zahlen der Technik wieder, welche das erläutern sollen:

#### Betriebslaboratorium

- |           |   |
|-----------|---|
| Zellulose | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gleiche Blattstärke.</li> <li>2. Format (45 x 80).</li> <li>3. Aussehen weiss.</li> <li>4. Gleichmässige Quellung und Netzbarkeit.</li> <li>5. Wassergehalt 11.-12%.</li> <li>6. Gehalt an Hemizellulose auf trockenem Zellstoff ber. Maximum 13%</li> <li>7. Korrigierte Kupferzahl (siehe SCHWALBE Zellulose Chemie) = 2,5 auf trock. Zellulose.</li> </ol> |
|-----------|---|

<sup>7</sup> Die Lilienfeldseide ist seit einiger Zeit unter dem Namen S u n c o r d im Handel. (Manchester Guardian Commercial 21. III 1929.)

8. Aschegehalt höchstens 0,5%, kieselsäurearm, zur Hauptsache aus CaO bestehend.
  9. Gehalt an Fetten und Harzen möglichst gering
  10. Frei von Spuren von Metallen wie Cu, Pb u.s.w.
  11. Gleichmässige Viskosität der Sendungen.
  12. Probeviskose orange-gelb (bei Holz Zellstoff).
- Ätznatron
1. In Eisentrommeln, Aussehen weiss, besonders im Mittelpunkt der Trommel.
  2. Mindestens 96% NaOH.
  3. Bis 1,25% Soda.
  4. Bis 1,0% NaCl.
  5. Bis 0,5 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
  6. Al- und Eisenoxyde bis 0,01 %
  7. Cu 0%, Pb 0%.
  8. Org. Subst. 0,03 %.
  9. Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 0,8%.
  10. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 0 %.
- CS<sub>2</sub>
1. Farblos.
  2. Frei von gelöstem S.
  3. Kp. 46°.
  4. D<sub>20</sub><sup>o</sup>=1,262.
  5. Verdampfungsrückstand 0,003%.
  6. Vollständig säurefrei.
  7. Frei von H<sub>2</sub>S.
- Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
1. Aussehen: trocken, weiss, mit Stich ins Graue.
  2. Kalziniert und gemahlen.
  3. Höchstens 0,1 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
  4. 96-99%ig
  5. Höchstens 2 % freie Säure.
  6. Höchstens 0,1 % NaCl, da sonst Korrosion durch HCl.
  7. Bis 0,6% in Wasser unlösliche Bestandteile.
  8. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 %
  9. MgSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub> Spuren
- (Ammonsulfat)
1. Neutral.
  2. N<sub>2</sub>-Gehalt mindestens 20 %.
  3. Wasserunlösliches 0,05 %.
  4. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 %
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
1. Aussehen möglichst klar, geringer Bodensatz.
  2. 96%ig (66° Bé.)
  3. Gehalt an Eisen 0,02%.
  4. „ „ Blei 0,006%.
  5. „ „ Salpetersäure 0%.
  6. „ „ Arsen 0,015%.
- HCl
1. Aussehen gelblich.
  2. Gehalt an HCl 34% (19-21° Bé.)
  3. Techn. As u. Fe-frei.
  4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> -frei.

Kochsalz für Elektrolysen	1. Reinweiss. 2. Eisenfrei. 3. Völlig löslich. 4. 99,2% NaCl.
Na <sub>2</sub> S	1. Nicht dunkelbraun, sondern hellbraun. 2. In Eisenfässern, 60 - 62 %ig. 3. Ohne Rückstand löslich. 4. Höchstgehalt an Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,35% 5. Frei von Cu u. Pb. 6. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,2%.
ZnSO <sub>4</sub>	1. Minimum 54-55 %ig. 2. Fe Maximum 0,06 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 3. Unlöslicher Rückstand 0 %. 4. Aussehen weiss.
Filtertuch (75 cm breit)	1. Baumwolle, sog. Nessel, ungebleicht. 2. Frei von Schlichte, jedoch nicht mit Säure entschlichtet, sondern mit Diastaphor unterhalb 65° C. 3. Schalenfrei, gesengt, wenn für Filterkerzen. 4. Breite nach dem Entschlichten 75 cm.
Filterwatte	1. Weiss. 2. Hemizellulose auf trockene Watte 3 %. 3. Asche 0,3 %. 4. Korrigierte Cu-Zahl bei trockener Watte = 2. 5. Nicht stäubend beim Zerreißen.
Viskositätsbestimmung (Methode Corona)	1. 125 gr lufttrockene Cellulose werden in 18 % NaOH während ½ Std. eingelegt. 2. Auspressen, bis Gewicht 375 gr. 3. Nach 3 Stunden Lagerung wird die Zellulose im Reibeapparat gerieben und 100 gr CS <sub>2</sub> hinzugefügt, worauf man sie wieder 3½ Std. stehen lässt. 4. Nun werden 650 gr 15 % NaOH-Lösung wieder hinzugefügt, und die ganze Masse wird dann sorgfältig umgerührt, bis sie aufgelöst ist und der Geruch des CS <sub>2</sub> wahrnehmbar wird, d.h. bis der Überschuss an CS <sub>2</sub> entfernt ist. 5. Nun wird die Masse mit 1450 gr Wasser verdünnt und sorgfältig umgerührt. 6. Die so erhaltene Lösung muss ca. 15 Stunden stehen, um zu reifen, wonach die Viskosität nach Engler bestimmt wird. Höchste Viskosität = ca. 600 sec. Mittlere „ = „ 300 „ Niedrigste „ = „ 100 „

### Fabrikation.

Zellstoff	(Lieferant: X. X.) „mit hoher Viskosität“ geliefert mit einem Gehalt an α-Zellulose von 86,0-88,0 % Asche 0,2 - 0,4% Hemizellulosen (β + γ) 12-13 % Wassergehalt im Waggon 11-12 % Mischen durch Ausstechen von einer Schicht von so und soviel Blättern pro Kocher.	} bezogen auf trockenen Zellstoff
-----------	---	--------------------------------------

Trocknung	In einem Raum mit Warmluftzirkulation. Raumtemperatur 35-40°. Luftfeuchtigkeit durch Frischluftzufuhr reguliert. Trocknung in ca. 2 Tagen auf rund 5 % Feuchtigkeit. Analyse täglich.
Tauchen (Mercerisieren)	Mercerisierlauge: 220 gr NaOH pro Liter, spez. Gew. 150 = 1,2 (exklusive 4-4,5 gr Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> pro Ltr.) Tauchtemperatur 15-17° Tauchlauge wird in Spitztanks absitzen gelassen, dann durch Baumwolltücher filtriert (nach 4 Tagen) Gehalt an Hemizellulose 0,2 - 0,3% Kochsalz 0,1 - 0,2% Zellstoffblätterformat 45 × 80 cm, Blattzahl 500 - 550. Tauchen: Einlegen in Siebkorb, dieser durch Kran in Tauchwanne von ca. 1500 Ltr. Inhalt. Tauchlauge pro Charge rund 1,35 m <sup>3</sup> . Nach 2 Stunden Hochheben des Siebkorb, überführen in Presse.
Pressen	Auf 300 kg abpressen, bis 180 Atm. Ausgepresste Lauge ca. 200 gr NaOH pro Liter, mit Hemizellulosegehalt 0,3-0,4 %
Regenerierung der Presslauge	Diese Presslauge wird nach Diffusionsverfahren regeneriert mit einer Ausbeute von 85-90 %, d.h. 85-90% des Ätznatrons in der Presslauge werden beispielsweise 8.8%, mit Hemizellulose 0,03-0,06 %. Membranen (flache Säcke) aus dicht geschlagenem Baumwollstoff (Ital. Pat.) A. MAURER, Via Eugenio Carpi, 20, Milano
Zerfasern des Pressgutes (300 kg)	Vor dem Mahlen genaues Abwägen (298-302 kg). Im Holländer (Werner Pfeleiderer). Grosser Kraftbedarf. Kühlmantel. Mahlen <sup>8</sup> während 2½ Stunden bei beispielsweise 19-21° C. Analyse der Alkali-Zellulose, Mittelprobe von 4 Chargen durch rasches Abwägen von 442 gr, davon Probe: α-Zellulose z. B. = 28,0% Alkali = 15,0% (davon Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 0,1%) Verteilen in 16 „Reifekästen“ aus Eisen und Lagern im Reiferaum für Alkalizellulose.
Reifung .	Während 82 Stunden bei 20-22°. Temperatur sehr genau gehalten, wird um ¼ Grad erhöht oder erniedrigt. Ventilationsanlage mit starkem Kühl- und Heizaggregat (Kreislauf der Luft: „Umluft“).
Sulfidieren	Sulfidiertrommelinhalt 1200 Liter, Füllung mit 300 kg Alkalizellulose (Baratte wird ca. 4/5 voll). Trommel rotiert langsam. Kühlmantel für Wasserkühlung; Wasser besonders durch Sole-Kühlschlange. Korrosion geringer und bei Undichtheiten nicht so unangenehm wie Sole. Keine schnelllaufenden Transmissionen. Erdung der Apparate. Schwefelkohlenstoffzugabe richtet sich etwas nach dem Abbau der Zellulose bei der Reifung der Alkalizellulose. Berechnung auf Zellulose. Für 300 kg Alkalizellulose: = 84 kg α-Zellulose (28 %) 41% CS <sub>2</sub> = 34,4 kg CS <sub>2</sub> (auf (α-Zellulose) = 27,3 Ltr. (spez. Gewicht 1,263) Zugabe 2= 7,5 Ltr. CS <sub>2</sub> Messgefäss für CS <sub>2</sub> aus Blei. Schanzdichtungen ans Asbestkarton. (Auch Kautschuk, quillt.) Zuleitung durch hohle Achse, innen Verteilerrohr.

<sup>8</sup> 15 Minuten mahlen, 15 Minuten werfen usw. Erwärmung durch das Mahlen.

1. Evakuieren der Trommel (nach dem Einfüllen).
2. Kühlen auf 15° C.
3. Zugabe von CS<sub>2</sub>.
4. Endtemperatur 23°. Dauer 3½ - 4 Std. Beurteilung nach Farbe und Klumpenbildung (bis Kartoffelgrösse).
5. Evakuieren, Absaugen des übersch. CS<sub>2</sub>.
6. Einlassen von Luft und Entleeren durch Schacht in den darunter liegenden Mischer.

Lösen zu Viskose mit 6,5% Alkali und 7.5% Zellulose.

Lösungstemp 8-12° Löser von 3000 Ltr. Inhalt. Haspelrührer, Kühlmantel. In vielen Fabriken auch Desintegrator.

Lauge zuerst 5°C Lösen in 4½ Std. Vorerst Lösen in 650 Ltr. Löselauge mit 36,8 gr NaOH pro Ltr.

84 kg α-Zellulose geben  $\frac{84}{7.5} \times 100 = 1120$  kg Viskose 7,5%ig

=1000 Ltr. Viskose (sp. Gew. 1,12).

Für diese 1120 kg Viskose sind schon vorhanden:

Alkalizellulose 300 kg (darin 15 % Alkali 45 kg).

CS<sub>2</sub> =  $\frac{34.4}{334.4}$  kg

+ { Löselauge  
650 Ltr. spez.  
Gew. 1,04 676 kg (darin 3,680/0 Alkali 23,9kg), 68,9 kg NaOH;  
1000.4 kg

Also fehlen noch rund 120 kg Löselauge. In den 1120 kg Viskose sollen 6,5% Alkali sein = 72,7 kg NaOH. An Alkali fehlt = 3,8 kg NaOH.

Also ist ein Zusatz zu machen:

120 kg Löselauge

(spez. Gew. 1,04 =115 Ltr., worin gelöst 3,8 kg NaOH  
=115 Ltr. mit 33 gr. NaOH pro Liter.

Praktisch werden 115 Liter Lauge mit 37 gr pro Liter zugesetzt.

Viskosität der noch lufthaltigen Viskose 25-35 Sek. Kugelfallmethode. Fallstrecke 20 cm.

4 Chargen zu 100 Ltr. werden in einem Mischer mit Rührwerk auf 17,5° ganz genau temperiert, dadurch geht schon der grösste Teil der Luft heraus. Einsaugen in den Viskosekeller in die 1. Kesselreihe, bald darauf Durchgang der Viskose durch ein Sieb, wo feste Gegenstände und ungelöste Xanthogenat-Klumpen zurückbleiben. Viskosität inzwischen auf 14-18 Sekunden gesunken. Je länger die Alkalizellulose reift, desto niedriger die Viskosität. Je mehr Alkali in der Viskose, desto niedriger die Viskosität.

9 Stunden nach dem Einziehen der Viskose in den Viskosekeller erste Filtration durch Baumwolltücher mit Watte dazwischen. Durch Filtration geringe Temperaturerhöhung in der Viskose. Filtration durch Druckluft einerseits und Vakuum andererseits in die nächste Kesselreihe. Es folgt eine 2. und 3. Filtration, nach welcher die Viskose möglichst keine Luftblasen mehr enthalten soll. Entlüftung durch achtstündiges Evakuieren.

Temperatur im Viskosekeller 17,5°, wird geändert um ¼-Grad, je nach der Reife. Je mehr CS<sub>2</sub>, desto langsamer reift die Viskose. Eine stark verdünnte Viskose reift rasch. Reifung 72 Stunden (bei normalem Betrieb 2 Stunden

länger). Ist die nächste Spinnpartie zu unreif, dann spinnst man langsamer, d. h. mit weniger Maschinen. Reifebestimmung durch Titration der Viskose mit 10 %iger (Gew. %)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung unter Rühren bis zum Koagulieren. Reife wird in ccm verbrauchter  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung angegeben. Unreife Viskose = hohe  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Zahl. Spinnen in möglichst engen Grenzen, z. B. 9,9 : 9,7 (Ausfärbung der Seide dadurch gleichmässig).  
 Viskosekessel 4500 Litr. Inhalt (30 Kessel), Kesseldruck beim Spinnen 5 Atm., Druck an der Spinnpfeife beim Spinnen 2,3 Atm., Analyse jeder Viskosepartie auf Alkali 6,5 %, (Schwankungen normal 6,3-6,7%)  
 Zellulose = 7,5% (7,45% bis 7,55% zulässig). Bei grösseren Schwankungen müssen nachher sämtliche Stränge auf Titer geprüft werden.

Spinnerei	Vor dem Verspinnen, direkt vor der Maschine nochmalige Filtration, bei feinen Titer durch Battistfilter (Filterpressen). Titerpumpe: Friedmannpumpe, mit 3 Kolben, speziell in Öl laufend. Letzte Reinigung in der Filterkerze. Spinnpfeifen aus Glas. Düsen: Gold-Palladium und Gold-Platin. Düsenbohrungen 0,10 mm. Viskoseleitungen gegen hintere Maschinen ansteigend (event. Luftsack hinten unschädlich).
Fällbad Temperatur 40-45°	Zubereitung: Pro $\text{m}^3$ Wasser löst man im Löser 240 kg $\text{Na}_2\text{SO}_4$ calc. 120 kg $\text{H}_2\text{SO}_4$ konz. 18 kg $\text{ZnSO}_4$ krist. Nachher genaues Einstellen bis Analyse D 40° = 1,24 $\text{H}_2\text{SO}_4$ = 120 gr pro Liter. $\text{ZnSO}_4$ = 1,0 gr pro Liter. Beispiel Gesamtanalyse: Gesamt $\text{Na}_2\text{SO}_4$ = 239,7 gr pro Liter, $\text{Na}_2\text{SO}_4$ über Bisulfatverhältnis = 65,8 gr pro Liter. $\text{ZnSO}_4$ = 0,977% $\text{NaCl}$ = 2,36 gr per Liter $\text{H}_2\text{SO}_4$ = 120 gr $\text{Fe}_2\text{O}_3$ = 0,044 gr per Liter D 40° = 1,241 $\text{Al}_2\text{O}_3$ = 0,022 gr per Liter. Zulässige Schwankungen D 40° = 1,237-1,243 (1,235 und 1,245 werden als Badstörung behandelt.) H2504 118-124 gr pro Liter. Filtration der Bäder Sand und Kies. Ca. 20 Bottiche zu 10,000 Liter. Luftbefeuchtung im Spinnsaal wichtig, soll 70-80% Feuchtigkeit enthalten, damit kein Auskristallisieren stattfindet. Wäsche der Spulen durch Durchsaugen von Wasser (bis zu 5 Std.) Waschtemperatur 45-55°C. Waschen bis auf Methylorange neutral. Trocknen im Kanaltrockner bei 70°.
Bleichbäder Chlorbad Säure	Entschwefelung mit 1 % $\text{Na}_2\text{S}$ (davon 0,5 % freie $\text{NaOH}$ ), Waschen. 0.08 – 0.1% Chlor, nicht waschen. 0,1% $\text{HCl}$ , 2 x Waschen mit hartem Wasser, 1 x Waschen mit Permutitwasser.
Seifen	Seife in Permutitwasser, 0,05% Fettsäure.

Häufige Fehler	Eisenhaltig. Kalkflecken. Säureflecken. gelb, von hoher Trockentemperatur. braungelbe Flecken von Seife. schmutzig im Frühling von Algen aus dem Waschwasser. Reifeschwankungen. Spinnbadstörungen. Unrichtige CS <sub>2</sub> -Zugabe. Einzelfadenbrüche.
Sortierung Qualitäten	Prima Strang: kein, oder max. 1 Einzelfadenbruch. Ia. Selbstkostenpreis schätzungsweise 6,80-7,20 Fr. pro kg. IIa. IIIa. IVa.
Aktienkapital	Meist rechnet man pro kg Tagesproduktion 2500 Fr. Also bei 5000 kg pro Tag = 12,5 Millionen Fr. Man rechnet: 100 kg Zellstoff geben 75 kg Ia Seide.

## Die Kupferoxyd - Ammoniakseide.

### Cuprat-Seide, Bembergseide.

Fast zur gleichen Zeit, als die Arbeiten von DE CHARDONNET die ersten praktischen Ergebnisse zeitigten, wurden neue und ebenfalls aussichtsreiche Wege zur Überführung der Zellulose in glänzende lange Fasern gefunden. Der Franzose DESPAISSES schlug in seinem französischen Patent Nr. 203,741 vom Jahre 1890 vor, dass man die Zellulose direkt in dem längstbekanntesten Reagens von SCHWEIZER auflösen und darauf die so gewonnene dicke Lösung, genau wie das DE CHARDONNET getan hatte, durch feine Öffnungen in ein Fällbad ausspritzen sollte. Das Schweizer-Reagens ist eine Auflösung von Kupferoxyd in konzentriertem wässrigem Ammoniak. Zellulose löst sich darin unter ganz bestimmten Bedingungen sehr leicht auf und wird daraus zum grossen Teile wieder unverändert ausgefällt, wenn man die Lösung erhitzt oder mit Lauge oder auch mit Säure versetzt. Obschon SCHWEIZER diese Reaktion schon im Jahre 1857 im Journal für praktische Chemie, Band 72 Seite 109 beschrieben hatte, sollte es doch fast 50 Jahre dauern, bis die technische Durchführung des Kupferseidenverfahrens als abgeschlossen gelten konnte. Es waren grosse Schwierigkeiten zu überwinden.

Nach den Versuchen von DESPAISSES im Jahre 1890 und später von JOHANN URBAN, BRONNERT u.a.m. schien das Schicksal dieser Fabrikationsart sehr unsicher. Erst die Anstrengungen von J. P. BEMBERG haben dann gezeigt, dass hier ein Verfahren vorliegt, welches bei richtiger technischer Ausbildung von grosser Bedeutung ist.<sup>9</sup>

Bis jetzt sind keine genauen Angaben über die Arbeitsweise nach dem Kupferseidenverfahren bekannt geworden, daher muss ich mich auf die folgenden Mitteilungen beschränken.

Zuerst muss gesagt werden, dass ohne die vollständige Wiedergewinnung des Ammoniaks und des Kupfers eine Rentabilität ausgeschlossen ist. Diese vollständige Wiedergewinnung ist heute tatsächlich erreicht, und die Kosten der Ausgangsmaterialien spielen keine sehr bedeutende Rolle mehr.

Als Ausgangsmaterial verwendet man Baumwolle, obschon es auch möglich ist, eine recht gute Qualität Kupferseide aus Zellstoff zu gewinnen. Sollte es gelingen, aus Zellstoff eine Kunstseide zu

<sup>9</sup> Näheres findet man auf Seite 104/105 der Kunstseide von HERZOG; Dr. HELMUT HOFFMANN unter Kupferseide.

fabrizieren, die jener aus Baumwolle ebenbürtig ist, dann würde der Viskose eine sehr starke Konkurrenz erwachsen.

Die zur Verwendung kommenden Linters müssen wie bei der Fabrikation der Chardonnetseide oder der Azetatseide sorgfältig gereinigt und tadellos gebleicht sein. Diese Operationen sollen hier nicht näher beschrieben werden, da sie keinerlei Spezialinteresse bieten. Meist beziehen die Fabriken das fertige vorbereitete Material von einer Fabrik, die sich mit derartigen Arbeiten befasst.

Die Auflösung der Baumwolle in der Lösung von Kupferoxyd und Ammoniak hat bei niedriger Temperatur (ca. 5-10°) zu erfolgen. Nur „blaues“, d.h. hydratisiertes Kupferoxyd  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  löst sich vollkommen in konzentriertem Ammoniak. Es bildet sich dabei eine prachtvolle dunkelblaue (königsblaue) Lösung. Diese verändert sich im Laufe der Zeit und löst Baumwolle weniger leicht und mit verschiedener Viskosität (Zähflüssigkeit). Es ist auch nötig, dass das Kupferoxyd so salzfrei als

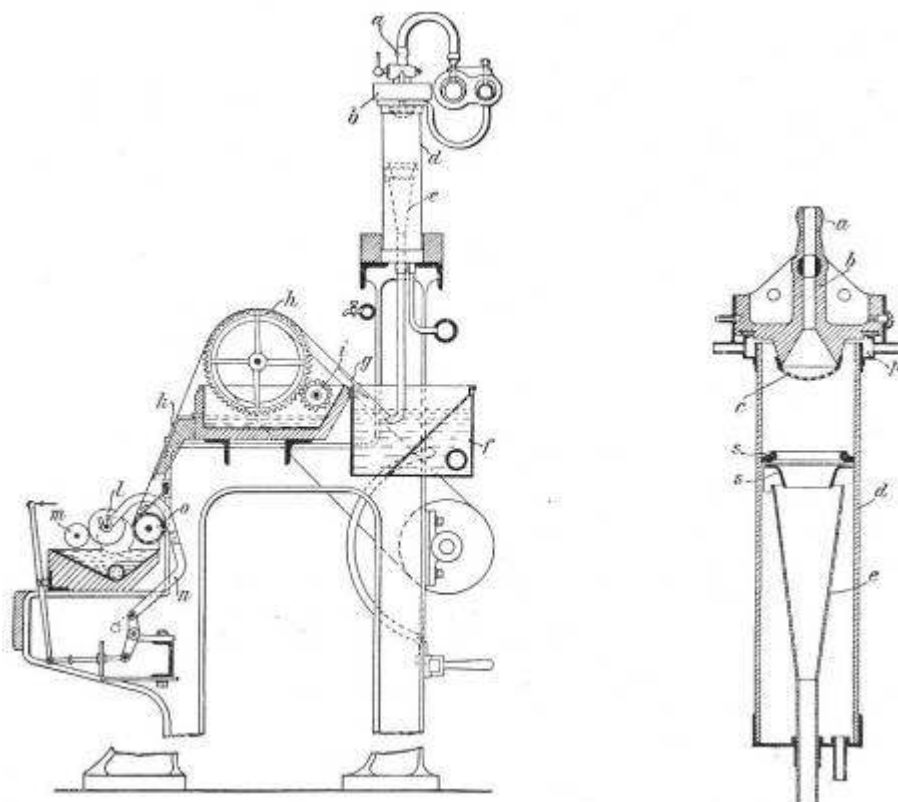


Abb. 30. Streckspinnapparatur der J. P. Bemberg. Abb. 31. Spinntrichter für Bembergseide.  
möglich sei, und sehr viele Vorschläge zu diesem Ziele sind bekannt geworden. Die einfachste Methode besteht in folgendem:

Man mischt in einem Gefäß aus Holz 100 kg feinverteilte (geholländerte) reine Baumwolle, 3000 Liter kaltes Wasser (10-12°) und 160 kg Kupfervitriol, welches vorher in der nötigen Menge Wasser gelöst wurde. Es ist nötig, eisenfreies Kupfervitriol zu verwenden.

Zu dieser Mischung gibt man langsam unter stetem Rühren 110 Liter Natronlauge von 40 bis 41 % NaOH-Gehalt. Dadurch wird das Kupfer als  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  in und auf der Baumwolle ausgefällt. Es entsteht die sogenannte „Blaumasse“, die man leicht in einer Filterpresse abfiltrieren kann. Man entnimmt die erhaltenen hellblauen Filterkuchen der Presse und presst sie hydraulisch stark ab (200 kg pro  $\text{cm}^2$ ). Es entsteht ein hellblauer bröckeliger Kuchen im Gesamtgewichte von 500-550 kg.

Dieser Kuchen hat die Neigung, langsam schwarz zu werden, weshalb man ihn so rasch als möglich verarbeiten muss. Man zerkleinert ihn auf eisenfreien Maschinen (Brechern mit Stachelwalzen z. B.) und bringt ihn in die Mischmaschine. Dort wird der Blaukuchen mit Aussenkühlung auf eine Temperatur von 100 gebracht und dann vorsichtig mit der nötigen Menge Ammoniak gemischt. Man braucht vorerst ca. 350 kg Ammoniakflüssigkeit von 25% Ammoniak. Der Blaukuchen quillt rasch auf, die Baumwolle verliert ihre Struktur. Schliesslich zerfällt die Baumwolle, und es entsteht eine Lösung von Zellulose in Kupferoxydammoniak. Während der Auflösung soll man immer kühlen, damit die Temperatur nicht steige. Man knetet im „Werner-Pfleiderer“ (siehe die Abbildung auf Seite 25, Nr.21) ungefähr 4 Stunden.

Wenn vollkommene Lösung eingetreten ist, gibt man noch bestimmte Zusätze hinzu, um die Spinnbarkeit der Lösung und besonders ihre Fähigkeit „Fäden zu ziehen“ zu erhöhen. Genauere

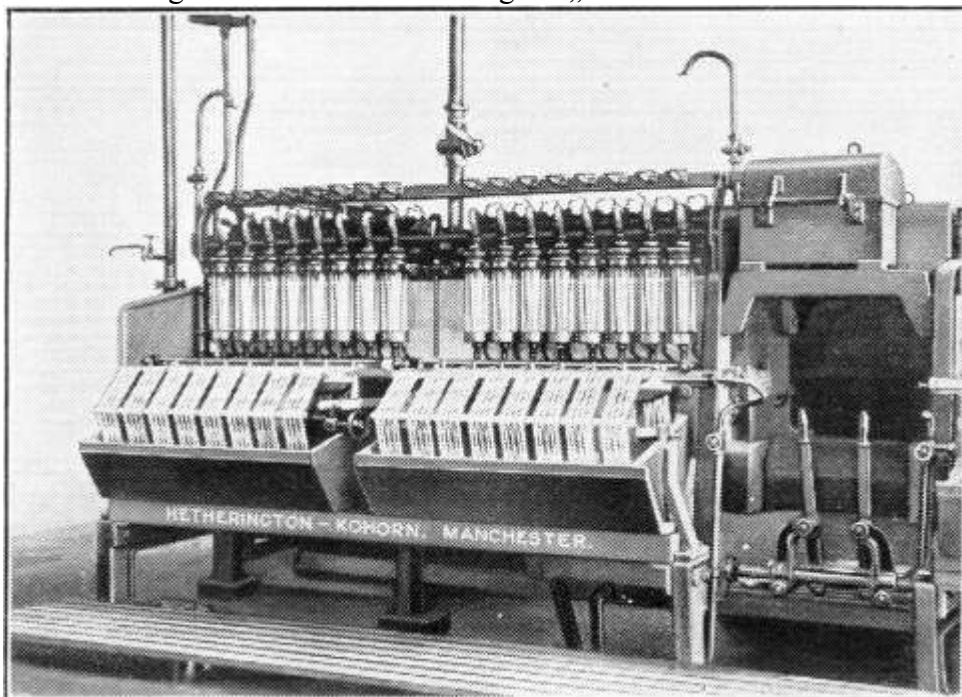


Abb. 32. Technische Ausführung der Apparatur von J. P. Bemberg.

Die Glastrichter und die Haspel sind deutlich sichtbar. Ausführung Hetherington-Kohorn, Manchester.

Daten hierüber sind mir nicht bekannt. Man liest davon, dass man etwas Natronlauge und sehr wahrscheinlich Traubenzucker (Glukose) hinzugebe. Die Zusatzmenge an Zucker (auch Rohrzucker oder Weinsäure wird genannt) beträgt auf keinen Fall mehr als 5% der Baumwollmenge.

Man bestimmt nun die Viskosität in Apparaten von verschiedenster Konstruktion. Wenn die Lösung die gewünschten Eigenschaften hat, wird sie zuerst vollkommen entlüftet, um die Luft und besonders das überschüssige Ammoniak herauszubekommen. Das abgesaugte Ammoniak wird in Wasser aufgefangen und dient dann erneut zum Auflösen von Baumwolle zusammen mit Kupferhydroxyd. Die spinnfertige Zellulose-Lösung wird nun noch filtriert. Dies geschieht in Filterpressen, die mit Nickeldrahtnetzen feinsten Bindung ausgestattet sind, und zwar muss die Filtration dreimal erfolgen. Analog wie bei der Chardonnetseide verwendet man immer feinere Drahtnetze.

Die Lösung der Zellulose ist ziemlich dickflüssig und wird nun nach einem besondern Streckspinnverfahren versponnen. Der Unterschied gegenüber dem Verspinnen von Viskose besteht darin, dass man die Ausfällung des Fadens in zwei Stufen vornimmt. Zuerst wird der Faden mit warmem

Wasser ausgefällt. Dadurch entsteht ein hellblauer, kupferhydroxydhaltiger, sehr plastischer Faden, welcher vor dem Absäuern stark gestreckt wird. Durch diese Streckung werden die Faserelemente weitgehend parallel gerichtet (siehe auch Lilienfeld-Seide), und dadurch erklären sich die hervorragenden Eigenschaften der Kupferseide.

Die endgültige Form und Ausführung des Spinnapparates ist in dem D. R. P. 220/051 (1907) Bemberg, angegeben. Die Abbildung 30 gibt die Einzelheiten dieser höchst komplizierten Maschinerie, während die Abbildung 32 (Ausführung Kohorn, Manchester) die technische Apparatur erläutert. Nach dieser Methode wird wie folgt verfahren:

Die Spinnlösung gelangt durch die Leitung *a* in das Glasrohr *d*. Der Eintritt der Spinnlösung erfolgt durch die Spinnöse bei *b*. Sie ist aus Glas. Da der Faden nachträglich stark gestreckt wird, kann man die Austrittöffnungen etwas grösser machen als bei den andern Kunstseidenverfahren, was den grossen Vorteil hat, dass Verstopfungen viel weniger leicht eintreten.

Die Glasröhre *d* wird durch die Rundleitung *p* fortwährend mit warmem Wasser beschickt.

Der oder die gebildeten Fäden fallen in den Trichter *e* und werden durch die Fällflüssigkeit, die aus *p* kommt, heruntergewaschen. Damit nun der Faden rasch weggeschwemmt werde, ist folgende sinnreiche Einrichtung getroffen: Man pumpt durch die am Boden des Fällzylinders *d* befindliche kleine Röhre einen kräftigen Strom von Fällflüssigkeit. Diese Flüssigkeit wird dem Gefäss *f* entnommen. Sie kann sich nicht mit dem ersten frischen Fällbade, welches bei *p* eintritt, mischen, sondern wird durch den Sperring *ss* genötigt, in die untere Öffnung des Trichters *e*

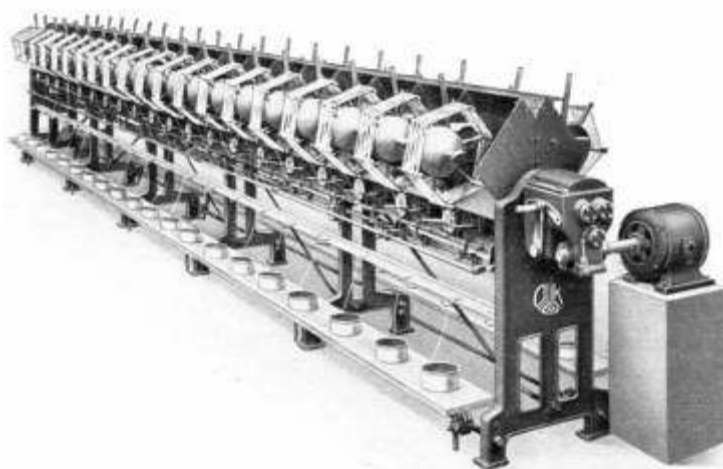


Abb. 33. Abwickelmaschine für Kunstseide.

einzutreten. Der Faden wird also zuerst mit reinem Wasser ausgefällt und darauf durch die aus *f* über *se* eingepumpte, zum Teil alte Flüssigkeit vollkommen gefüllt. Dadurch entsteht ein weicher, elastischer, hellblauer Faden, der sich in diesem Zustande leicht auf ein vielfaches seiner ursprünglichen Menge ausziehen lässt.

Durch beliebige Veränderung der Abwickelgeschwindigkeit, die mit dem Rade *h* erzeugt wird, kann man den blauen, alkalischen Faden weitgehend ausziehen, immer vorausgesetzt, dass die Plastizität die richtige sei. Der Faden wird dann zum Schlusse auf dem Haspel *l* (siehe auch besonders die instruktive technische Abbildung 32) gesäuert, wodurch das Kupferoxydhydrat gelöst und entfernt wird. Das Absäuern erfolgt mit verdünnter Schwefelsäure. Darauf wird der Faden gründlich ausgewaschen, gebleicht u. s. w., genau wie es bei der Chardonnetside auf Seite 22 angegeben wurde.

Die Regeneration des Ammoniaks und des Kupfers erfolgt im Prinzip dadurch, dass man zuerst das Ammoniak abdestilliert und darauf das Kupfer in Schwefelsäure zu Kupfersulfat auflöst. Es geht in den Betrieb zurück. Die Verluste sollen nach neueren Mitteilungen auf ein Minimum zurückgegangen sein.

Die Hauptmenge des Ammoniaks (bis 50 %) gewinnt man schon beim Auspumpen der Lösungsgefässe zurück. Eine weitere Menge bekommt man direkt aus dem Fällbade *f* und den Rest aus den Bädern, in denen man die Seide säuert.

Die Firma J. P. Bemberg hat im Laufe der Zeit das Verfahren ausgezeichnet ausgebildet, sodass sie sozusagen ein Monopol erlangt hat. Es ist dies umso interessanter, als die ersten Versuche, Kupferseide zu fabrizieren, alle mehr oder weniger gescheitert sind.

Die Kupferseide hat einen vornehmen sanften Glanz, einen Griff, der jenem der Naturseide sehr ähnlich ist, und sie zeigt gegenüber der Viskose und der Chardonneseide eine bessere Elastizität. Die Entwicklung der Kupferseide hat der grossen Damen-Strumpfmode grossen Vorschub geleistet, eine sehr unerwartete, aber wichtige Tatsache.

## Die Azetatseide

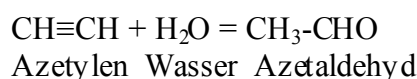
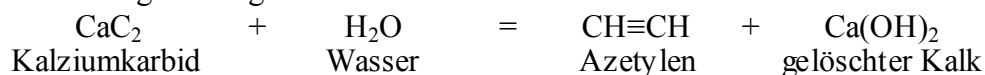
### Azetylzellulose-Kunstseide

Neben den zuvor erwähnten Kunstseiden ist in neuerer Zeit ein weiterer Konkurrent auf dem Markte erschienen, nämlich die *A z e t a t s e i d e*.

Die Fabrikation dieser Kunstseide, welche eine Sonderstellung einnimmt, beruht auf einer Beobachtung, die PAUL SCHÜTZENBERGER im Jahre 1869 machte. SCHÜTZENBERGER sah, dass bei der Einwirkung von Essigsäureanhydrid auf Baumwollzellulose eine neue, in verschiedenen organischen Lösungsmitteln lösliche Zellulose entsteht, die ganz analog zusammengesetzt ist wie das schon erwähnte Zellulosenitrat von SCHÖNBEIN. Erst viel später haben BEVAN und CHOSS (die Erfinder der Viskose) gezeigt, dass man durch bessere Ausführung des von FRANCHIMONT und GIRARD verbesserten Schützenberger Verfahrens zu einem technisch verwertbaren Produkt gelangt. Aber auch BEVAN und CROSS war auf diesem Gebiete kein technischer Erfolg beschieden, sondern es bedurfte noch vieler Anstrengungen, um zu einem brauchbaren Verfahren für die Gewinnung von Azetylzelluloseseide zu gelangen. Die vielversprechenden Anfänge der Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer, sowie besonders von Dr. Arthur Eichengrün, wurden durch die kriegerischen Ereignisse der Jahre 1914 bis 1918 unterbrochen, und erst nachher haben zu gleicher Zeit schweizerische, französische, deutsche und englische Techniker das Problem fast unabhängig voneinander gelöst. Nur durch besonders günstige Umstände, von denen weiter unten ausführlich die Rede sein wird, konnte eine Lösung überhaupt gefunden werden. Die Eigenschaften der Azetatseide sind von jenen der andern Kunstseiden vollkommen verschieden. Im Gegensatz zu jenen ist Azetatseide keine unveränderte Zellulose, sondern ein organisches Salz davon, eine Substanz, die man als Ester bezeichnet. Sie lässt sich durch die gewöhnlichen, in der Färberei sonst verwendeten Farbstoffe nur in Ausnahmefällen anfärben und zeichnet sich im übrigen durch bedeutend grössere Elastizität und Wasserfestigkeit aus.

Mit der Ausbildung der Azetatseide haben gleichzeitig die zu deren Fabrikation benötigten Ausgangsmaterialien einen ganz ungeahnten Aufschwung genommen. Es sind neue, interessante chemische Verfahren ausgearbeitet worden, um das Essigsäureanhydrid zu fabrizieren. Aber auch die Fabrikation der Essigsäure, des Azetaldehydes und des Azetons hat sich in bemerkenswerter Weise entwickelt. Azetaldehyd ist ein Zwischenprodukt der modernen Essigsäurefabrikation und wird in eleganter Weise dadurch erhalten, dass man Azetylen auf Wasser einwirken lässt. Diese Einwirkung erfolgt nur in Gegenwart eines Beschleunigers (Katalyten), in diesem Falle Quecksilbersulfat.

Die Reaktionsgleichung ist:

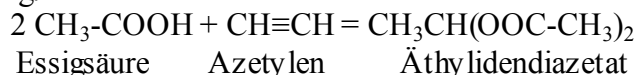


Diese Reaktion geht nur in Gegenwart von Quecksilbersalzen vor sich.

D.R.P. No. 425 665 Friedlaender XV, 104, Erfinder Dr. NATHAN GRÜNSTEIN.

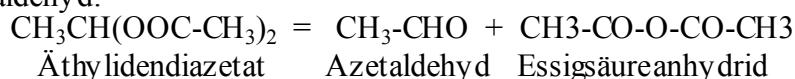
Die Bildung von Azetaldehyd erfolgt fast quantitativ und ist die Grundlage jeder modernen konkurrenzfähigen Azetatseidenfabrikation.

Aus dem Azetaldehyd (den man auch aus Alkohol durch Oxydation mit Luft erhalten kann), stellt man heute direkt das Essigsäureanhydrid dar. Dies geschieht nach einem Verfahren, welches zuerst von dem Konsortium für Elektrochemie in Nürnberg angegeben wurde und dann von der Société des Usines du Rhône-Poulenc (Paris-Lyon) verbessert wurde. Nach diesem Verfahren leitet man Azetylen in eine Auflösung von wenig Quecksilber in 100 %iger Essigsäure (Eisessig). Dadurch bildet sich eine Verbindung von Essigsäure und Azetaldehyd nach folgender Gleichung:

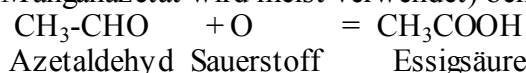


(Siehe z. B. D.H. P. 441, 003 [Soc. Chim. d. Usines du Rhône] Friedlaender'sche Patentsammlung, Band XV, Seite 133.)

Diese Verbindung gibt beim Destillieren direkt und in vorzüglicher Ausbeute Essigsäureanhydrid und Azetaldehyd:

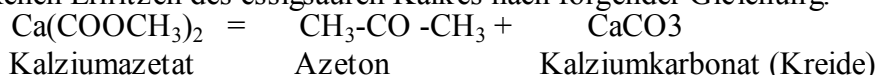


Der Azetaldehyd bildet sich, wie erwähnt, aus Azetylen und Wasser. Er kann direkt in Essigsäure übergeführt werden, wenn man ihn mit Luft und in Gegenwart eines Beschleunigers (in diesem Falle Mangansalze, Manganazetat wird meist verwendet) behandelt.



Es ist nötig, auf den Zusammenhang der Fabrikation der Azetatseide und jener der Essigsäure und des Essigsäureanhydrides ausdrücklich hinzuweisen, weil ohne diese Grundlage eine rentable Azetatseidenfabrikation vollkommen ausgeschlossen ist.

Es ist nun ein eigenartiger Zufall, dass man als Lösungsmittel für die Azetylzellulose eine Flüssigkeit verwendet, die ebenfalls aus Essigsäure fabriziert wird. Es ist das *Azeton*. Dieses bildet sich beim trockenen Erhitzen des essigsäuren Kalkes nach folgender Gleichung:



Azeton ist eine angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 56,5° siedet und die Eigenschaft hat, eine bestimmte Qualität Azetylzellulose sehr leicht und reichlich zu lösen. Beim Verdunsten des Azetons verbleibt die Azetylzellulose als dünner, durchsichtiger Film, oder, wenn man die Lösung wie bei der Fabrikation der Chardonnatseide aus feinen Öffnungen ausspritzt, als feiner, glänzender Faden zurück.

Auf dieser Eigenschaft der Azetylzellulose beruht die Industrie der Azetatseide. Da die Azetylzellulose ganz gefahrlos ist, muss man sie nicht nachbehandeln, der Faden ist nach dem Spinnen verbrauchsfertig. Er enthält alle Essigsäure, die man als Azetat in die Zellulose eingeführt hat, weshalb mehr Kunstseide aus der Fabrik herauskommt, als man Baumwolle hineingebracht hat. Man kann sagen, dass die Azetatseide zu ungefähr gleichen Teilen aus Baumwolle und Essigsäure besteht. Es wird also ungefähr doppelt so viel Azetatseide erzeugt, als man Baumwolle verwendet hat.

Die Grundlagen für eine rentable Industrie der Azetatseide sind in der Schweiz vorhanden. Bereits sind an verschiedenen Orten Gründungen erfolgt, die sich wahrscheinlich günstig entwickeln werden, weil wir billigen elektrischen Strom haben, ohne welchen man kein billiges Kalziumkarbid fabrizieren kann. (Lonza, Ciba u. a. m.)

Über die Entwicklung der Azetatseidenfabrikation wird am Schlusse dieses Kapitels berichtet werden, sowie in der allgemeinen Übersicht am Schlusse dieser Darstellung.

Die Fabrikation der Azetylzelluloseseide ist im Prinzip die gleiche wie jene der Chardonnetseide, nur fällt, wie erwähnt, die Nachbehandlung weg.

Zur Herstellung des Azetates verwendet man heute noch ansschliesslich Baumwoll-Linters, weil Zellstoff eine etwas weniger elastische Kunstseide gibt. Ob das immer so bleiben wird, kann nicht bestimmt gesagt werden.

Die Behandlung der Baumwolle mit dem Essigsäureanhydrid erfolgt in den gleichen Apparaten, die verwendet werden, um die Alkalizellulose bei der Viskosefabrikation zu zerfasern (siehe Seite 25). Man bringt z. B. 20 kg gereinigte Baumwoll-Linters von einem Trockengehalte von 92-93% in den Knetapparat aus Bronze und gibt dazu 60 kg Essigsäureanhydrid und 100 kg 100% Essigsäure. Diese Mischung wird zuerst sorgfältig geknetet und darauf langsam 3 kg konzentrierte Schwefelsäure gemischt mit 25 kg Essigsäure von 100% hinzugegeben. Das Gemenge beginnt sich zu erwärmen, und es ist nötig, die Temperatur möglichst tief zu halten, weil sonst die Zellulose angegriffen wird und keine viskosen Azetate gibt. Nach ungefähr einer Stunde ist die erste starke Reaktion vorbei und man erwärmt den Apparat mit warmem Wasser langsam auf 25°. Die Azetylierung ist in ca. 8 Stunden beendet. Nach dieser Zeit löst sich ein in Wasser gegossenes Muster nach dem Trocknen vollkommen in Chloroform auf. Das ist aber nur dann der Fall, wenn die Anfangstemperatur der Azetylierung niedrig war (-5°). Ist die Azetylierung beendet, dann gibt man vorsichtig in den Knetapparat so viel Wasser, dass eine Essigsäure von 95% entsteht. Dazu sind ungefähr 8 kg Wasser nötig, die sehr langsam und vorsichtig zugegeben werden, weil sonst die Azetylzellulose ausfällt.

Wenn das Wasser mit dem Azetylierungsgemisch vollkommen gemischt ist, geht man langsam auf 25° und hält so lange auf dieser Temperatur, bis das Produkt vollkommen löslich in Azeton geworden ist und eine Probe einen Azetylgehalt von 57,5-57,8% zeigt. Dies dauert 36-48 Stunden. Die Analyse erfolgt nach bekannten Prinzipien und kann hier nicht behandelt werden. (Siehe z.B. YARSLEY, „Über die Herstellung und Physikalischen Eigenschaften der Zelluloseazetate“, Berlin 1927.)

Sowie die richtige Azetylierung erreicht und auch die Viskosität die richtige ist (siehe YARSLEY), gibt man den Inhalt des Knetapparates in kaltes Wasser und fällt damit die Azetylzellulose als schneeweisses, mattes, feines Pulver aus. Es wird gründlich ausgewaschen und bei niedriger Temperatur getrocknet.

Die abfallende Essigsäure muss wiedergewonnen werden. Dies geschieht z. B. durch Eindampfen, zum Teil durch Neutralisation der verdünnten Lösungen und Verarbeitung auf Azeton. Ein gewisser Teil der reinen, aber verdünnten Essigsäure wird besonders in Frankreich mit etwas Rotwein gemischt und als Speiseessig vom Konsum glatt aufgenommen.

### Das Spinnen des Zelluloseazetates.

Das Lösen und das Filtrieren des Zelluloseazetates schliesst sich eng an die Operationen der Chardonnetseiden-Fabrikation an. Die Azetylzellulose ist viel leichter löslich in Azeton als die Kollodiumwolle in Äther-Alkohol. Daher kann man auch bedeutend konzentriertere Lösungen herstellen. Andererseits hat man gefunden, dass man nur Lösungen spinnen kann, die gerade den Siedepunkt des Azetons haben, also ca. 60°. Dass diese Lösungen vollkommen klar sein müssen, versteht sich von selbst. Als Filtermaterial kann man hier nicht gut Watte verwenden; Seidengaze mit einer Lage von feinem Hutfilz hat sich am besten bewährt.

Wenn man die Azetonlösung der Azetylzellulose wie bei der Chardonnetseiden-Fabrikation verspinnen würde, so bekäme man trübe, matte Fäden. Daher wird die ganze Spinnoperation vollkommen trocken vorgenommen, weshalb man diese Art des Spinnens als Trockenspinnverfahren bezeichnet. Um die Gewähr zu haben, dass die Azetatseide beim Aufwickeln vollkommen trocken ist, muss man sie durch eine lange Strecke von warmer trockener Luft leiten, damit das Azeton sofort verdunstet.

Die Aufgabe des Trockenspinnens ist wie folgt gelöst worden. Man presst die heisse 60° Azetonlösung von 25-30% Azetyllulosegehalt aus Spindüsen, die mehrere Löcher haben

(10-40) von oben nach unten und lässt den Faden durch eine Strecke von 2-5 m frei herabfallen. In der Fallröhre wird er mit heisser trockener Luft behandelt, die ihm entgegenströmt. Dadurch wird er, bis er an die Spule kommt, vollkommen trocken und kann ohne Gefahr des Zusammenklebens aufgewickelt werden. Man kann ihn auch direkt zwirnen, ähnlich wie man Seide auf Zwirnmaschinen zwirnt.

Die Abbildungen 34 und 35 zeigen zwei Ausführungsformen der Apparatur.

Ein schwieriger Punkt des Verfahrens ist der Beginn des Spinnens, wenn aber der Faden einmal erhalten wurde, kann man bei guter Zuleitung der Lösung tagelang ununterbrochen weiterspinnen. Dazu kommt noch, dass die Spinnengeschwindigkeit wegen der geringeren Viskosität der Azetonlösungen sehr viel grösser ist als bei der Chardonnetseide. Während man dort eine Spinnengeschwindigkeit von 1,3 m per Sekunde als sehr gut betrachtet, ist es bei der Azetatseide leicht möglich, fünf Meter, ja neuerdings sogar 7-8 Meter zu erreichen. Dadurch steigt die Produktion pro Apparat ungemein. Ein Arbeiter kann ohne jede Schwierigkeit 100 kg und mehr im Tage produzieren.

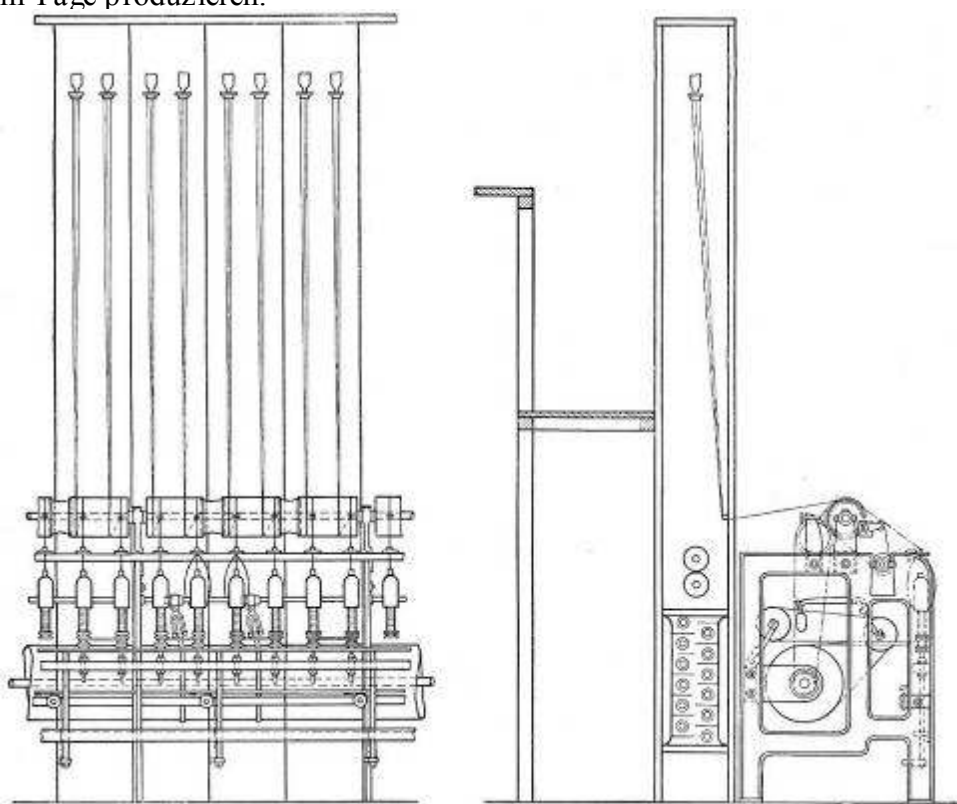


Abb. 34. Durchschnitt der Trockenspinnapparatur für Azetatseide.  
Vorder- und Seitenansicht.

Die Wiedergewinnung des teuren Azetons erfolgt heute durch Absorption mit aktiver Kohle, oder Kieselsäuregel. Aktive Kohle wird erhalten, wenn man Holz unter ganz besonderen Bedingungen verkohlt, z.B. in Gegenwart von Chlorzink, oder Phosphorsäure u. a. m. Kieselsäuregel bekommt man, indem man Kieselsäure-Natronlösungen (Wasserglaslösungen) mit verdünnter Säure fällt, die entstandene Gallerte auswäscht und bei niedriger Temperatur trocknet. Die Absorptionsapparaturen sind hohe Zylinder, in denen auf Siebplatten das Absorptionsmittel liegt. Von Zeit zu Zeit schaltet man einen neuen Turm ein, treibt das Azeton durch Erwärmen aus und kühlt es nachher in Apparaten ab, um es als Flüssigkeit wieder zu gewinnen. Der Verlust an Azeton ist heute unter 6% und dürfte noch kleiner werden, wenn man grössere Übung in der Konstruktion derartiger Absorptionseinrichtungen hat.

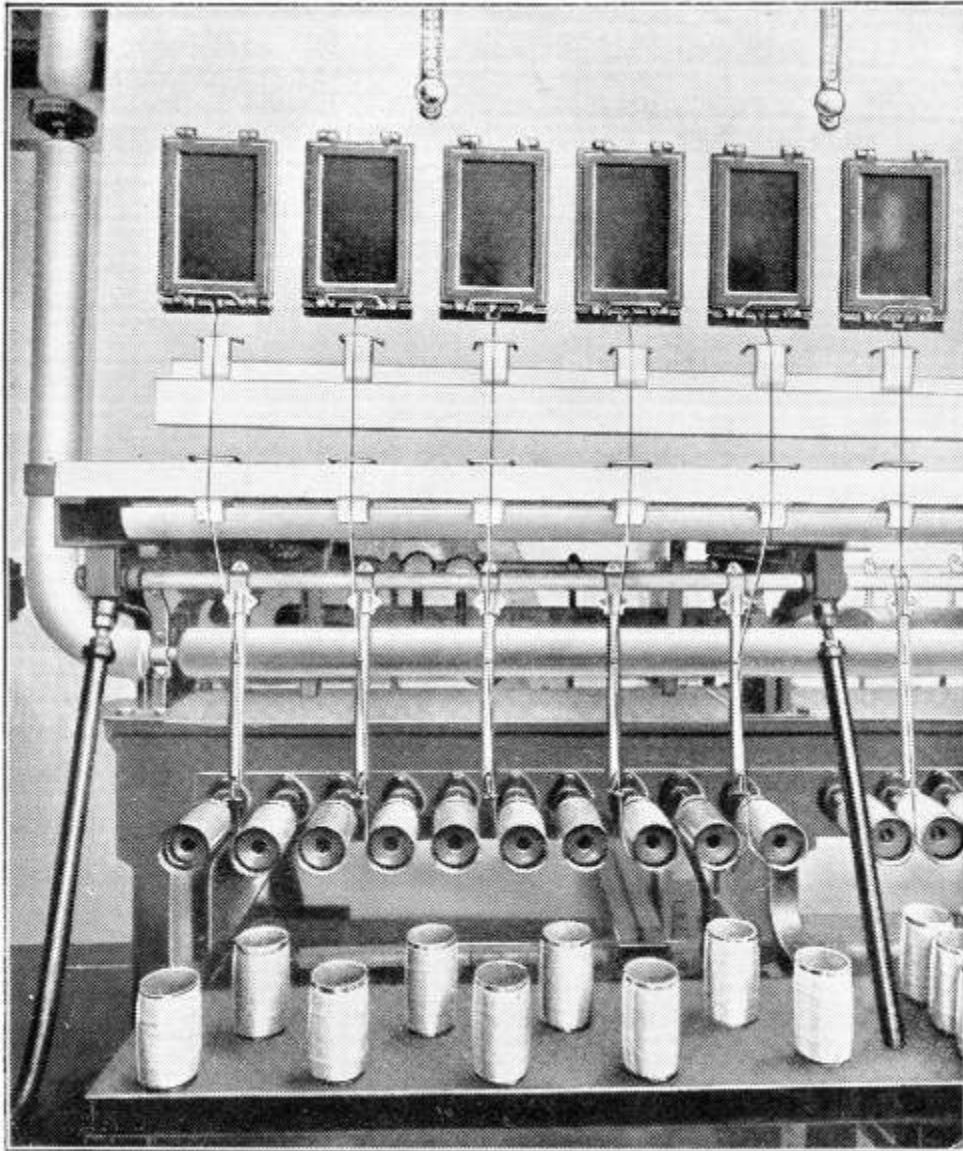


Abb. 35. Technische Ausführung der Trockenspinnapparatur.

### Eigenschaften der Azetatseide.

Die Azetatseide zeichnet sich von allen andern Kunstseiden durch zwei Eigenschaften aus, eine mechanische und eine chemische. Sie ist im Gegensatz zu ihren Konkurrenten elastisch, d.h. man kann sie strecken und beim Nachlassen des Zuges zieht sie sich auf die ursprüngliche Länge zusammen. Diese Eigenschaft hat sowohl die trockene wie die nasse Azetatseide. (Siehe die graphische Darstellung auf Seite 74, 75.) Diese Elastizität sichert der Azetatseide eine entschiedene Überlegenheit, indem sie beim Tragen weniger leicht zerknittert wird. Es ist dies besonders für Unterkleider von grosser Bedeutung. Die chemische Eigenschaft besteht darin, dass sich Azetatseide nur mit ganz bestimmten Farbstoffen anfärben lässt. Dies bereitet besonders am Anfang sehr grosse Schwierigkeiten, ja man glaubte eine Zeitlang, dass das Verfahren daran scheitern würde. Es sind aber in den letzten Jahren eine grosse Anzahl von Azetatseidenfarbstoffen erfunden worden und der anfängliche Nachteil hat sich in einen bedeutenden Vorteil verwandelt. Dieser besteht darin, dass man gemischte Gewebe,

welche Azetatseide enthalten, zwei oder mehrfarbig in einem Färbebad färben kann, wodurch für die Stückfärberei ein neues, interessantes Gebiet erschlossen wurde. Der erste, welcher zeigte, dass man Azetatseide färben kann, war Dr. RENÉ CLAVEL in Basel.

### Benennung, Verwendungsgebiet, Produktionszahlen.

Die Benennung der Kunstseide hat in den verschiedenen Ländern zu Diskussionen Anlass gegeben. In den angelsächsischen Ländern wird der Name „Seide“ ausschliesslich für Naturseide (reale Seide) verwendet. Für die Kunstprodukte wird ausnahmslos der Name „RAYON“ verwendet.

In Deutschland, der Schweiz und auch in Holland wird verlangt, dass das Kunstprodukt deutlich die Bezeichnung *Kunstseide* trage. In Frankreich dagegen wird vielerorts auch für Kunstseide nur Seide gesagt. Wenn gerade in diesem Lande bis jetzt keine grösseren Schwierigkeiten durch die Gleichartigkeit entstanden sind, so ist das vielleicht dadurch zu erklären, dass der Franzose sich durch Namen weniger täuschen lässt als andere Leute. Die andern Arten der Kunstseide tragen je nach der Herstellungsart zahlreiche Phantasienamen. Es seien genannt:

*Bembergseide* für Kupferoxyd-Ammoniakseide, *Nitroseide* für Chardonneseide; *Azetatseide*, *Cellanese*, *Rhodiaseta*, *Aceta* etc. für Zelluloseazetatseide; *Celtaseide*, *Traviseseide*, *Nueraseide*, *Enka*, *Unica*, *Mattseide* etc. etc. für Viskoseseide verschiedener Art. *Nueraseide*, *Lilienfeldseide*, *Exquisiteseide*, *Festseide*, *Suncord* sind Kunstseiden, die durch besondere Spinnverfahren oder chemische Prozesse bedeutend stärker sind als die älteren Kunstseiden. (Siehe auch Manchester Guardian Commercial Seite 424 vom 10. Oktober 1929.)

Glanzstoff FF - Garn ist besonders feine Kunstseide, welche unter verschiedenen andern Namen auch von Bemberg, Küttner etc. in den Handel gebracht wird. Die Garne erreichen bis zu 25 Deniers und werden zur Herstellung von Crepe de Chine und Gorgette viel verwendet.

Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts glaubte man nicht, dass die Kunstseide ein wirklich ernst zu nehmendes Material sei, welches der Naturseide, oder gar der Baumwolle Konkurrenz machen könnte. Noch im Jahre 1900 wurde die Bedeutung der Kunstseidenindustrie von O. N. Witt, dem bekannten und voraussehenden Technologen, nicht sehr hoch eingeschätzt. Er sagt in seinem Bericht über die chemische Industrie auf der Weltausstellung in Paris vom Jahre 1900 (Berlin 1902), Seite 64, dass „künstliche Seiden aller Art sich längst ihr eigenes Absatzgebiet in der Herstellung von Posamentierarbeiten und von gemischten Stoffen erworben haben“. Davon, dass die Kunstseide ein ernstlicher Konkurrent der alten Textilfasern sein könnte, war vor 30 Jahren kaum die Rede. Erst mit der Verbilligung der Kunstseide durch das Erscheinen der Viskose ist hierin eine Änderung eingetreten und DE GOUMOENS, der langjährige Leiter der „Viskose Emmenbrücke“, hat schon vor über 20 Jahren betont, dass die Kunstseide nicht der Naturseide, sondern der Baumwolle Konkurrenz machen werde. Das ist in weitgehendem Masse eingetreten und gleichzeitig hat sich die Kunstseide als ein ganz neues und vielseitig verwertbares Material erwiesen, welches den alten Textilfasern nur bedingt Konkurrenz macht und sie im übrigen in erfreulicher Weise ergänzt.

Dies verdanken wir zum Teil auch einigen besonderen Neuerungen, die viel von sich reden machen. Es sind Kunstseiden, die absichtlich mit regelmässigen winzigen Hohlräumen fabriziert werden. Man kann Hohlräume auf verschiedene Art erhalten, z. B. dadurch, dass man in das Gemisch von Viskose und Wasser Natriumkarbonat hinzugibt. Bei der Ausfällung des Fadens mit Säure wird dann Kohlensäure frei, die in der Form von feinen Gasblasen den ganzen Faden durchsetzt. Dadurch erhält man einen matten luftigen Kunstseidefaden, welcher im Gegensatz zu der gewöhnlichen Viskoseseide einen feineren Glanz und einen wärmeren Griff besitzt.

Derartige Kunstseiden kommen unter dem Namen „Luftseide“ oder Celta-Seide in den Handel. Man kann aber auch auf etwas andere Weise Lufträume erzeugen. Dies geschieht dadurch, dass man in das Viskosebad  $\beta$ -Naphthol gelöst in Natronlauge gibt.  $\beta$ -Naphthol ist eine schön kri-

stallisierende organische Substanz, die in Lauge leicht löslich ist. Beim Ausfällen des Viskosefadens mit Säure entstehen winzige Kristalle von  $\beta$ -Naphthol, die den Faden regelmässig durchsetzen. Man entfernt diese Kristalle nachträglich mit Natronlauge und bekommt ebenfalls eine mit kleinen Luftblasen durchsetzte Viskoseseide.

### Andere Arten der Kunstseide.

Man hat besonders während des Weltkrieges in Deutschland versucht, die fehlende Wolle durch Kunstprodukte zu ersetzen. Von allen „Ersatzprodukten“, wie Papier, Holz u. a. m. ist nur als wertvolle Bereicherung die Stapelfaser geblieben. Man nennt Stapelfaser ein Gespinst, welches aus kurzgeschnittenen Kunstseidefäden durch Verspinnen auf dem gewöhnlichen Spinnstuhl erhalten wird. Derartige Gespinste müssen mit der längst bekannten und geschätzten Schappe verglichen werden, welche bekanntlich aus Seidenabfällen verschiedener Art durch Verspinnen erhalten wird. Die Stapelfaser hat sich als ein sehr schönes und vielseitig brauchbares Material erwiesen. Die damit erhaltenen Gewebe zeichnen sich durch schönen, feinen Glanz aus. Man ist auch dazu übergegangen, Baumwolle, Wolle und reale Seide zusammen mit Kunstseide zu verspinnen und daraus Gewebe verschiedenster Art herzustellen, die sich wegen ihrer Billigkeit und auch wegen ihrer Schönheit steigender Beliebtheit erfreuen.

Eine andere wichtige Verwendung der Kunstseide liegt auf dem Gebiete der reinen Kunstseidengewebe und besonders in der Wirkerei. Man kann sich die kunstseidenen Strümpfe, Handschuhe, Kravatten, Combinaisons und viele andere Artikel heute gar nicht mehr aus der Textilchemie wegdenken, und die Verwendung steigt noch immer in erstaunlicher Weise.

Wie ich schon erwähnt habe, erfreut sich in der letzten Zeit die Azetatseide einer ausserordentlichen Verbreitung, weil sie neben den guten Eigenschaften auch wertvolle färberische Qualitäten besitzt. Die heutige Stückfärberei verwendet dieses Material zur Erzeugung von Weisseffekten oder Bunteeffekten am Stück. Diese Art des Färbens ermöglicht es, vorrätige weisse Ware in kurzer Zeit in beliebiger Art zwei- und mehrfarbig zu färben, wenn neben der Azetatseide z. B. andere Kunstseide und daneben Seide oder Wolle in dem Gewebe enthalten ist. Die Launen der Mode können auf diese Weise sehr rasch und vielseitig befriedigt werden und dieser Vielfarben-Stückfärbe-Artikel bildet eine der interessantesten Bereicherungen dieses neuen Gebietes.

Durch die Billigkeit der Herstellung hat die Kunstseide nicht nur die begüterten Schichten, sondern auch die minder begüterten und die eigentliche Arbeiterschaft erreicht. Es ist deshalb vorauszusehen, dass sich die Industrie der Kunstseide ununterbrochen weiter entwickeln wird. Allerdings darf man nicht übersehen, dass nur jene Werke erfolgreich arbeiten können, die auf durchaus sicherer finanzieller Basis beruhen.

Ohne genaue Zahlen bieten zu wollen, soll gesagt werden, dass es heute nur dann möglich ist z. B. Azetatseide zu fabrizieren, wenn man über ein Kapital von mindestens 15 Millionen Franken zu verfügen hat. Bei der Viskoseseide liegen die Verhältnisse nur scheinbar günstiger, weil hier die geringeren Anlagekosten durch gedrückte Preise mehr als ausgeglichen werden.

So kostete z.B. Viskose im Jahre (Preis für 150 den.) Beste Qualität

	1907	1914	1919	1921	1929	
Fr.	15.-	14.-	47.50	22.-	8.50	das Kilo

(Frdl. Mitteilung von Herrn DUNANT, Direktor der Société de la Viscose Suisse.)

Die andern Kunstseiden haben eine ganz ähnliche rückläufige Preisbewegung innegehalten. Azetatseide fiel von Fr. 40.- das Kilo auf nur Fr. 26.-, und zwar in der kurzen Zeit zwischen dem 1. Januar und dem 1. November 1928.

Ganz analoge Verhältnisse bestehen bei allen andern Kunstseiden und der Tiefpunkt ist noch nicht abzusehen.

Dieser scharfe Preiskampf, glücklicherweise durch keinerlei staatliche Intervention gehemmt, wird es mit sich bringen, dass die verschiedenen Fabriken sich auf das äusserste anstrengen müssen,

um eine Rendite herauszuwirtschaften. Dass dies möglich ist, beweist die Tatsache, dass trotz aller Preisreduktionen noch keine grösseren Zahlungsstockungen eingetreten sind. Nur das Tempo der Neugründungen hat sich begrifflicherweise stark vermindert, seitdem es bekannt geworden ist, dass die Fabrikation der Kunstseide nicht unbedingt sofort rentabel ist.<sup>10</sup>

Wenn wir noch die heutigen Produktionszahlen für Naturseide mit jenen der Kunstseide vergleichen, so sehen wir, dass auch die Produktion der Naturseide im Vergleich zu den Vorkriegsjahren bedeutend zugenommen hat. Es ist zu vermuten, dass die Steigerung der Seidenproduktion noch viel bedeutender wäre, wenn nicht China und Europa in Kriege verwickelt gewesen wären, welche die Kaufkraft der Bevölkerung ausserordentlich verringerten. Die Produktion der Naturseide hat sich in den letzten 7 Jahren verdoppelt und wenn wir die Menge, die im Jahre 1920 erzeugt wurde, als 100 einsetzen, dann bekommen wir folgende Skala:

1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927
100	140	152	146	187	195	211	221
Absolut betrug die Weltproduktion in den Jahren (in Millionen engl. Pfund à 453 gr):							
1925		1926		1927			
89		97		101			

(Nach Annual Review Manchester Guardian Commercial 1928, Seite 98.)

Demgegenüber erscheinen die Vorkriegszahlen fast klein, denn es wurde erzeugt in den Jahren:

1887	1885	1890	1900	1910	1913-1914
22	21	32	43	48	60

## Allgemeines über Kunstseiden u. a. Textilien.

### Unterscheidung der verschiedenen Kunstseiden.

Die Unterscheidung der vier im Handel befindlichen Kunstseiden ist nicht absolut sicher. Nur die Azetatseide kann man sofort von den drei andern Kunstseiden (Viskose, Kupferoxydamoniak und Chardonnet) dadurch unterscheiden, dass diese Faser in Azeton sehr leicht löslich ist. Ferner schmilzt die Azetatseide beim Brennen in sehr charakteristischer Art wie die beigegebene Abbildung deutlich zeigt. Im Gegensatz zur Naturseide, die etwas an dieses „Schmelzen“ beim Verbrennen erinnert, entwickelt die Azetatseide keine Dämpfe, die ähnlich wie „verbrannte Federn“ riechen und auch die Asche sieht ganz anders aus. Naturseide gibt eine kok-sähnliche schwarze Asche, während Azetatseide leicht und vollständig verbrennt. Besonders leicht ist der Unterschied bei beschwerter Naturseide festzustellen, weil diese viel unverbrennbare Asche zurücklässt.



Abb. 36. Mikroskopisches Bild von angebrannter Azetatseide

Die andern Kunstseiden sind reine Zellulose und verbrennen wie Baumwolle oder Lein fast ohne Hinterlassung einer wägbaren Aschenmenge, die aber fast immer als feinste, weisse, ungeschmolzene Masse zurückbleibt. Vollkommen aschenfreie Kunstseiden gibt es nicht.

Die Unterscheidung von Viskose und Bembergeseide ist nach Dr. Hoelkeskamp (Barmen) leicht. Man erwärmt das fragliche Material mit einer Mischung von Pelikantinte 4001 und einer Lösung von Eosin 1 %ig. Viskoseseide wird rot-blau, Bembergeseide rein-blau. Siehe Melland Textilberichte 1929, Seite 312.

<sup>10</sup> Die Zusammenstellung auf Seite 55 - 66 zeigt ungefähr die gegenwärtig bestehenden Kunstseidenfabriken, ihr Kapital und ihre Leistungsfähigkeit. Genau sind derartige Daten unter keinen Umständen.

## Mikrophotographien von Kunstseiden und Naturseide.

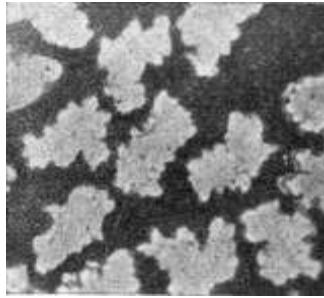


Abb. 37. Querschnitt durch Viskose Emmenbrücke (April 1929). 1 : 450.

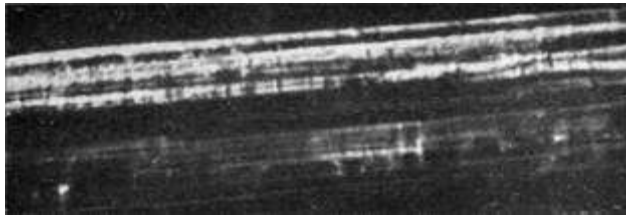


Abb. 38. Nueraseide (Lilienfeldseide). Diese Seide ist bedeutend fester als andere Viskosen. Sie wird beim Spinnen sehr stark gestreckt. Das Bild unterscheidet sich trotzdem kaum von jenen der gewöhnlichen Viskosen. Der Querschnitt ist bandförmig, was auf ein stark saures Fällbad schliessen lässt.

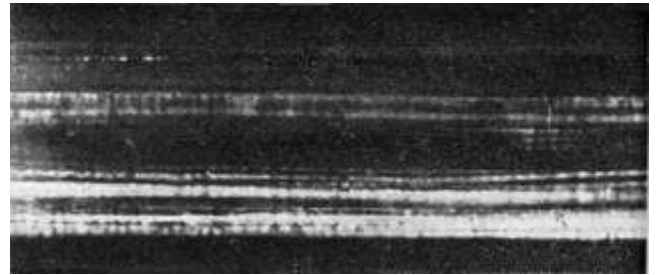


Abb. 39. Viskose Emmenbrücke. 1 : 800. Vollkommen paralleler Planspiegel.

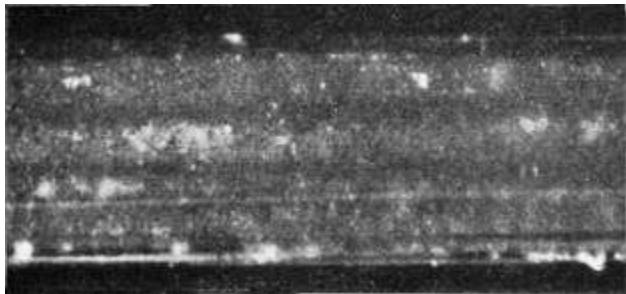


Abb. 40. Die gleiche Viskose, scheinbare Vergrösserung 1 : 1600. Der Planspiegel wurde etwas stärker geneigt, wodurch eine „Körnung“ sehr schön erkennbar wird. Ich betrachte diese Art „Struktur“ als hervorgerufen durch Reflexionen.

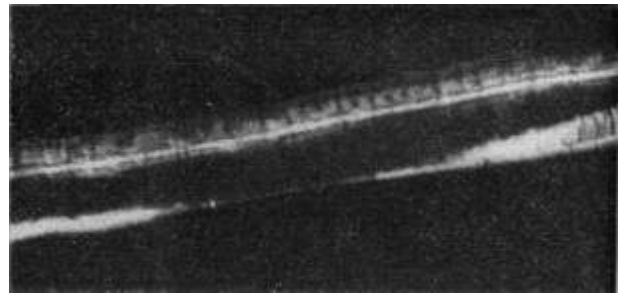


Abb. 41. Rhodiaseta (Azetatseide, 1928) 1 : 800. Der Faden erscheint bei der Betrachtung leer. Es ist nicht möglich im Innern leuchtende Punkte oder Flecken zu erkennen. Veränderung der Beleuchtung erzeugt helle, unregelmässige Reflexe auf der Oberfläche.

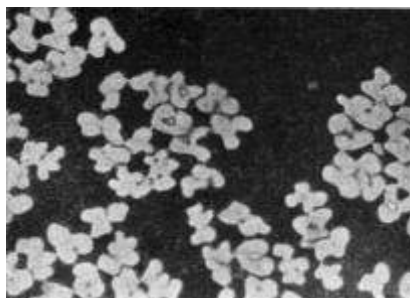


Abb. 42. Rhodiaseta. Querschnitt. 1 : 350.

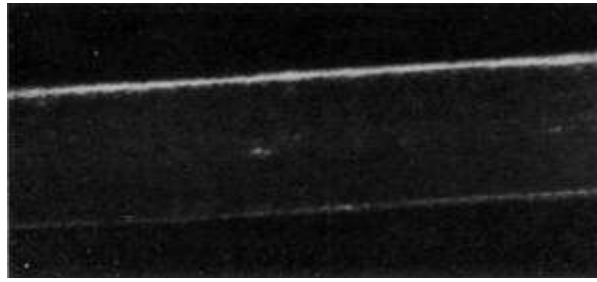


Abb. 43. Bembergseide (Kupferseide). 1 : 800. Der regelmässige Querschnitt lässt den Faden leer erscheinen. Die geringe Reflexion an der Oberfläche ist deutlich erkennbar. Auch bei Veränderung der Beleuchtung treten die Reflexionen sehr in den Hintergrund.

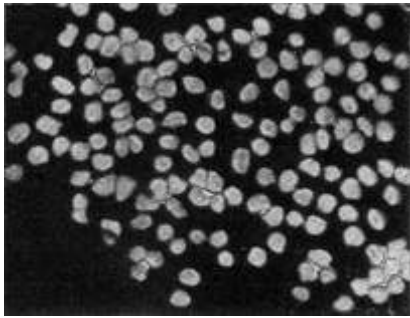


Abb. 44. Querschnitt der Bembergseide 1 : 350. Sehr regelmässig und fein, was sich auch durch den besonderen~Glanz~und Griff zu erkennen gibt.



Abb. 45. Querschnitt der Naturseide 1 : 350.

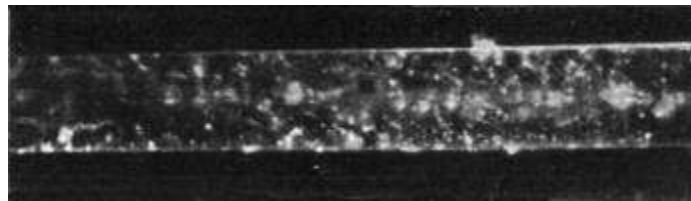


Abb. 46. Naturseide. 1 : 800.

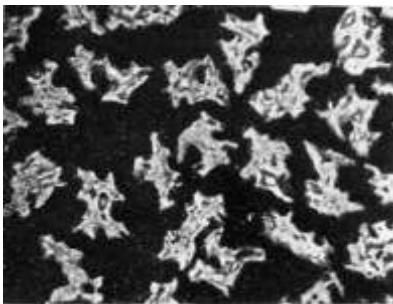


Abb. 47. Viskosekunstseide mit Lufträumen, welche eine matte und weiche Seide bedingen. Fabrikant: Du Pont (U.S.A.). Analoge Seiden erzeugen verschiedene Fabriken. Die Lufträume kommen dadurch zustande, dass die Lösungen Bikarbonat enthalten, welches bei der Fadenbildung Kohlensäure entwickelt, sodass im Innern Hohlräume entstehen.

Vergrösserung ca. 350 linear (1928)



Abb. 48. Viskoseseide aus Baumwollabfällen. Derartige Kunstseiden zeigen einen sehr zackigen Querschnitt und scheinen dichter als Fabrikate aus Holzzellstoff. Der vorliegende Querschnitt deutet wegen seiner Form auf ein ziemlich stark saures Fällbad.

Fabrikant: Glanzstoff

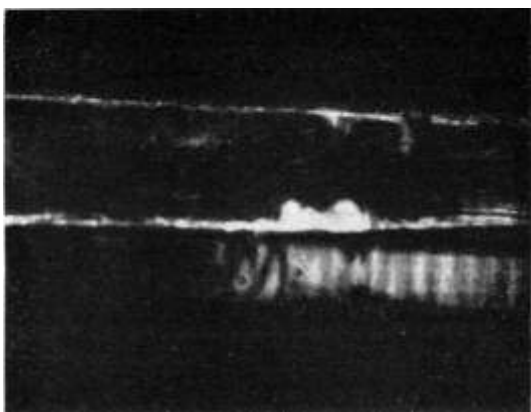


Abb. 49. Dunkelfeldmikrophotographie von Chardonnetseide. Fabrikant: Ungarische Chardonnetseiden fabrik. Vergrößerung: 800 linear.



Abb. 50. Querschnitt der Chardonnetseide. Fabrikant: Belgio-Suisse. Der Querschnitt derartiger Kunstseiden ist oft zum Verwechseln ähnlich mit jenem der Azetatseide. Vergrößerung 350 linear (1928).

Man hat früher geglaubt, dass es ohne weiteres möglich sei, aus gewissen charakteristischen Eigenschaften auf die Herkunft der Kunstseide zu schliessen. Diese Charakteristika waren: Schwefelgehalt der Viskose, Salpetersäuregehalt der Chardonnetseide und die besonders leichte Anfärbbarkeit der Kupferseide. Diese früher befriedigenden Unterscheidungsmerkmale haben sich mit der Zeit verwischt, obschon es auch heute noch leicht möglich ist, den Salpetersäuregehalt der Chardonnetseide mit der bekannten Dyphenylaminreaktion nachzuweisen. Näheres sehe man z. B. in Dr. P. HEERMANN, Technologie der Textilveredelung (1929), nach. Für den Seidenfachmann gilt als fast absolut sicheres Merkmal der Griff. Viskoseseide hat einen kalten, harten, aber glatten Griff. Kupferseide hat einen leicht krachenden, bedeutend wärmeren Griff. Die Chardonnetseide hat einen weichen, wenig krachenden und warmen Griff, während die Azetatseide der Chardonnetseide wohl sehr ähnlich ist, aber sich beim Verbrennen als solche zu erkennen gibt.

Diese nur routinemässig zu verwendenden Merkmale werden durch die recht charakteristischen Querschnitte der Fasern willkommen ergänzt. Durch mikrophotographische Aufnahmen gelingt es, die Querschnitte von Kunstseiden sehr schön im Bilde festzuhalten, die Abbildungen 37 bis 50 zeigen z. B. die Querschnitte von Naturseide, Viskoseseide, Chardonnetseide, Bembergseide und Azetatseide. Man sieht, dass in diesem Falle die Unterscheidung sehr leicht ist. Viel schwieriger gestaltet sich die Analyse, wenn man Viskoseseiden verschiedener Fabrikationsarten vor sich hat. Man kann sagen, dass ein stark saures Fällbad einen mehr zackigen Querschnitt hervorruft, gegenüber einem schwächer sauren Fällbad. Der Querschnitt der Lilienfeldseide z. B. ist bandartig.

Auch die sogenannten Ultra-Mikroskopischen Bilder (Dunkelfeldbeleuchtung), von denen man eine Zeitlang glaubte, dass sie Mikrostrukturen erkennen liessen, dürfen nur mit grosser Vorsicht benützt werden. Immerhin zeigen auch hier die Bilder des Verfassers, dass Viskoseseide sehr verschieden ist von den andern Kunstseiden (Näheres siehe „Naturwissenschaften“ Juni 1929).

Für den Fachmann kommen dann noch folgende Bestimmungen in Betracht:

1. Bestimmung der Deniers
2. Bestimmung der Festigkeit a) trocken, b) nass.
3. Bestimmung der Elastizität.
4. Bestimmung des Wassergehaltes.
5. Bestimmung des Anfärbevermögens.
6. Zwirnung etc.

Die Dicke aller Seiden wird in Deniers ausgedrückt.

Folgendes sind die verschiedenen im Laufe der Jahre verwendeten Masse:

Die verschiedenen Titerarten und ihr Verhältnis zueinander.

1.	Alter Lyoner Titer	1 Probe =	477 m	Fadenlänge	1 den.	0,05313 gr
2.	Neuer „ „	1 " =	500m	"	1 "	0,05313 gr
3.	Alter Turiner »	1 " =	476m	"	1 "	0,05336 gr
4.	Alter Mailänder Titer	1 " =	476 m	"	1 "	0,05110 gr
5.	Legal Titer	1 " =	450 m	"	1 "	0,05000 gr
6.	Internationaler Titer	1 " =	500 m	"	1 "	0,05000 gr
7.	Vom Internationalen	1 " =	450 m	"	1 "	0,05000 gr

Garnnumerierungskongress 1900 in Paris angenommener Titer.

Die ehemaligen 476 m sind  $400 \times 119$  Zentimeter Haspelumfang, 119 cm sind eine alte Mailänder Elle (Braccia di Milano). Das Gewicht, mit dem diese 476 m gewogen wurden, ist ein Teil einer alten Unze (Oncia).

Diese Angaben verdanke ich Herrn Oberst Siegfried von der Seidentrocknungsanstalt in Zürich.

Die Bestimmung der Deniers wird wie bei der Naturseide vorgenommen. Man misst mechanisch 450 m des zu untersuchenden Fadens ab und wiegt diese Länge. Je 0,05 gr sind 1 Denier, 1 den.

Die Festigkeit des Fadens wird mit Apparaten bestimmt, die längst bekannt sind. Die nachfolgende Tabelle gibt einige Grössen wieder, welche an neueren Kunstseiden und andern Fasern bestimmt wurden. Die Festigkeit der Kunstseiden ist sehr stark von dem Feuchtigkeitsgehalt abhängig, durch den sie bis zu 75 % abnehmen kann, sodass hier ein sehr starker Nachteil gegenüber andern Textilfasern festzustellen ist. Nur die Azetatseide macht eine Ausnahme, indem sie im feuchten und trockenen Zustande nicht sehr verschiedene Festigkeit aufweist. Dagegen ist die Festigkeit im trockenen Zustande eher geringer als bei den andern Kunstseiden. Die Angaben hierüber weichen aber etwas voneinander ab und es ist möglich, dass mit der Zeit Verbesserungen gemacht werden. Die festeste Kunstseide ist die Nuera-Seide, von LILIENFELD. Auch nimmt die Festigkeit beim Benetzen nur ungefähr 30 % ab, sodass diese Seide unbedingt besser ist als ihre Konkurrenten, die auch aus reiner Zellulose bestehen.

Die einzige Kunstseide, welche auch im nassen Zustande eine gewisse Elastizität zeigt, ist die Azetatseide.

#### Titer (Feinheit) der Kunstseide.

Es sind Kunstseiden von sehr verschiedenen Titern im Handel. Die feinsten Viskosen haben etwa 60 den., die grössten etwa 300 den. Bembergseiden werden in der Feinheit von 80-180 den. hergestellt, Azetatseiden von 45 den. bis ca. 200 den. Demgegenüber hat feine Naturseiden grège nur ca. 10 den.

Je nach dem Titer, den der ganze Faden hat, ist der Titer und die Anzahl der Einzelfasern (Fibrillen) verschieden. Im allgemeinen bestehen bei der gleichen Marke Kunstseide die feineren Titer auch aus feineren Einzelfasern. Zum Beispiel besteht 60 den.-Viskose der Société de la Viscose Suisse aus 16 Einzelfasern zu 3,75 den. und 200 den.-Viskose aus 24 Einzelfasern zu 8,3 den.

Praktisch kommen bei den verschiedenen Kunstseidenarten folgende Titer der Einzelfasern vor:

gewöhnliche Viskose . . .	3,5-8	den.
feinfibrillige Viskose . . .	2,5-4	»
Celtaseide (Luftseide)	3-4	»
Lilienfeldseide	.1-3	»
Bembergseide	1,3-1,4	»
Nitroseide	3-10	»
Azetatseide	3-7	»
daneben Naturseide	ca. 1,2	»

Es soll allerdings auch schon Azetatseide hergestellt worden sein, deren Einzelfasern nur 0,8 den. haben, also feiner als Naturseide sind.

### Reissfestigkeit der Kunstseide.

Die Reissfestigkeit der Kunstseide ist in nassem Zustand stets geringer als in lufttrockenem Zustand. Da die Kunstseide, wie alle Textilfasern aus feuchter Luft Feuchtigkeit aufnimmt, zeigt sie auch bei feuchter Witterung niedrigere Reissfestigkeit, als bei trockener. Es ist deshalb stets notwendig, wenn man die Reissfestigkeit der verschiedenen Kunstseiden miteinander vergleichen will, die relative Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen, bei der die Bestimmung vorgenommen worden ist.

Es ist üblich, die Reissfestigkeit der Natur- und Kunstseide in Gramm pro den. auszudrücken, d. h. man dividiert die Reissfestigkeit in Gramm durch den Titer. Auf diese Weise ist es möglich, die Reissfestigkeit von Kunstseiden verschiedenen Titers miteinander zu vergleichen. Die Festigkeit der Kunstseide in nassem Zustand wird in % der Festigkeit in lufttrockenem Zustand angegeben. Die folgende Tabelle enthält die durchschnittliche Reissfestigkeit der verschiedenen Kunstseiden lufttrocken bei 65 % rel. Luftfeuchtigkeit in gr/den., sowie nass, in % der Trockenfestigkeit.

	Reissfestigkeit lufttrocken	Nassfestigkeit in % der Trockenfestigkeit
Viskose .	1,4 gr./den.	30-45 %
Bembergseide	1,4-1,5 »	40-55 »
Nitroseide	1,4 »	30-45 »
Azetatseide	1,2 »	60-65 »
Lilienfeldseide	3,5-7 »	ca. 70 »
Naturseide	ca. 3,5 »	ca. 90 »

Quellen: KING und JOHNSON, J. Soc. Dyers Col. 44, 346 (1998)

Versuche der Schweizerischen Versuchsanstalt.

HEERMANN. Mechanische und physikalisch-technische Textiluntersuchungen.

HOTTENROTH. Die Kunstseide.

Wenn man das spez. Gewicht einer Kunstseide kennt, kann leicht berechnet werden, welcher Querschnittsfläche 1 den. entspricht, und daraus kann die spez. Festigkeit in Kilogramm pro  $\text{mm}^2$  berechnet werden.

Bei Viskose, Kupferseide, Nitroseide und Lilienfeldseide, welche das spez. Gewicht 1,52 haben, entspricht ein den.  $0,000073 \text{ mm}^2$ , bei Azetatseide (spez. Gew. 1,28) entspricht 1 den.  $0,000087 \text{ mm}^2$ , bei Naturseide, roh (spez. Gew. 1,37) entspricht 1 den.  $0,000081 \text{ mm}^2$ .

#### Spezifische Reissfestigkeit der Textilfasern.

Viskose	(b. 65 % rel. Luftfeuchtigkeit) durchschn.	19 $\text{kg/mm}^2$
Kupferseide	(b. 65 » » » )	» 19 »
Nitroseide	(b. 65 » » » )	» 19 »
Azetatseide	(b. 65 » » » )	» 13 »
Lilienfeldseide	.....	45-90 »
Naturseide	.....	40-48 »
Baumwollfasern	.....	39-42 »
Flachs	.....	35-76 »
Wolle	.....	10-14 »

NB. Die Daten über die spez. Reissfestigkeit der natürlichen Fasern sind dem Buch „Hütte“, Taschenbuch für Stoffkunde, entnommen.

Zum Unterschied von den Seidengarnen wird die Festigkeit der gesponnenen Garne meistens als Reisslänge angegeben. Unter Reisslänge eines Garnes versteht man diejenige Länge dieses Garnes, deren Gewicht gleich der Reissfestigkeit dieses Garnes ist, also die Länge des Garustückes, das durch das eigene Gewicht das Garn zerreißen würde. Die Reisslänge wird aus der mittleren Reissfestigkeit des Garnes und der Garnnummer bzw. dem Titer berechnet. Die folgende Tabelle gibt die Reisslängen der verschiedenen Kunstseiden an und zum Vergleich die Reisslängen der aus natürlichen Fasern gesponnenen Garne.

	Reisslänge	
Viskose, Kupferseide, Nitroseide.....	12	km
Azetatseide .....	11	»
Lilienfeldseide .....	30-60	»
Naturseide, roh .....	82	»
Baumwollgarne, ägyptische Baumwolle .....	11-15	»
amerikanische ».....	10	»
Flachsgarn .....	15-20	»
Wolle, Streichgarn.....	2-3,5	»
Kammgarn .....	4-6	»

#### Elastische Eigenschaften der Kunstseiden.

Die Bruchdehnung, d. h. die Längenzunahme, die der Faden bei der Belastung erfährt, bis er reisst, ist bei den verschiedenen Kunstseiden innerhalb der gleichen Art sehr verschieden, so dass in der Tabelle sehr weite Grenzen eingesetzt werden mussten. Bei den Gespinsten, die ebenfalls zum Vergleich angeführt sind, hängt wiederum die Bruchdehnung sehr stark von der Gespinstdrehung, sowie der Stapellänge des Materials ab.

Die Bruchdehnung in nassem Zustand ist bei der Kunstseide meistens etwas höher, als in luft-trockenem Zustand.

	Bruchdehnung	
	lufttrocken	
Viskose .....	10-30 %	(meist 15-20%)
Kupferseide .....	10-20 %	
Nitroseide .....	10-20 %	
Azetatseide .....	7-30 %	
Lilienfeldseide .....	4,5 %	
Naturseide.....	15-22 %	
Baumwollgarne . . . . .	4-6 %	
Flachsgarn .....	2-4 %	
Wollgarn, einfach . . . . .	8-15 %	
Kammgarn, 2f. Zwirn.....	10-20 %	

Was die elastische Dehnung, d. h. denjenigen Anteil der Dehnung anbelangt, um welchen sich der Faden nach der Entlastung wieder verkürzt, so liegen darüber fast gar keine Untersuchungen vor. LINER (Einiges über Kunstseide) gibt als Durchschnitt folgende Zahlen für die elastische Dehnung an:

Viskose .....	1,6 %
Kupferseide (Bemberg) .....	2,0 %
Azetatseide .....	3,4 %
Baumwolle.....	3,0 %
Naturseide.....	5,0 %

Der elastische Anteil der Dehnung ist somit bei der Kunstseide sehr gering. In nassem Zustand allerdings ist der elastische Anteil erheblich grösser.

#### Feuchtigkeitsgehalt der Faserstoffe.

Alle Faserstoffe sind hygroskopisch und nehmen infolgedessen aus der Luft um so mehr Feuchtigkeit auf, je feuchter die Luft ist. Durch internationale Abkommen ist festgesetzt worden, welcher Feuchtigkeitsgehalt als normal anzusehen ist. Das Handelsgewicht der Faserstoffe und Garne wird auf Grund dieser Normen berechnet. Sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Prozente beziehen sich auf das Gewicht des absolut trockenen Garnes.

Durch internationale Usancen  
festgelegter Zuschlag

Kunstseide und Naturseide.....	11	%
Baumwolle.....	8,5	%
Flachs- und Hanfgarn .....	12	%
Streichgarn.....	17	%
Kammgarn .....	18,25	%

Diese Normen entsprechen nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Die nächste Tabelle zeigt, welchen Feuchtigkeitsgehalt die Faserstoffe in Wirklichkeit bei einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 65% aufweisen, ebenfalls bezogen auf das Trockengewicht.

Feuchtigkeitsgehalt		
Viskose, Kupferseide.....	15	%
Azetatseide .....	ca. 4,5	%
Naturseide, roh .....	13,5	%
„ entbastet.....	11,5-12	%
Baumwolle.....	9,5	%
Wolle .....	16,5-17	%

Die Angaben sind einer Untersuchung von OBERMILLER (Mell. Textilber. 7, 75 (1926) entnommen. Nur der Wert für Azetatseide stammt aus HERZOG, Technologie der Textilfasern, Bd. VII 8.210.

Preise der Kunstseide.

Der Preis der Kunstseide hängt ausser von der Art der Kunstseide auch vom Titer und der Qualität (Ia oder IIa Qu.) ab. Feinere Titer sind teurer als gröbere. Feinfaserige Kunstseide ist ferner bei gleichem Titer teurer als grobfaserige.

Preise per Kilo in Schw. Fr. vom 1.1. 1929.

	40 den.	60 den.	100 den.	120 den.	150 den.	300 den.
Viskose, gew. Ia .	—	16.—	ca. 12.—	ca. 9.—	ca. 8.50	7.—.
» feinfaserig Ia	—	ca. 17.—	ca. 15.—	ca. 14.—	ca. 12.—	—
Azetatseide(Rhodiaseita)	24.50	22.50	18.50	—	17.50	—
Bembergseide	—	28.—	26.	—	22.50	—

Tabelle über die Produktion der Kunstseide  
in Millionen engl. Pfund.

Nach Manchester Guardian Commercial Annual Review

31. Januar 1929, pag. 92

	1927	1928
U.S.A	75	90
Deutschland	40	50
Grossbritannien	38	50
Italien	49	50
Frankreich	30	40
Holland	16	20
Belgien	16	19
Japan	10	18
Schweiz	10	11
Polen	—	—

Derartige Schätzungen sind nie genau und sollen nur ein Bild der Entwicklung geben. Die grösste Menge der fabrizierten Kunstseide ist Viskose, schätzungsweise 80 %. Nach der Artificial Silk-World wäre die Verteilung auf die Verschiedenen Kunstseiden wie folgt (1928):

U.S.A.....	98
Deutschland.....	46
Grossbritannien.....	51
Italien.....	48
Frankreich.....	33
Holland.....	19
Belgien.....	18
Japan.....	-
Schweiz.....	12
Polen.....	7

Es ist vorauszusehen, dass sich die Azetatseide verhältnismässig stark vergrössern wird, dass aber auch die neue Viskoseseide, die Nuera-Seide oder Lilienfeld-Seide einen wichtigen Platz erobern wird. Die hervorragenden Eigenschaften, wie sie auf Seite 52-53 angegeben sind, rechtfertigen eine solche Voraussage.

Gesamtproduktion ca. 350-400 Millionen engl. Pfund (1928).

304	Millionen	Viskose
25	„	Azetatseide
16	„	Cupratseide
16	„	Chardonnetseide.

#### Baumwollernten.

In Millionen Ballen zu 478 engl. Pfund zu 453 gr.

1922/26	im Durchschnitt:	21 Millionen
1927	„	28
1928	„	23

Die Nordamerikanische Union produziert ungefähr zwischen 60 und 65 % davon. Bedeutendere Produzenten sind noch Indien mit ca. 4 Millionen und Aegypten mit 1,7 Millionen Ballen. Auch China bringt in normalen Jahren gegen 2 Millionen Ballen auf den Markt.

Demgegenüber ist die Menge an Kunstseide verhältnismässig gering, nämlich ca. 350 Millionen engl. Pfund, oder, verglichen mit der Baumwolle und auf Ballen umgerechnet, nur 0,72 Millionen Ballen.

Das sind in Prozenten 3 % des Gewichtes der Baumwolle.

Diese Zahl darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Kunstseide heute bereits 1/30tel der Baumwolle ausmacht und wenn das Tempo sich nicht verringert, sondern die Entwicklung anhält, dann wird sich das Verhältnis noch wesentlich zugunsten der Kunstseide verschieben. Noch vor nur fünf Jahren betrug das Verhältnis 1:100.

## Die am 1. Juli 1929 bestehenden Kunstseidenfabriken, deren Kapitalien und Produktionsmöglichkeiten.

Diese Zusammenstellung benützt im Wesentlichen das „Jahrbuch der Kunstseide“. Einige Angaben wurden aus der Presse entnommen, besonders dem „Manchester Commercial“. Die verschiedenen Zeichen bedeuten die Abhängigkeit der Fabriken voneinander. Aus der nachfolgenden Zusammenstellung erkennt man auch die nationalen und internationalen Beziehungen in f

Land	Group	Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion	Bemerkung
Schweiz	pe						pro Tag in kg	
	§	Société de la Viscose Suisse S. A	Emmenbrücke Widnau	Viscose	„Brückenmarke“ Nr. 56159	10 Mill. Fr.	12,000	Erweiterung auf 16000kg
	§	Steckborn Kunstseide A.G. (liert mit Emmenbrücke)	Steckborn	Viscose	„Superba“ „Paramatt“	2,5 Mill. Fr.	3,000	Erweiterung auf 5000 kg
	♂	Feldmühle A. G., Rorschach	Rorschach	Viscose	„Sasligä“ „Sarfa“	5 Mill. Fr.	4,500	
	V	Viscose A. G. Rheinfelden (Schweiz)	Rheinfelden	Viscose		3 Mill. Fr.	1,000	Erweiterung auf 1300 kg
	♂	Schweizerisch - Amerikanische, Stickerie - Industrie-Gesellschaft Glarus				24 Mill. Fr.		Beteiligung b. Rorschach
		Syntheta A. G., Zürich						
		Novaseta A. G., Arbon	Arbon	Kupfer und Acetat		4 Mill. Fr.		Kapazität soll n 2000 kg betrage
		Celta Holdinggesellschaft, Basel				750,000 Fr.		
		Imperator Kunstseide A. G., Glarus				200,000 Fr.		
		Internationale Gesellschaft für die I Industrie künstlicher Textilien, Base				8 Mill. Fr.		
		Consortium de l'Acetose S. A., Glarus A. G. Floretspinnerei Ringwld, Basel						
Deutsch- land	♂	Rhodiaseta A. G., Basel		Acetat		5 Mill. Fr.		Gründ. 1929
	○	Vereinigte Glanzstoff-Fabriken A. G., Elberfeld	Oberbruch (Aachen)	Viscose	„Glanzstoff“	1 Mill. Fr.	30,000	
	○	Stapelfaserfabrik Jordan & Co., Sydowsane	Sydowsane (Stettin)	Viscose	„Stapelfaser“ u. „Glanzstoff“	2 Mill. RM		
	○	Bayerische Glanzstoff-Fabrik Oberburg A.G	Oberburg a. M.	Viscose	„Glanzstoff“	3 Mill. RM		
	○	Vereinigte Kunstseidenfabriken A. G	Kelsterbach	Viscose	„Glanzstoff“	3 Mill. RM		

○	Glanzfäden-Aktiengesellschaft, Elberfeld	Petersdorf (Ries'geb.)	Viscose	„Glanzfäden“	2 Mill. RM	
○	Deutsche Celta A. G., Elberfeld		Viscose	„Celta“	750,000 RM	
○	Glanzstoff - Courtaulds Gesellschaft m. b. H.	Köln-Merheim	Viscose	„G. C.“	2 Mill. RM	10,000
○	Neue Glanzstoffwerke Aktiengesellschaft, Breslau (Glanzstoff-Enka-Konzern)		Viscose		12 Mill. RM	Glanzstoff-Enka 5000kg vorges.
☐○	Aceta G. m. b. H. (Glanzstoff- J. G.- Konzern)	Berlin-Lichtenberg	Acetat	„Aceta“ - Seide	2 Mill. RM	Glanzst. -, J. G.
☐○	J. P. Bemberg, Aktiengesellschaft (Interessen gemeinschaft mit Vereinigte Glanzstoff-Fabr und J. G Hölkenseide G. m. b. H. (Konz.: J. B. Bemberg)	Barmen- Oehde Augsburg	Kupfers eide Kupfers eide	„Bembergseide“ „Bemberg- Adlerseide“ „Hölkenseide“	28 Mill. RM	ca. 7,000
☐	J. G. Farbenindustrie A. G	Bobingen Prennitz Rottweil Wolfen Worringen Barmen Berlin-Lichtenberg Köln	Viscose Viscose Viscose Viscose Kupfer Kupfer Acetat	„Agfa-Seide“ „Agfa-Feinseide“ „Travisseide“ „Vistrafaser“ „Vistraband“	J. G.-Kapital: 1,2 Milliarden. RM	
☐	Rheinisch-Westfälische Sprengstoff- AG. (Interessgemeinschaft mit J. G. Farbenind. -A. G.)				12 Mill. RM	
○	Franz Küttner, Aktiengesellschaft	Sehma (Erzgebirge) Pirma (Sachsen) Elsterberg i. V	Viscose u. Kupfers eide Viscose	„Kasema“ und „Zellvag“ „Elsterberger Kunstseide“	14 Mill. RM 4 Mill. RM	15,000 3,000
≠	Spinnstoff-Fabrik Zehlendorf GmbH.	Zehlendorf	Viscose u. Stapelfaser Nitro	„Zehla-Seide“ „Spinstro“	1 Mill. RM	4,000
	Kunstseidefabrik Schwetzingen. G. m. b. H	Schwetzingen			200,000 RM	
	Hemminghaus & Co. G. m. b. H Spinnstoffwerk Glauchau A. G	Vohwinkel Glauchau	Viscose Viscose	„Visceta“ „Gloray“ „Spinnstoff“	2 Mill. RM 5 Mill.	
	Viscose- Aktiengesellschaft, Armstadt i. Thüringen Neue Baumwollspinnerei A. G., Bayreuth	Armstadt Bayreuth	Viscose Viscose	„Viscoseide“ u. „Stapelfaser“	1 Mill. RM 4,25 Mill. RM	

Land	Gruppe	Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion kg pro Tg	Bemerkung
Deutschland	—	„Borvisk“ Kunstseiden AG, Herzberg a. Harz	Herzberg	Viscose	„Borvisk-Solal“ „Borvisk-Nova“ „Borvisk-Uhica“	200,000 RM		
	—	Kampf & Spindler, Hilden (Rhl.)	Hilden			500,000 RM		1928 noch keine Prod
	—	C. F. Boehringer & Söhne GmbH, Mannheim	Versuchsanlagen	Acetatseide				
	—	Chem. Fabrik v. Heyden AG, Radebeul-Dresden	Versuchsanlagen					
Stadt Danzig	—	Deutsche Acetatkunstseide AG Rhodiaseta“ „Borvisk“ Danzig-Polnische Kunstseide AG	Freiburg i. Br. Danzig	Acetat Prod. noch nicht aufge.		3 Mill. RM		
England	—	Courtaulds Ltd. London	FlintCoventry Nuneaton, Bocking Braitree, Leigh Halstead, Halifax Droghda, Manchester Wolwethampton Conwall (Ontario) St. Helen's Lancashire Foleshill Rd. Spondon und Willesden	Viscose u. Acetatseide	„Dulenza“ „Tudenza“ „Escorto“ „Seraceta“ „Courto“	32 Mill. £	12,000	
	—	Nuera Art Silk Co. Ltd. London		Lilienf.seide u. Stapelfaser		420,000 £	2,000	
	—	Lustre Fibres Ltd. London						
	×	British Celanese Ltd. London (Konzern: American Celanese Corp.)		Acetatseide	„Celanese“, „Dope“, „Cellastime“, „Celfect“, „Cellastoid“, „Crêpe Moireau“, „Novellon“, „Satin Crocodile“, „Satin Malike“	6 Mill £	6,500	
	×	International Holdings & Investments Co. Ltd.	Liverpool	Viscose		500,000 £		Beteilig. b. Celanese
	—	British Enka Artificial Silk Co. Ltd. (Konzern „Enka“ Arnhem)				1.25 Mill £	8.2	
	—	British Acetate Silk Corp. Ltd. (Bulmer Rayon Co Ltd)	Halifax Homefield Mills Manchester	Viscose und Acetat Viscose	„Bulmerrayon“ „Lionese“ „Lamponese“	600,000 £	1,800 1,500	
	□	Henry Bronnert & Co., Manchester (Konzern: Lampose Gruppe)						

Harben's Viscose Silk Manufacturers Ltd. Branston Artificial Silk Company Ltd.	Golborne (Lancash) Branston Staffordshire Edmonton	Viscose Viscose Acetal	„Matrix“	620,000 £ 2,74 Mill. £	3,000 4,000	
Apex (British) Artificial Silk Ltd., London				400,000 £	350	1500kg beabsichtigt.
British Visada Ltd., Littleborough- Lustrafil Ltd., Nelson Artificial Filaments Syndicate Ltd., Liverpool	Python Mill. Nelson, Valley Mills Weston Point Runcorn, Cheshire Friars Str., Lenton Offices: Osborne Chambers, Grimsby	Viscose Viscose Viscose u. Stapelfaser Kupfer	„Visada“ „Ivona“ „Linium-Garn“	360,000 £ 30,000 £ 50,000 £ 12,000 £	2000	
Linium Products Syndicate Ltd., Nottingham					120	
Western Viscose Silk Mills Ltd., Bristol Viscose Development Company Ltd British Artificial Silk Co. Ltd., London Rayon Manufacturing Company Melso Limited, London	Bristol, Barton Hill Bromley Sidcup (Kent) Ashstead Sudbury Great Cornard	Viscose Viscose Viscose Viscose Viscose	„Weseosyl-Garn“ „Melso“	800,000 £ 80,000 £ 330,000 £ 330,000 £ 300,000 £	2,000	Erweiterung auf 7000 kg
Brysilka Ltd Kirklees Artificial Silk Manufacturing Co. Ltd. Gloucester, Sunsheen Ltd., Liverpool	Apperley Bridge Kirkless Tottington Gracehill, Bally- mena, Antrim	Kupferseide Viscose Viscose	„Kirkstyl“ „Sunsheen-Garn“	405,000 £ 500,000 £ 350,000 £	900 2,000	2000 kg beabsichtigt
Kemil Ltd., Manchester	Celta Mills, Fletton Peterborough	Viscose Viscose	„Celta“	450,000 £	1,500	
+	Scottish Artificial Silks Ltd., Newton (Konzern: Scottish Textile Trust)	Kirkcudbright Togland Works Providence Mills		250,000 £		
+	Scottish Textile Trust Ltd., Glasgow Scottish Amalgamated Silks Ltd Nelson Silks Ltd., Lancashire Cotton Cellulose Co. Ltd., Manchester Cellulose Products Ltd., London Thomas Taylor & Co., Manchester	Alexandria Hyde Lancaster Honley		2,000,000 £ 100,000 £ 18,900 £	3,000	

Land	Grup- Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion/Bemerkung proTag in kg
England	pe Cotton Silk Co., Ltd Intern. Artificial Silk Co. Ltd		Viscose Acetat Acetat		660,000 £	4000 geplamt
	Cellulose Acetat Silk Co. Ltd North British Artificial Silk Co., Jedburgh Yorkshire Artificial Silk Co., Brighouse Sunbeam Artificial Silk Co., London.	Lancaster	Viscose		325,000 £ 100,000 £	2,500? Neugründ.
	Alliance Artificial Silk Co., Lowestoft Acetate Products Corporation Ltd		Acetat Acetat		1,550,000 £ 675,000 £	5,000? Neugründ.
Italien	Unione Italiana Fabbriche Viscos a S. A., Turin	Venaria Reale	Viscose	„Sniafil“	50 Mill. Lire	
	Società Italiana Artificiale di Torino Setificio Nazionale	Cesano Maderno Ferrara, Padua	Viscose Viscose	„Sniafil“ „Sniafil“	50 Mill. Lire 50 Mill. Lire	~3,000 J
	Seta Artificiale Varedo S. A.	Varedo, Magenta, Desio	Viscose		100 Mill. Lire	
	Soc. An. Seta Artificiale Aquila	Aquila	Viscose		25 Mill. Lire	1 8,000
	Soc. An. Seta Artificiale Ceriano	Ceriano	Viscose		15 Mill. Lire	
„Sniä“	Magnoni e Tedeschi, Turin	Viscose			10 Mill. Lire J	
	Società Generale Italiana della Viscos a	Rom, Padua	Viscose		150 Mill. Lire	8,000
	Società Applicazioni Seta Artificiale, Rom	Cusano Milanino Pedrengo	Viscose		3 Mill. Lire	
	Società Supertessile, Rom	Rieti (Perugia)	Viscose	„Celta“- Seide	60 Mill. Lire	10,000
	Soc. An. Meridionale della Seta Artificiale, Rom	Neapel	Viscose		75 Mill. Lire	6,000
	Soc. Italo-Orientale Seta Artificiale Commerciale Italiana Seta Artificiale (CISA)				2 Mill. Lire	
	Italo-Olandese Enka	Palestro, Pizzighettone	Viscose		126 Mill. Lire	2,000 in Palestro
V	La Soie de Châtillon, S. A. Italiana, Mailand . Tochtergesellschaften: S.A. Viscose Rheinfelden (Suisse) S.A. Setificio di Pogliani, Mailand	Châtillon, Ivrea Vercelli, Rho Parabiago, Pogliano	Viscose und Acetat	„Chatillon“ „Seris“ »Châtillainé«	200 Mill. Lire	2,500

	Filati Artificiale Châtillon, Mailand								
	S.A. Dott. Carlo de Sigis, Pavia								
	S.A. Industria Setene Stampate G. L. Tondani, Mailand								
	Seta Bemberg S. A	Gozzano		Kupfer		24 Mill. Lire		1,000	
	Soc. An. Gerli Industria Rayon	Cusano Milanino		Viscose		15 Mill. Lire			
	Manifattura Seta Artificiale, Mailand .	Casale Monferrato		Viscose		16 Mill. Lire		3,000	
		Novarra, Mailand							
	S.A. Fibre Tessili Artificiale	Piacenza		Viscose		3,5 Mill. Lire			
	Soc. Orsi Mangelli - Seta Artificiale Forli SAF	Forli		Viscose		20 Mill. Lire			
	La Setyl Italiana, Soc. An., Mailand	Mailand		Acetat		5 Mill. Lire		200	
	„Viscosal“ S.A., Mailand	Mailand		Viscose		250,000 Lire			
	Soc. An. Unione Industrie Seriche di Brambilla, Introzzi & Co., Como	Como				2,2 Mill. Lire			
	S.A. Braghenti & Cie., Como	Como				7,5 Mill. Lire			
	Soc. An. Ve. Me. Venegoni de Capitani, Mailand	Mailand				6 Mill. Lire			
	La Serica S.A. Tessile Italiana, Mailand	Cannago Lentato				6 Mill. Lire			
		Cucciago							
	Torcitura delta Valcuvia, Mailand	Cuveglio				2 Mill. Lire			
	Soc. An. Viscosa Vercellese i. Liq., Mailand	Palestro		Viscose		44 Mill. Lire		2,000	
	Società Rhodiaseta Italiana	Pallanza		Acetat		45 Mill. Lire		2,500	
	Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik A. G.	St. Pölten		Viscose		16 Mill. sh			
Österreich	Soieries de Strasbourg, Soc. An., Strasbourg	Strasbourg		Viscose		40 Mill. Fr.		2,500	
Frankreich	La Soie Artificielle de Givet, Paris.	Givet		Viscose		1,5 Mill. Fr.		2,500	
§	La Soc. La Soie Artificielle d'Izieux, Lyon.	Izieux		Viscose und Kupferserde		5 Mill. Fr.		2,500	
§	La Société Française des Crins Artificiels	St-Just des Marais		Viscose		Künstl. Rosshaar	300,000 Fr.		
§	Soc. An. de la Soie de St-Chamond,	St-Chamond		Viscose		7 Mill. Fr.		1,000	
§	La Société Française de la Viscose, Paris .	Arques-la-Bataille		Viscose		2,2 Mill. Fr.		3,000	
§	La Société Ardechoise de la Viscose, Paris.	Vais-les-Bains		Viscose		2,1 Mill. Fr.		2,000	
§	Soie Artificielle d'Alsace, Paris.	Colmar		Viscose		50 Mill. Fr.		4,000	

Land	Gruppe	Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion pro Tag in kg	Bemerkung
Frankreich	§	Soie Artificielle du Sud-Est, Paris	Vaulx-en-velin (Rhône)	Viscose		6 Mill. Fr.	7,000	
	§	La Société Albigeoise de la Viscose, Albi, Paris	Albi	Viscose		8,5 Mill. Fr.	2,000	
	§	Soie Artificielle de Gauchy, Paris	Gauchy (Aisne)	Viscose	„Celta“	6 Mill. Fr.	2,000	
	§	Soc. Nouvelle de Soie Artificielle, St-Aubin,	St-Aubin	Viscose		6 Mill. Fr.	2,000	
	§	Jouxte Boulleng, Paris	Jouxte Boulleng	Nitroseite u. Viscose		2 Mill. Fr.	1,500	
	§	Soc. de la Soie Art. de Besançon, Paris	Besançon	Viscose		150 Mill. Fr.	8,000	
	§	Société Nationale de la Viscose	Grenoble	Viscose		10 Mill. Fr.	800	
	☉	Le Cuprotextile S.A	Roanne	Kupferserde		„Rhodiaseta“	27 Mill. Fr.	2,000
	☉	La Société pour la Fabrication de la Soie «Rhodiaseta», Roussillon (Usines du Rhône)	Peage de Roussillon		Acetat			
		Soc. des Textiles Chimiques du Nord et de l'Est Nevers		Viscose	« Unica »	50 Mill. Fr.	900	früher « Borvisk »
	(A)	Société Lyonnaise de Soie Artificielle (unter Beteiligung der Enka)	Decines	Viscose	„Fil de Lyon“	40 Mill. Fr.	4,000	
	☉	La Soie Artificielle de Calais	Calais (Pont du Leu)	Acetat	Viscose		50 Mill. Fr.	10,000
	☉	Société Française de Tubize	Venissieux		„Sétilose“	65 Mill. Fr.	3,000	
	∠	Société la Soie de Compiègne, Paris	Grand Quevilly	Viscose		43,4 Mill.		6,000
	∠	La Soie d'Aubenton, Soc. An	Clairoix	Viscose	„Novotextil“	2,3 Mill.		
		La Soyeuse Française, Paris	Aubenton			1,2 Mill.		
		Soie Artificielle de Cambrai	Rantigny			15 Mill.		
		La Soie Artificielle Française, Rennes	Cambrai			1,6 Mill.		
		La Soie Artificielle de Mulhouse	Neuville			750,000 Fr.		
		Soie Artificielle d'Amiens	Mulhouse			16,3 Mill.		Neugründ.
		La Soie Vauban S.A., Paris	Condé sur l'Escaut	Viscose		25 Mill.		
	×	La Celanaise Française, Lyon-Rouen	Lyon, Rouen	Acetat		50 Mill.		
		Allegre Mondon & Co., Paris	Valence, Avignon	Viscose		15 Mill. Fr.	1,500	
		La Soie Artificielle de St-Etienne	St-Etienne, Neuville		Viscose		1,6 Mill.	
		La Soie d'Argenteuil Filature de Sole Art.	Argenteuil	Viscose		8,5 Mill.	700	Erweiterung auf 1500 kg?

Nieder- lande	La Neo-Soie, Lyon	Irigny		5 Mill.			
	Soc. An. des Textiles Synthétiques	Montluçon					
	S.A. de la Soie de Feyzin - Lyon	Feyzin (Lyon)	Viscose	2,1 Mill. 7,5 Mill.	1,000		
	Kullmann & Co. S. A.	Huttenhein, Benefield					
	Société Française des Textiles Néo-Soie	Irigny		„Neo-Soie“	15 Mill.		
	Soc. An. de Filatures de Schappe, Lyon			Viscose	42 Mill.	10 Mill.	
	Société Gustelle et Dufour	Crisset - Villeurbanne		„Soie Niponne“ „Soie Tartare“			
	Roger Joly, Manufacture de Soie Artificielle Neuilly-en-Thelle				1,05 Mill.		
	La Textile du Janon S.A., Terrenoire.						
	A. Behna, Manufacture de Soie Artificielle	Argenteuil, Brüssel			500,000 Fr		Neugründ.
	Anglo-French (Verdun) Art. Silk Ltd.				25 Mill		Neugründ.
	Soie Charentaise, Paris		Viscose		10 Mill		Neugründ.
La Soie des Flandres, Lille	Armentieres					Neugründ.	
Textiles Chimiques du Nord et de l'Est						Neugründ.	
La Soie de Lille						Neugründ.	
N. V. Nederlandsche Kunstzijdefabriek	Amhem, Ede	15 Mill. fl.	ca. 15'000				
„Enka“	Rotterdam	Viscose	„Enka“ „Amplum“ „Arnum“ „Summum“ „Discrella“				
„Maekubee“ Maatschappij tot Exploitatie van Kunstzijdefabrieken in het Buitenland	Hillegersberg			30 Mill. fl.			
N. V. Hollandsche Kunstzijde-Industrie	Breda	Viscose		10 Mill. fl. 4,500 12 Mill. fl.			
Internationale Viscose - Compagnie, Breda				1 Mill. fl.			
Drya A. G., Amhem (beteiligt: Lanza, Basel)	Acetat						
Fabrique de Soie Artificielle de Tubize, Brüssel	Tubize	Acetat Viscose Nitro	„La Celanese“ „La Setilose“	25,2 Mill. Fr. 4000Visc's. 6000 Nitro		2000 Acetat	
Société Générale de Soie Artificielle par le procédé Viscose S. A	Alost	Viscose Nitro Acetat	„S. A. V. A.“	5,25 Mill. 4000Nitro 4000Visc. 2000Acetat			

Land	Grup- Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion pro Tag in kg	Bemerkung
Belgien	pe ♀ ♀	La Seta S.A. (Fabr. de Soie Art.), Brüssel	Ecanssines-Carières	Viscose	5 Mill.	8 Mill.	500
		Société Anversoise de Soie Art. S.A. Antwerpen	Schooten	Viscose		1,000	
Spanien	♠	La Soie de Valenciennes S.A. Brüssel	Valenciennes (France)	Viscose	10 Mill.	35 Mill.	2,000
	△	Fabrique de Soie Art. d'Obourg S.A., Obourg	Blanc-Misseron	Viscose Nitro		2500 Nitro 4000 Visc's.	
	△	Textiles Belges S.A., Obourg-les-Mons	Obourg-les-Mons	Nitro Viscose	5 Mill.	5,000	1,000
		Soc. An. des Soieries de Maransart	Couture-St.Germain		5 Mill.	5 Mill.	
		Filsoietis, Société Anonyme			6 Mill.		
		Compagnie Belge des Produits Textiles Silkose					
		S.A. Belge des Soies Artificielles de Sokhatcheff Brüssel	Sokhatcheff (Polen)		1 Mill.		
		La Seda de Barcelona	Prat de Liobregat	Viscose	10 Mill.Pes.	2,400	
		Fabrica de Seda Artificial de Valdenoceda, Santander	Valdenoceda	Viscose	3,8 Mill.Pes	800	
		Sociedad Anonima de Fibras Artificiales, Madrid	Blanes	Viscose	12 Mill.Pes	4,000	
Schweden Norwegen Tschecho- slovakiei	♠	Sociedad Española de Seda Viscose, Barcelona			750,000 Pes.		Neugründ. Neugründ.
	♠	Seda Artificial Enka					
	♠	Courtaulds Hispania, Santander	Boras	Viscose	1,6 Mill. Kr.	370	
	♠	Aktiebolaget Svenskt Konstsilke, Boras			1,5 Mill. Kr.		
	♠	Norsk Konstsilkefabrik, Oslo	Lobositz	Viscose	50 Mill. Kc.	3,500	
	♠	Böhmische Glanzstoff-Fabrik System Elberfeld					
	♠	Erste Böhmmische Kunstseidefabrik A. G.	Theresiental	Viscoseseide u. Stapelfaser	24 Mill. Kc.	1,500	
	♠	Kunstseidespinnerei A. G. Senica	Senica	Viscose	12 Mill. Kc.	2,000	
	♠	Gebrüder Bader, Mährisch - Chrostau	Mährisch-Chrostau	Viscose	„Marke D“	600	
	♠	Sarvarer Kunstseidenfabrik, Sarvar (Tubize) Magyarnóvári Műselyemgyar Részvénytársaság	Sarvar Magyaróvár	Viscose Nitro		200,000 \$	

Polen	☞	Soc. An. Fabrique de Soie Art. de Tomaszow	Tomaszow	Nitro Viscose	15 Mill. Zloty	1000 Nitros.
	☞	Myszkowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu	Myszkow	Viscose	3000 Visc's. 12,6 Mill. Zloty	700
Griechenland	*	„Etma“ Soc. An. de Soie Artificielle' Athen	Patissia	Viscose	10 Mill. Dchm.	1,000
Rumänien	*	Société d'Acetose, Athen	Acetat		200,000 £	1,000
	☞	Prima Fabrica Romana de Matasa Art. S. A. Neugründ.	Viscose		3 Mill. Schw. Fr.	1000 gepl.
Russland		R. Bukarest				
		La Soie de Moscou, Moskau	Stobojara	Viscose	50 Mill. fr. Fr.	
		Moskauer Staatlicher Vigogne -Trust, Moskau	Mytischtschi (b. Moskau)	Viscose	1000 gepl.	
Amerika (U.S.A.)	☞	Iskustwennoje Wolskno, Leningrad	Leningrad	Viscose	5 Mill. Rub.	
	☞	American Glanzstoff Corporation	Elizabethon	Kupfers erde	7 Mill. \$ ca. 6,000	
	☞	American Bemberg Corporation	Johnson City	Viscose	17,5 Mill. \$ ca. 7,000	Neugründ
	☞	American „Enka“ Corporation	Wilmington			
	☞	Tubize Artificial Silk Co. of America, New York (Konzern: Du Pont)	Ropewell	Nitro	5 Mill. \$ 10,000	
	—	American Viscose Corporation	Wolverhampton	Viscose	100 Mill. £ ~ 75,000	
	—	The Viscose Co	Marcus Rook	Viscose	10,4 Mill \$	
	∨	American Châtillon Corporation.		Viscose Acetat		Neugründ.
	∥	Industrial Rayon Corporation, New York		Viscose	600,000 \$ 1,600	
	∥	Industrial Fibre Corporation of America		Viscose	1,4 Mill. \$ 7,500	
	×	The Celanese Corporation of America, New York	Amcelle	Acetat	15 Mill. \$ 3,000	oder 5000?
	†	Du Pont Rayon Co., New York	Buffalo, Nashville	Viscose	25 Mill. \$ 30,000	
		Acme Rayon Corporation	Cleveland	Viscose	2,25 Mill. \$ 1,000	
		The Belamose Corporation	Rocky Hill	Viscose	3 Mill. \$ 2,000	
		The Welsbach Co., Gloucester City	Camden		5.5 Mill. \$ 1,000	
		United States Rayon Corporation, New York	Gloucester City			
		Furness Corporation, South Camden	Brooklin, Belmar New York		„Lustregam“	
		The Caltex Co., San Jose, (Kalifornien)		Kupfers erde	5 Mill. \$ 4,500	
					160,000 \$	Versuchsanlage

Land	Grup	Firma	Fabriken	Verfahren	Marken	Kapital	Produktion pro Bemerkung Tag in kg
Amerika (U.S.A.)	pe †	Napon Rayon Corporation, Clifton Klis Rayon Corporation of America, Boston	New Jersey Canton (Mass.)	Kupfers eide Viscose		1 Mill. \$	3,500 1,500
	†	Delaware Rayon Co., New Castle (Del.) Skenandoa Rayon Corporation, New York Oswego Rayon Corporation, New York	New Castle Utica Oswego	Viscose Viscose	„Delray“ „Rayon-Maid“	4,5 Mill. \$ 650,000 \$	3,000 1,000
	†	Industrial Fibre Corporation of Ohio Chemical City Rayon Corporation The Amoskeag, Manufacturing Co., Boston	Cleveland St. Clair (Michigan) Manchester New Hampshire Fitschburg	Viscose		1,35 Mill. \$ 1,500	2,500
		Lincoln Manufacturing Co., Fall River Lustron Company, Boston Commercial Fibre Co. of America, Inc., New York	Jefferson, Fall River	Acetat Viscose	„Lustron-Seide“		2,25 Mill. \$ 750 2,000
		Rayon Silk Co. of Amerien, Chester (Penn.) Lyons Artificial Silk Co., Inc., Sellersville Rosland Corporation, Paterson Sidney Edelstein & Co., Union The Pacific Lumber Co	Pennsville N. J.	Kupfers eide		500	
Kanada	×	Canadian Celanese Company Ltd., Montreal	Drummondville	Acetat		15 Mill. \$	750 im Bau
Brasilien Indien	4	Canadian Cottons Ltd E. Matarazzo & Co., São Paulo Courtaulds Ltd	São Caetano	Viscose		500	
Japan	○	Asahi Kenschoku Kabushiki Kaisha Teikoku Jinzo Kenshi Kabushiki Kaisha, Kobe (Verbindung mit Snia)	Osaka Hiroshima Yonezawa Iwakuni	Viscose Viscose		8,75 Mill. Yen	ca. 5,000
	○	Teikoku Rayon Export Co				12,5 Mill. Yen	9,000
	○	Mitsui Bussan Kaisha Ltd., Tokio (Exportges.)				100 Mill. Yen	

Japan	☞	☞	☞	☞	☞	☞	☞
	☞	Toyo Rayon Co., Tokio (Verbind. mit IG. F. AG. und Du Pont)	Ishiyama, Shiga-ken	Viscose		10 Mill. Yen	3,000
	☞	Kanegafuchi Cotton Spinning Co.	Tokio, Osaka, Kobe	Acetat			
	☞	Tokyo Jinzo Kenshi Kaisha	Yoshihara-Cho Shizuokaken	Viscose		20 Mill. Yen	3,000
		Day Nippon Boseki Kabushiki Kaisha, Osaka	Ogaki, Osaka	Viscose		7,5 Mill. Yen	2,500
		Nihon Rayon Co., Osaka	Kyoto Fu			15 Mill. Yen	2,200
		Miye Artificial Silk Co	Tsu			1 Mill. Yen	1,000
		Kawagoe Jinken Kabushiki	Kawagoye			100,000 Yen	200
		Kurashiki Kenshoku A. G. (Verbindung mit Courtaulds Ltd.)	Saiday-cho Jodogun			10 Mill. Yen	
		Toyo Cotton Spinning Co., Nagoya					
		Fuji Spinning Co		Viscose		1,500	
		Rayon Industrial Corp					
		Japanese Cotton Spinning Co.					
		Nippon Keon	Nagoja			1 Mill. Yen	450
		Showa Rayon Comp					
		Imperial Artificial Silk Co., Teikoku				12,5 Mill. Yen	im Bau ? 5,000?
		Asaki Silk Wearing Co.				8,7 Mill. Yen	? 5'000?

Aus der japanischen Kunstseiden-Industrie sind die Angaben, z. B. bezüglich der Tagesproduktion, nicht sehr zuverlässig. Nach andern Quellen beträgt die japanische Tagesproduktion nur etwa 20,000 kg insgesamt.

*Bemerkung der Übertragers: OCR der Tabellen ist mühsam, da schlecht gedruckt. Ich hoffe, die meisten Fehler korrigiert zu haben. Der Setzer hat sich offenbar bei der Suche nach Sonderzeichen in der Astronomie und Astrologie bedient. Diese musste ich leider nachzeichnen*

## Kapitalanlagen in der Kunstseidenindustrie<sup>11</sup>

### Zusammenfassung.

Nominalkapitalien aller Kunstseidenunternehmen (in 1000 £str.)

	April 1926	Januar 1928	Zunahme
U.S.A. und Kanada	63,000	45,350	17,650
Grossbritannien	46,000	17,500	28,500
Italien	22,300	20,900	1,400
Deutschland	11,400	9,900	1,500
Frankreich	11,350	8,150	3,200
Holland	7,700	4,600	3,100
Belgien	2,550	2,100	450
Schweiz	1,450	1,350	100
Japan	4,400	3,100	1,300
Übrige Länder	2,600	1,700	900
	172,750	114,650	58,100

Wie ersichtlich, steht der nordamerikanische Kontinent nach dem Gesamtbetrag der Kapitalanlagen an erster Stelle und Grossbritannien an zweiter. Hinsichtlich der in der fünfzehmonatigen Periode eingetretenen Kapitalvermehrung aber kommt England weit voran an erster Stelle. Die Vermehrung in England stammt zu 12 Mill. £str. von einer Kapitalerhöhung der Courtaulds Ltd. auf 32 Mill. £str. durch Ausgabe von Gratisaktien her und zu 13 Mill. £str. von der Eintragung von 17 neuen Unternehmungen der Industrie. Nur für Frankreich und Holland werden sonst noch grössere Kapitalvermehrungen in Europa ausgewiesen. Die Nominalbeträge der ausgegebenen Aktienkapitalien geben aber natürlich nicht ein zuverlässiges Bild über die verschiedenen tatsächlichen Kapitalwerte, noch geben sie einen richtigen Begriff von der Besitz- und Kontrollverteilung in der Industrie unter den einzelnen Ländern. Obwohl sich die Interessenbeteiligungen der einzelnen Unternehmen nicht in alle Verzweigungen verfolgen lassen, geben doch die bekannten Angaben ein ziemlich zuverlässiges Bild. Wie die folgende Tabelle zeigt, haben die britischen Kunstseideninteressen im In- und Ausland eine unbedingt führende Stellung inne:

Nationale und internationale Kunstseideinvestierungen:		
Grossbritannien	69,250,000	Lstr.
Amerika	30,750,000	
Deutschland	28,900,000	
Italien	13,100,000	
Holland	11,950,000	
Frankreich	8,400,000	
Belgien	4,950,000	
Japan	3,150,000	
Schweiz	1,700,000	
Übrige Länder	600,000	
Total	172,750,000	Lstr.

Mehr als die Hälfte der in Amerika investierten Kapitalien sind in europäischem Besitz, vorab in englischem. 85 Prozent des Aktienkapitals der American Viscose Corporation (etwa 17 Mill. Lstr.) gehören der Courtaulds Ltd. (in der ersten obigen Tabelle figuriert der Betrag nur in der Gruppe

<sup>11</sup> Nach „Manchester Guardian Commercial“ Juli 1929 Korreferat der N.Z.Z. 26. August 1929.

„U.S.A. und Kanada“). Ferner werden die amerikanischen Unternehmen der Glanzstoff-, Enka- und Bemberg-Interessen, sowie die Associated Rayon Corp. von Europa kontrolliert. Im ganzen belaufen sich die ausländischen Beteiligungen an amerikanischen Unternehmen auf 35 Mill. Lstr., wogegen Amerika in andern Ländern nur etwa 2 Mill. Lstr. in der Kunstseidenindustrie investiert hat, 1 Mill. Lstr. in Frankreich (Dupont und Comptoir des Textiles Artificiels), 450,000 Lstr. in Deutschland, 250,000 Lstr. in Holland und 350,000 Lstr. in Japan. Ausser den American Viscose-Aktien besitzt Courtaulds Ltd. nach dieser Zusammenstellung auch 4,5 Mill. Lstr. Snia Viskose-Anteile, bedeutende Interessen an Glanzstoff-Courtaulds A.-G., Köln, Soie de Calais (Tochtergesellschaft) und kleinere Interessen an der holländischen Enka, der Viscose Suisse und andern Unternehmen. Die Auslandinteressen anderer britischer Kunstseidenunternehmen sind von untergeordneter Bedeutung. Die Breda- und Bemberg-Konzerne haben in England etwa 2,25 Mill. Lstr. in Subsidiären investiert. Die englischen Auslands-beteiligungen belaufen sich insgesamt auf 25,5 Mill. Lstr. - Während das Ausland (Courtaulds) nur etwa 0,5 Mill. Lstr. in der deutschen Kunstseidenindustrie investiert hat, besitzen deutsche Konzerne in Oesterreich, der Tschechoslowakei, Italien, Holland, Grossbritannien, Frankreich, Rumänien, Amerika und Japan Interessen im Wert von 18 Mill. Lstr. Frankreich ist an der schweizerischen Kunstseidenindustrie mit 400~000 Lstr. und an der tschechoslowakischen und japanischen mit 350,000 Lstr. beteiligt, während die Interessen des Auslandes in der französischen Industrie 3,7 Mill. Lstr. betragen. Holland ist in Amerika, Italien und Spanien mit 6,5 Mill. Lstr. beteiligt und das Ausland in der holländischen Kunstseidenindustrie mit 2,25 Mill. Lstr. (Glanzstoff-Enka-Fusion nicht berücksichtigt). Belgien hat in Frankreich, Polen und Holland Kunstseideninteressen im Wert von 2,4 Mill. Lstr. Die Schweiz ist nach dieser Zusammenstellung in Spanien mit 400,000 Lstr., in Holland mit 150,000 Lstr. und in Schweden mit 100,000 Lstr. beteiligt. An der japanischen Kunstseidenindustrie sind Deutschland, Amerika und Frankreich mit 1,250,000 Lstr. interessiert, während Japan selbst keine Auslandinteressen in dieser Textilindustrie hat. Zu all diesen Zahlen, die ausschliesslich Nominalkapitalbeträge berücksichtigen, ist zu bemerken, dass gerade einige der grössten Unternehmen der Kunstseidenindustrie den Nominalwert ihrer Kapitalien dem tatsächlichen Wert ihrer Betriebe bei weitem noch nicht angepasst haben. Sie werden teils von riesigen Konzernen der Chemieindustrie kontrolliert. So hat die amerikanische Dupont Rayon Co. nur ein Kapital von 22,5 Mill. Dollar und die französische Rhodiaseta gar nur von 15,000 Fr. Courtaulds Ltd. hat ihr riesiges Kapital fast ausschliesslich durch die Verteilung von Gratisaktien erreicht und das Unternehmen hat noch immer Millionen offener und stiller Reserven.

### Literaturnachweis.

Die nachfolgende Zusammenstellung bezweckt, den Interessenten auf einige Erscheinungen auf dem Gebiete der Zellulose und der Kunstseide im besondern aufmerksam zu machen.

1. KURT HESS. Die Chemie der Zellulose. Leipzig 1928.
2. C. G. SCHWALBE. Die Chemie der Zellulose unter besonderer Berücksichtigung der Textil- und Zellstoffindustrie. Berlin 1911.
3. C. F. CROSS and E. J. BEVAN. Cellulose and outline of the chemistry of the structural elements of plants etc. London 1918.
4. C. F. Cross and E. J. BEVAN. Researches on Cellulose. London 1910-1922.
5. EMIL HÄUSSER. Lehrbuch der Zellulosechemie für Studierende an Technischen Hochschulen. Berlin 1927.
6. C. PIEST. Die Zellulose und ihre Verarbeitung etc. Stuttgart 1910.
7. F. REINTHALER. Die Kunstseide. Berlin 1926.
8. L. CLÉMENT und C. RIVIERE. Die Cellulose etc. Berlin 1923.
9. A. J. HALL. Cotton Cellulose etc. London 1924.
10. V. HOTTENROTH. Die Kunstseide. Leipzig 1926.
11. E. HÄGGLUND. Holzchemie. Leipzig 1928.
12. L. F. HAWLEY and L. E. WISE. The Chemistry of Wood. New York 1926.
13. Kunstseide. In HERZOG, Technologie der Textilfasern. Berlin 1927.

14. K. SÜVERN. Die künstliche Seide, mit besonderer Berücksichtigung der Patentliteratur (eines der wichtigsten Bücher!) Berlin 1926.
15. MARTIN HÖLKEN. Die Kunstseide auf dem Weltmarkte. Berlin 1926.
16. MARTIN HÖLKEN. Die Kunstseide und andere seidenglänzende Fasern. Berlin 1926.
17. JOHANN EGGERT. Die Herstellung und Verarbeitung der Viskose. Berlin 1929.
18. ALOIS HERZOG. Die mikroskopische Untersuchung der Seide mit besonderer Berücksichtigung der Erzeugnisse der Kunstseidenindustrie. Berlin 1924.
19. The Manchester Guardian Commercial, a weekly paper. In diesem findet man die besten Statistiken über die Kunstseide unter dem Titel «Rayon».
20. The artificial Silk World, Manchester-Bradford New York, Montreal. London, Gresham House.
21. Meliands Textilberichte.

Man findet ferner an sehr vielen Orten interessante Mitteilungen über Kunstseide, wie z.B. in der Zeitschrift für angewandte Chemie, Journal of the Society of Chemical Industry, Chemikerzeitung etc.

### Mikroskopische und mikrophotographische Einrichtung.

Der Autor hat zu seinen Untersuchungen eine Apparatur von Carl Zeiss-Jena verwendet, die alle vernünftigen Ansprüche erfüllt.

1. Mikroskop. Mikroskop DCD mit Abbe'schem Beleuchtungsapparat, drehbarem Hartgummitisch, Revolver für vier Objektive Achromate 5×, 10×, 20×, 40× (0,85), Apochromat 1,0/60 mit Irisblende für Dunkelfeldbeleuchtung, Fluoritimmersion 1,3/100. Okulare 5, 10, 15, 20. Binocularer Okularstutzen und monokularer Stutzen. Cardioidkondensator 1,05 num. Apertur, Bogenlampe und gewöhnliche Beleuchtungslampe.

2. Als photographischer Apparat diente der kleine „Phoku“ von Zeiss. Dieser Apparat erlaubt es, Bilder von einer Vergrößerung von ca. 400 zu machen, die man ohne Schaden auf 800 vergrößern kann. Stärkere Vergrößerungen haben meist keinen Wert und täuschen Dinge vor, welche man nach der Theorie des Mikroskopes überhaupt nicht wahrnehmen kann. Die Abbildungen auf Seite 48 bis 50 sind Aufnahmen des Verfassers. Sie sind in den „Naturwissenschaften“ 1929, Seite 703, z.T. wiedergegeben worden. Der Preis einer guten mikrophotographischen Ausrüstung beträgt ungefähr 1800 Fr. Lieferant Ganz & Co., Zürich.

### Notizen über Querschnitte.

1. Färben oder Lackieren und Einbetten.
  - a) Färben: Neutral mit Chloraminrot B unter Zusatz von etwas Natriumsulfat, dann Abspülen mit dest. Wasser und Trocknen. Hierauf bestreichen des Fadens mit Kollodiumlösung und Trocknen (gestreckt). Einbetten in Paraffin wie unten, oder:
  - b) Faden lackieren mit „Nubian waterproof-blackening“ (Dr. Grüber, Leipzig), dann unter gelindem Anstreichen trocknen lassen, aber nur einige Stunden (z. B. 4-8 Std.), so, dass der Lack nicht mehr klebt, aber auch noch nicht spröde wird. Dann gleich ins Rähmchen einspannen und in Paraffin eingiessen. Ohne Aufschub ist hierauf ein Stück aus der Paraffin-stange herauszuschneiden und auf ein Holzklötzchen zu kittieren. Vom Paraffin ist sorgfältig ebensoviel abzuschneiden, dass der Faden durchscheint (dies, damit man den Faden beim Einspannen auf dem Mikrotom wirklich senkrecht stellen kann). Baldmöglichst schneiden, bevor der Lack springt. Lack soll homogen, nicht „rieselig“ sein, sonst neu bestellen.
2. Schnitt    Schnittdicke 12-15 $\mu$ . Wenn die Schnitte sich rollen, dann ist das Mikrotom-Messer unscharf. Schnitt auf Objektträger, Deckglas (mit unten einem Tropfen Xylol) darauf. Nachher Verkleben des Deckglasrandes mit Kanadabalsam. Verdünnung des Kanadabalsams ev. mit Xylol.

3. Photogr. Aufnahme. (Tubusauszug 152) 350fache Vergrößerung. Belichtung 30-200 Sekunden, je nach der Helligkeit des Präparates. Wenn dann vor dem Entwickeln die Platte mit Phenosafranin desensibilisiert wird, muss reichlich belichtet werden, da die Allgemeinempfindlichkeit der Platte dabei etwas zurückgeht.

Entwickeln. Entwickler für Platten:	Pyrogallol	15 g	
	Wasser	500 cm <sup>3</sup>	} Lösung I
	Natriumsulfit, krist.	150 g	
	Zitr. od. Weinsäure	2 g	} Lösung II
	Natriumkarbonat calc.	50 g	
	Wasser	500 cm <sup>3</sup>	

Kurz vor dem Entwickeln sind gleiche Teile (z. B. 20-50 cm<sup>3</sup>) zusammenzugeben. Nach Bedürfnis sind auch einige Tropfen KBr. 1:10 zuzugeben (z. B. wenn unbelichtete Stellen nicht weiss bleiben).

Lichtunempfindlichmachen der Platte: Durch Baden der Platte während 1 Minute (vor dem Entwickeln) in Phenosafraninlösung (Antilumin) 1:2000 bis 1:4000. Nachher kurz abspülen und entwickeln. Sollte das Phenosafranin beim Fixieren nicht völlig herausgehen, dann Platte baden in ca. 50 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O plus Messerspitze Natriumhydrosulfit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

Nach dem Entwickeln Platte abspülen und fixieren, bis Rückseite der Platte nicht mehr weiss erscheint, dann nochmals solange im Fixierbad belassen. Hierauf auswaschen 1-2 Std.

Fixierbad (für Platten und Papiere zu gebrauchen):

Natriumthiosulfat	50 g
Natriumbisulfit	10 g
Wasser	500cm <sup>3</sup>

Kopien. Papier: Ridax (Gaslicht), hart, glänzend. Entwickler:

Wasser	500cm <sup>3</sup>
Methol (Photo-Rex)	1,5 g
Hydrochinon	6 g
Natriumsulfit, krist.	50 g
Kaliumbromid	1 g
Weinsäure	2 g
Natriumkarbonat calc.	50 g
Wasser	500 g

Belichtung ausprobieren, ½ - 10 Sekunden. Wenn weisse Stellen nicht reinweiss, dann Zusatz KBr 1:10. Fixieren: 10-20 Minuten unter Umlegen der Bilder in Fixierbad wie für Platten. Wässern der Kopien 2 Std. mindestens (im laufenden Wasser).

### Schnellmethode ohne Dünnschnitt.

Faden zwischen zwei Holundermarkstängelchen legen, zusammenhalten mittels Gummiring, Schneiden und Betrachten von oben bei Beleuchtung von schräg oben (Beleuchtungsapparat mit Bogenlampe und Kondensorlinse, siehe Literatur Prof. HERZOG).

Fabriken,  
welche Apparate für die Kunstseidenherstellung bauen.

Holländer:

R. I. Wolff & Söhne, Düren  
Gebr. Bellmer, Niefern (Baden)

Knetmaschinen:

Werner & Pfeleiderer, Cannstatt-Stuttgart

Tauchpressen, Filterpressen, Sulfidierungstrommeln:

M. Häusser, Neustadt a. d. Hard  
Wegelin & Hübner, Halle a. S.  
A. L. G. Dehne, Halle a. S.  
Maschinen- und Apparate-Bauanstalt G. m. b. H., Pirna a. Elbe  
Gebr. Weissbach, Chemnitz

Spinnpumpen:

Ing. A. Maurer, Mailand  
M. Otto Winkler, Gröna i. Sa.  
Fratelli Borletti, Mailand  
Arendt & Weicher, Berlin  
Werdohler Pumpenfabrik Paul Hillebrand, Werdohl (Westf.)  
Martin Hölken G.m.b.H., Barmen-Ritt

Spinnmaschinen, Spinnzentrifugen, Spinntöpfe:

C. Hamel A.G., Schönau-Chemnitz und Arbon  
Ramesohl & Schmidt A.G., Ölde (Westf.)  
Berliner-Karlsruher Industrie-Werke A. G., Berlin - Borsigwalde  
Constructions électriques Patay, Lyon  
Siemens-Schuckert, Berlin - Siemensstadt

Spinntöpfe:

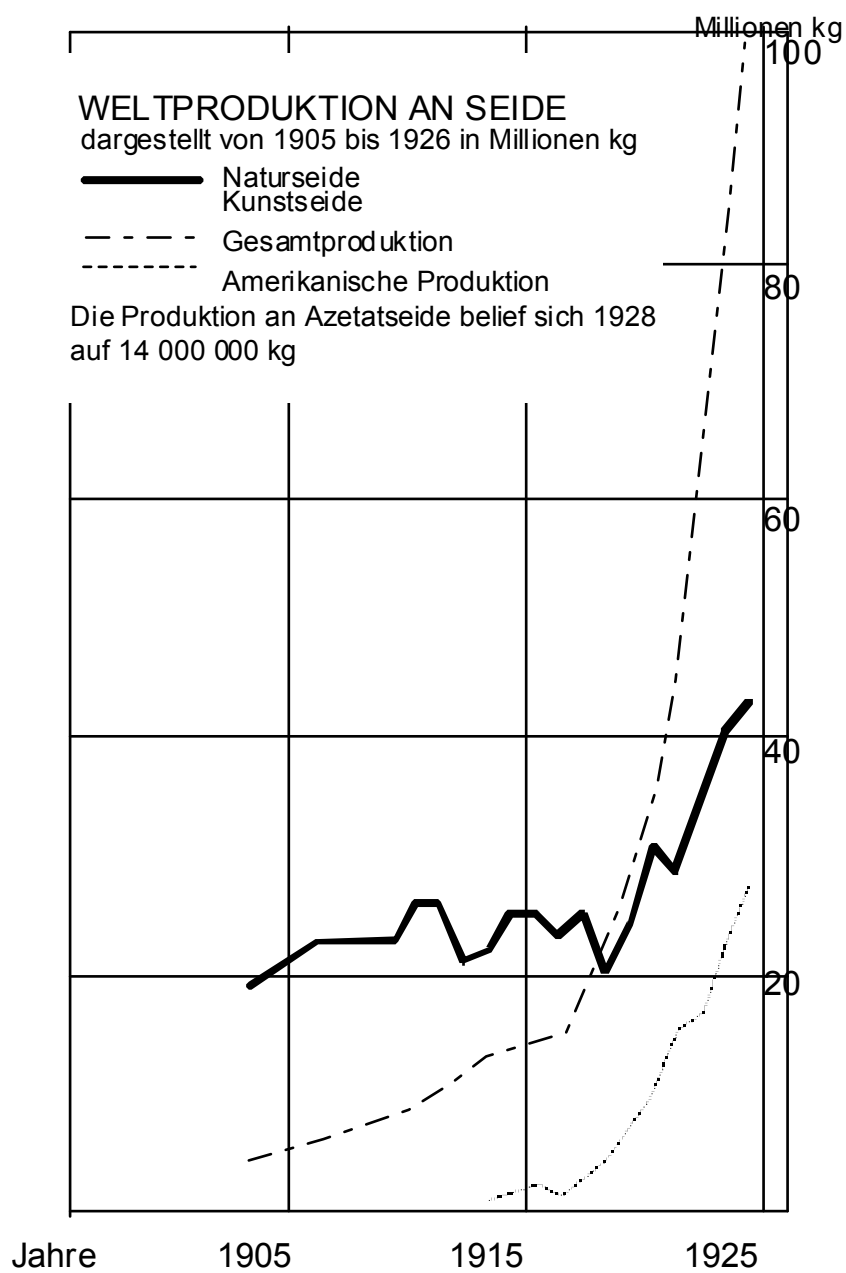
Kabelfabrik A.G. Pressburg  
Polte Metallwarenfabrik, Magdeburg  
Berg-Heckmann-Selve A.G., Werdohl und Altona (Westf.)  
Metallhütte Baer & Co. A.G., Rastatt i. Baden

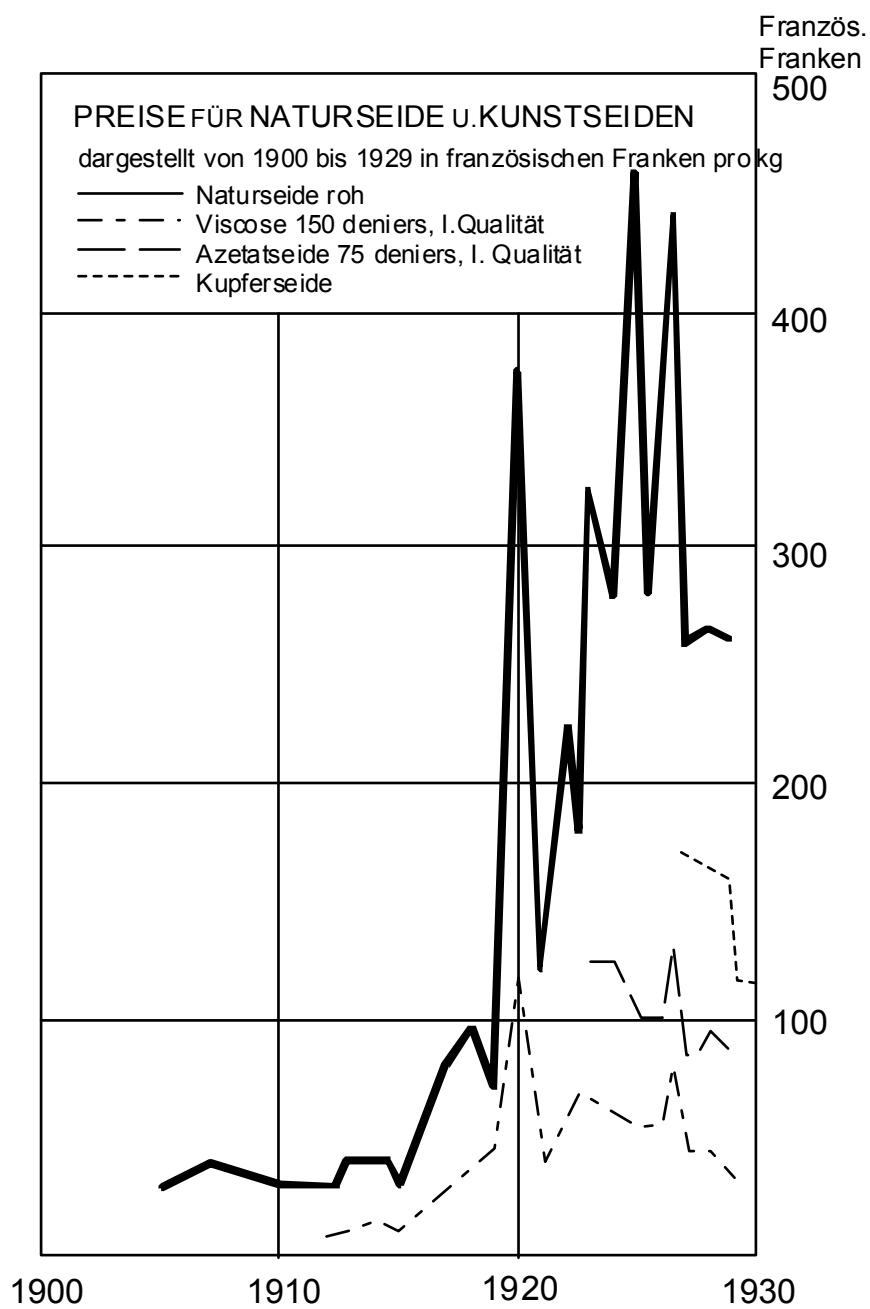
Spindüsen:

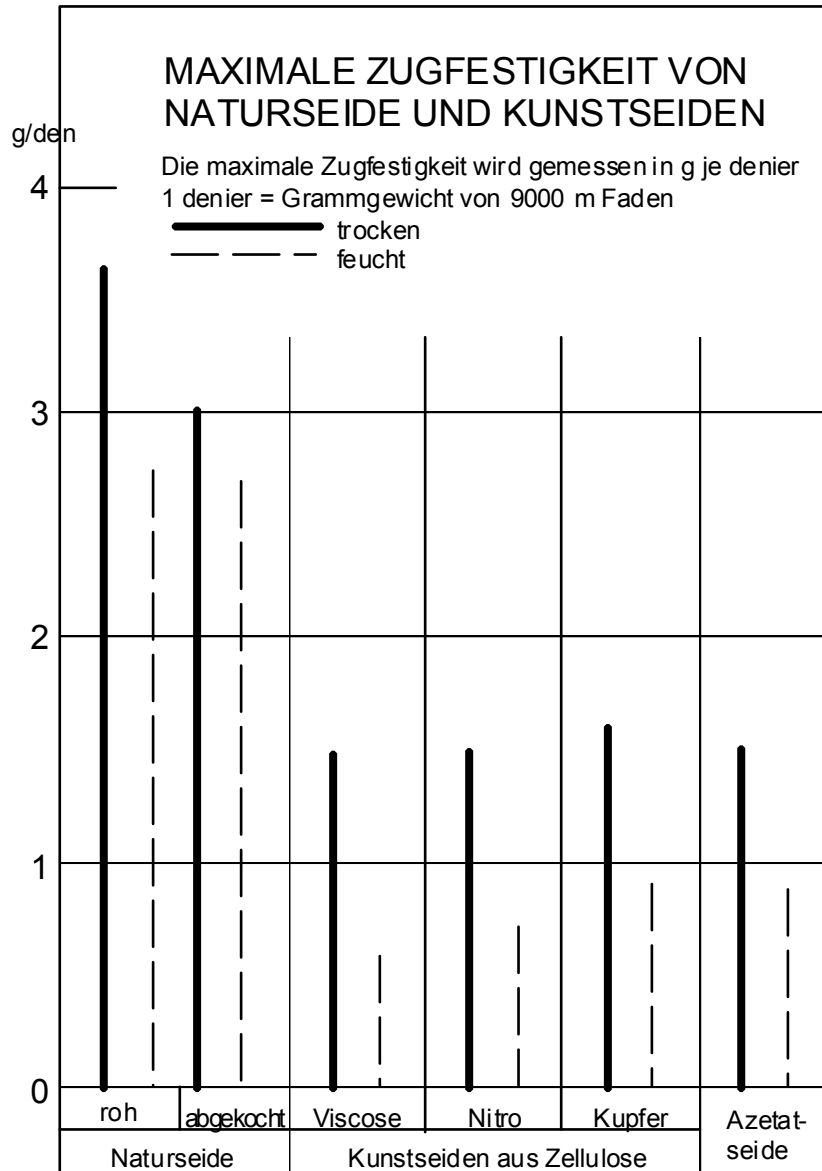
G. Siebert, G.m.b.H. Hanau a.M.  
Hermsdorf-Schomburg Isolatoren, G.m.b.H., Hermsdorf i. Thür.  
W. C. Heraeus, G. m.b.H., Hanau  
Dr. H. Geissler Nachf., Bonn a. Rh.  
Friedrich Eilfeld, Gröbzig i. Anhalt

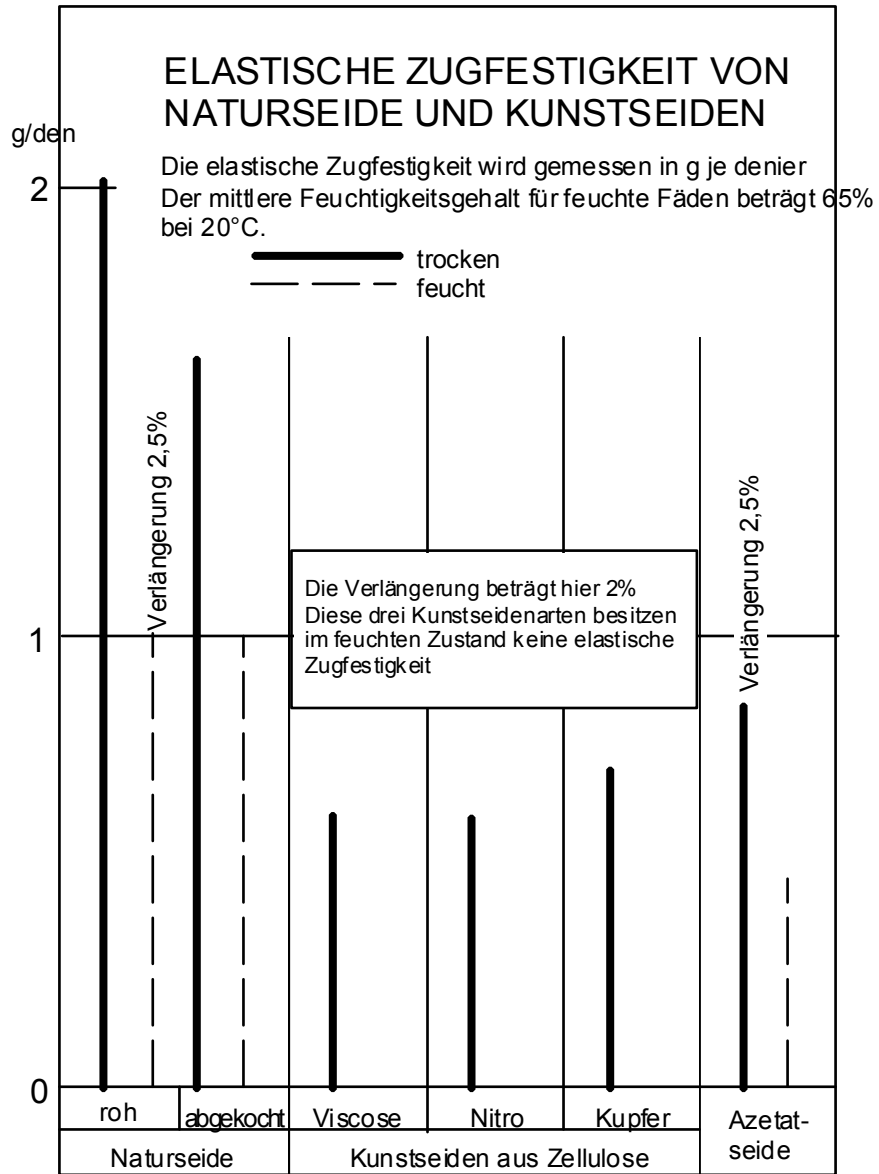
Einrichtungen von Kunstseidenfabriken:

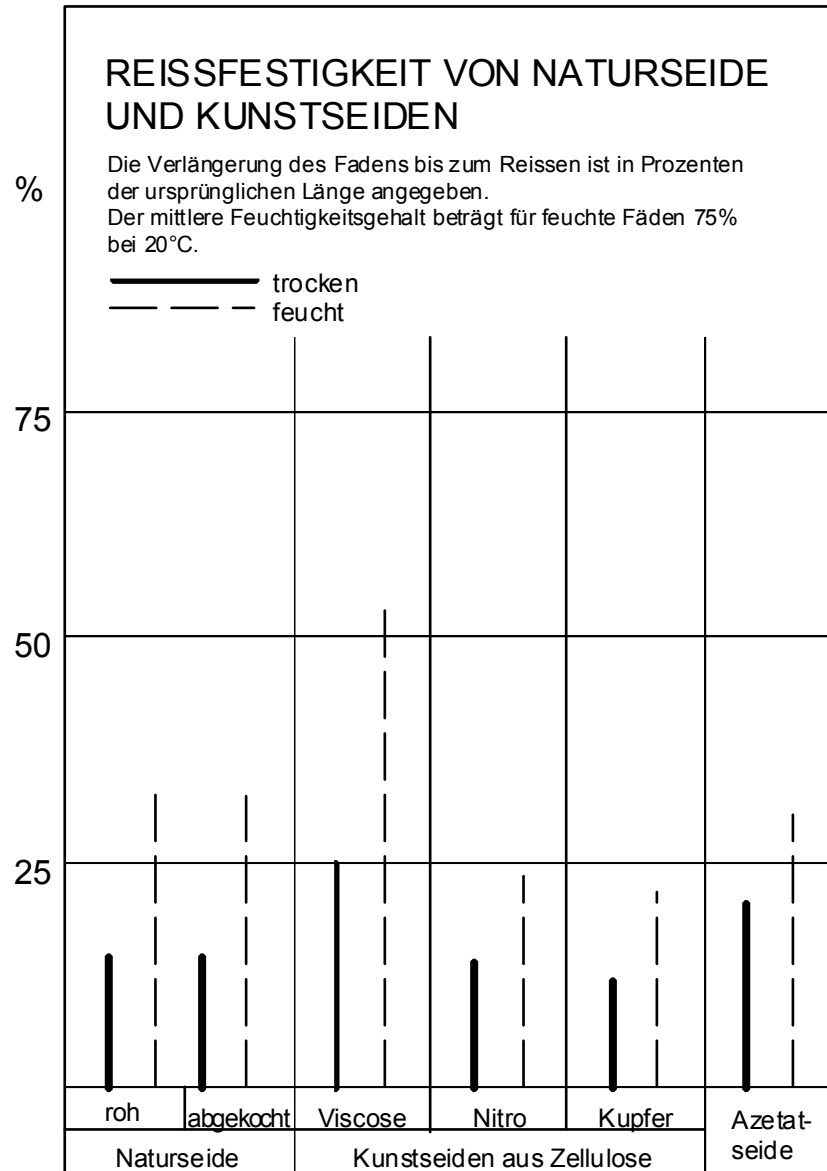
Oskar Kohorn & Co., Chemnitz und Wien  
Hans Kindermann & Co., Berlin - Charlottenburg  
C. G. Haubold, A.G. Chemnitz











*Bemerkungen:*

*Unter Kunstseide verstand man 1930 ausschliesslich Stoffe auf der Basis von Naturzellulose. Viskosefasern sind feiner als Lein- oder andere Naturfasern. Erwähnenswert ist, dass Seide als Eiweiss zu den Polyamiden, Viskose etc. aber zu den Kohlehydraten (Polyethern, resp. Polyestern)) gehört. Andere vollsynthetische Kunstfasern erlangten erst später Marktreife. Erfindungsjahre? etwa: 1910 Bakelit, 1914 PVC, 1930 Polystyrol, Polyacrylamid, 1937 Polyurethane, etc. sowie 1900 Polyamid, Markteinführung Nylon (Polyamid-66) 1940 ( länger als die drei Jahrzehnte der Kunstseide). Die einzige Naturfaser, die inzwischen obsolet gemacht wurde, ist Hanf.*

## Muster aus der Praxis enthaltend Bembergseide

Fabrikat der Seta Bemberg S. A. Gozzano (Italien), für die ganze Schweiz durch die Société de la Viscose Suisse S. A., Emmenbrücke (Luzern) vertreten.

Baumwoll-Linters



Kravattenstoff



Crêpe Georgette



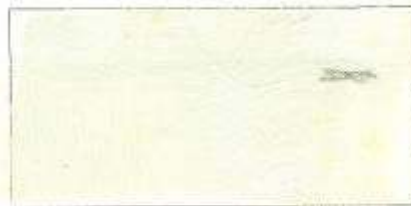
Milanaise



Crêpe Satin



Voile



Crêpe de Chine



	Preis
	Fr. Rp.
77. H.Fritz: Kosmische Physik Auf 1875 .....	2.-
78. A. Weilenmann: Luftströmungen. Auf 1876 .....	2.-
79. C. Mösch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. Auf 1877 .....	1.-
80. R.Billwiller: Joh.Kepler. Auf 1878 .....	2.-
81. C. Keller: Der Farbenschutz in der Thierwelt. Auf 1879 .....	2.-
82. G.Schoch: Künstliche Fischzucht. Auf 1880 .....	2.-
83. G. Asper: Gesellschaften kleiner Thiere. Auf 1881 .....	2.-
84. Alb. Heim: Ueber Bergstürze. Auf 1882 .....	2.-
85. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. Auf 1883 .....	2.-
86. J. Jäggi: Die Wassernuss. Auf 1884 .....	2.-
87. H. Fritz: Die Sonne. Auf 1885 .....	2.-
88. C. Schröter: Der Bambus. Auf 1886 .....	2.40
89. C. Mösch: Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. Auf 1887 .....	2.-
90. R. Billwiller: Die Meteorologische Station auf dem Säntis. Auf 1888 .....	Vergriffen
91. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. Auf 1889 .....	Vergriffen
92. Ed. Schär: Das Zuckerrohr. Auf 1890 .....	2.40
93. Alb. Heim: Geschichte des Zürichsees. Auf 1891 .....	Vergriffen
94. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde. Auf 1892 .....	Vergriffen
95. A. Forel: Die Nester der Ameisen. Auf 1893 .....	Vergriffen
96. J. Jäggi: Die Blutbuche zu Buch am Irchel Auf 1894 .....	2.40
97. J. Perret: Hemmann von Helmholtz. Auf 1895 .....	2.40
98. Alb. Heim (unter Mitwirkung von Leon du Pasquier und F. A. Forel): Die Gletscherlawine an der Altels am 11. Sept. 1895. Auf 1896 .....	3.60
99. C. Schröter: Die Schwebeflora unserer Seen (Das Phytoplankton). Auf 1897 .....	Vergriffen
100. F.Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. G. Hartwich: Das Opium als Genussmittel Auf 1898 .....	3.60
101. Ulr. Grubenmann: Über die Rutilnadeln einschliessenden Bergkryalle vom Piz Aul im Bündneroberland. Auf 1899 .....	Vergriffen
102. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. Auf 1900 .....	Vergriffen
103. G. Schröter: Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. Auf 1901 .....	Vergriffen
104. K. Hescheler: Sepia officinalis L. Der gemeine Tintenfisch Auf 1902 .....	3.-
105. A. Weilenmann: Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. Auf 1903 .....	3.-
106. Hans Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. Auf 1904 .....	3.60
107. Alb. Heim: Neuseeland. Auf 1905 .....	3.60
108. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. Auf 1906 .....	3.-
109. M. Rikli: Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera. Auf 1907 - .....	3.60
110. Alb. Heim: Der Bau der Schweizeralpen. Auf 1908 .....	3.-
111. K. Hescheler: Der Riesenhirsch. Auf 1909 .....	3.-
112. Th. Herzog: Reisebilder aus Ost-Bolivia. Auf 1910 .....	3.-
113. Arn. Heim: Ueber Grönlands Eisberge. Auf 1911 .....	3.-
114. Alfr. de Quervain; Aus der Wolkenwelt Auf 1912 .....	3.-
115. P. Arbenz: Ueber Karrenbildungen. Auf 1913 .....	3.-
116. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. Auf 1914 .....	3.-
117. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald von Chemnitz Auf 1915 .....	3.-
118. Arnold Heim: Auf dem Vulkan Smeru auf Java. Auf 1918 .....	3.-
119. M. Rikli: Eine Frühlingsfahrt nach Kreta. Auf 1917 .....	2.50
120. U. Grubenmann: Dr. David Friedrich Wiser. (1802-1878) Lebensbild eines Zürcher Mineralogen. Auf 1918 .....	3.-
121. M. Düggeli: Die Schwefelbakterien. Auf 1919 .....	3.50
122. Ernst Blumer: Geschichte des Erdöls. Auf 1920 .....	4.20
123. H.Brockmann-Jerosch: Surampfele und Surchrut. Ein Rest aus der Sammelstufe der Ureinwohner der Schweizeralpen. Auf 1921 .....	4.20
124. Albert Heim: Die Mythen. Auf 1922 .....	4.20
125. O.Schneider-Orelli: Die Reblaus und unser Weinbau Auf 1923 .....	4.20
126. H. Greinacher: Bausteine der Atome. Auf 1924 .....	4.50
127. Gustav Kruck: Das Kraftwerk Wäggital. Auf 1925 .....	Vergriffen
128. Hans Frey: Die lokalen Winde am Zürichsee. Auf 1926 .....	4.-
129. Albert Heim: Die Gipfelflur der Alpen. Auf 1927 .....	3.-
130. Stefan Brunies: Unser Nationalpark und die ausserschweizerischen alpinen Reservationen. Auf 1928 .....	4.-
131. E. Huber-Stockar: Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis Ende 1928. Auf 1929 .....	6.-

**Alle diese Neujahrsblätter können, soweit sie nicht als vergriffen bezeichnet sind, durch die Buchhandlung von Beer & Cie. in Zürich bezogen werden.**

1930

Druck von Gebr. Fretz A.G., Zürich