

FINSKA SUOMEN
KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN
MEDDELANDEN TIEDONANTOJA

REDAKTÖR — TOIMITTAJA
Harald Nyberg

INNEHÅLL — SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Paul Schlack: Die Polyamidfasern vom Standpunkt des Chemikers | 1 |
| Kemiska Sällskapet i Åbo verksamhet | 36 |
| Finska Kemistsamfundets verksamhet | 37 |
| Lennart Simons: En kärnforskningsreaktor i Finland (<i>referat</i>) | 38 |
| Erkki Laurila: En kärnforskningsreaktor i Finland (<i>referat</i>) | 40 |
| Väinö I. Salminen: Diskussion angående forskningens betydelse för livsmedelindustrin (<i>referat</i>) | 42 |

Prenumerera på

Acta Chemica Scandinavica

Medlemmar av Finska Kemistsamfundet erhåller tidskriften portofritt till ett pris av Fmk 2.140:— per volym (10 häften, ca 1800 sidor) motsvarande ca 60 % rabatt på det normala priset. Rekvisition sker för samfundets medlemmar genom sekreteraren, fil.mag. B. C. Fogelberg, S. Hesperlagatan 4, Helsingfors.

För icke medlemmar sker rekvisition genom A/S Ejnar Munksgaard, Nørregade 6, Köpenhamn.

Priset är i detta fall \$ 16:—

Äldre årgångar kan fortfarande erhållas.

FINSKA SUOMEN
KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN
MEDDELANDEN TIEDONANTOJA

67 årg.

1958 N:o 1

67 vuosik.

Utgiven av — Julkaisija
Finska Kemistsamfundet — Suomen Kemistiseura
Styrelse — Hallitus

TOR SMEDSLUND — MAGNUS ALFTHAN — TERJE ENKVIST
CH. GUSTAFSSON — WALDEMAR JENSEN — OLOF JERNSTRÖM
GÖSTA SILÉN — JACOBUS SUNDMAN

Sekreterare — Sihteeri
PER FALCK, Fredriksgatan 16 B 31 Fredrikinkatu tel 62 44 55 puh

Kassör — Rahastonhoitaja
B. C. FOGELBERG: S. Hesperlagatan 4 E. Hesperiankatu
tel 44 01 01, 67 10 19 puh

Arkivarie — Arkistonhoitaja
ANNA GRÖNVIK, S. Hesperlagatan 4 E. Hesperiankatu tel 44 01 01, 44 73 99 puh

Redaktör — Toimittaja
HARALD NYBERG, Parkgatan 7a A Puistokatu tel 61 768, 62 47 00 puh

Die Polyamidfasern vom Standpunkt des Chemikers*

Paul Schlack

Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt

Meine Damen und Herren!

Die Kunstfaserindustrie, die schon vor dem ersten Weltkrieg technisch und wirtschaftlich eine in ihrer Stetigkeit imponierende Entwicklung erfuhr, erlebte in den Jahren zwischen den Kriegen einen neuen, in seinem Ausmass von niemand vorausgeahnten Aufschwung. Zeitweilig nahm er ein geradezu hektisches Tempo an. In dieser stürmischen, für die Unternehmen der Kunstfaserindustrie besonders krisenreichen Epoche vollzog sich, nach aussen hin weniger erkennbar, aber doch stetig, ein Prozess, dessen Auswirkungen in der zweiten Hälfte des dritten Jahrzehnts und weiter nach dem zweiten Weltkrieg immer deutlicher in Erscheinung treten sollten: Die in dieser Industrie noch weit-

* Vortrag vor Finska Kemistsamfundet in Helsinki Oktober 1955.

gehend empirische Arbeitsweise wurde allmählich ersetzt durch rationelle und wissenschaftliche Methoden. Man mühte sich ernstlich um bessere Fundamente für kommende Entwicklungen. Die stärksten Impulse kamen aus den Ergebnissen der chemischen und physikalischen Erforschung der hochpolymeren Stoffe. Allmählich begann das Dunkel sich zu lichten, das noch in der Mitte der 20er Jahre auf diesem Gebiet geherrscht hatte. Die bedeutsamen Fortschritte, die sich damals an Namen wie W. T. Astbury, R. Brill, W. N. Haworth, K. H. Meyer und H. Mark, O. L. Sponsler und H. W. Dore, vor allem aber an H. Staudinger und seine Schule knüpften, haben uns in Stand gesetzt, das Verhalten der Faserstoffe aus ihrem Aufbau heraus zu verstehen, und jetzt konnten der Analyse auch Synthesen folgen.

In Deutschland begann man etwa 1928, die Produkte der rasch aufblühenden Kunststoffchemie, zunächst die Polyvinylverbindungen, für die Faserherstellung zu prüfen. Von diesen Hochmolekularen war das Polyvinylchlorid bereits 1913 von F. Klätte (Griesheim Elektron) als Faserrohstoff in Vorschlag gebracht worden, zu einer Zeit, als die technischen Voraussetzungen für die Herstellung synthetischer Fasern noch keineswegs gegeben waren. 1934 brachte die frühere I.G.-Farbenindustrie eine vorwiegend für technischen Bedarf bestimmte Polyvinylchloridfaser als »PeCe-Faser« in den Handel. Sie war die erste vollsynthetische Faser überhaupt. Andere um diese Zeit schon zugängliche Vinylpolymere, wie Polystyrol, Polyvinylformal und Polyvinylalkohol, kamen damals noch nicht zum Erfolg. Gleiches gilt auch für das heute als Textilfaser wichtige Polyacrylnitril, das Fikentscher bereits 1929 zu einer Faser hatte verarbeiten wollen. Schon die allererste, nur laboratoriumsmässig gewonnene Polyvinylchloridfaser (E. Hubert, 1931) hatte für damalige Ansprüche überraschend gute Festigkeitseigenschaften, aber sie war, verglichen mit den Cellulosekunstfasern, doch noch kein Textilrohstoff im engeren Sinn. Es fehlte, wie auch später bei der »PeCe-Faser«, die Färbbarkeit, und der Erweichungspunkt lag für Bekleidungstextilien viel zu niedrig. Fürs erste bestand aber nicht viel Aussicht, auf diesem Weg rasch weiter zu kommen, nachdem das schon erwähnte Polyacrylnitril wegen seiner Unlöslichkeit in allen damals infrage kommenden Lösungsmitteln ebenfalls ausscheiden musste.

Die durch Vinylpolymerisation erhältlichen Kunststoffe waren zunächst bevorzugt worden, weil man hier billige Rohstoffquellen sah, ohne die, von ganz speziellen Verwendungen abgesehen, eine Konkurrenz mit den wohlfeilen natürlichen und künstlichen Cellulosefasern von vorn herein ausgeschlossen erscheinen musste und weil man damals glaubte, nur mit nach Staudingers Definition »eukolloiden« (Mol-Gewichte oberhalb

ca 10 000) Vinylpolymerisaten Faserfestigkeiten erreichen zu können, die denen der Baumwolle oder der Naturseide entsprachen.

Diese Einstellung änderte sich zunächst auch nicht, als es 1932 W. H. Carothers im Rahmen rein wissenschaftlicher, keineswegs auf praktische Ziele gerichteter Forschung in den Laboratorien der Firma Du Pont gelungen war, durch Polykondensation von Dicarbonsäuren und Glykolen bzw. von Oxy-carbonsäuren ungewöhnlich hochmolekulare, linear gebaute, aber immer noch nicht eigentlich »eukolloide« Polykondensate zu erhalten, die aus ihrer Schmelze verspinnbar waren zu Fäden, die die vorher nur bei einzelnen sehr hochmolekularen Naturstoffen, nämlich Kautschuk und Balata, beobachtete Eigenschaft der Kaltreckbarkeit zeigten und sich nach dieser verfestigenden Reckung durch ihr Röntgenpunktdiagramm als typische Fasern auswiesen. Wie sich der Vorgang des Kaltreckens abspielt, zeigt das Bild Nr. 1. Man sieht, wie die Querschnittsminderung an einem bestimmten Punkt eintritt und sich von da aus fortsetzt, weil der molekulare Fließvorgang mit einer örtlichen Wärmeentwicklung verbunden ist.

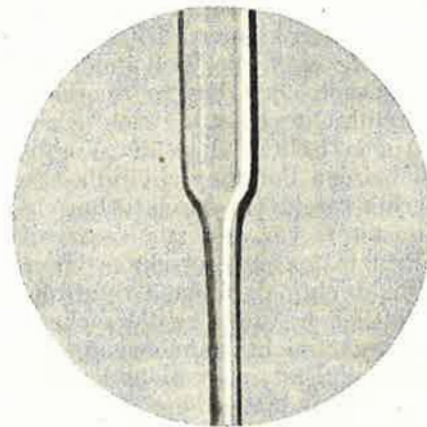


Bild. 1. Kaltreckphänomen bei Polyamiden.

Diese neuen, von Carothers als »Superpolyester« bezeichneten Stoffe zeigten indessen eine noch geringere Wärmebeständigkeit als die damals bekannten Polyvinylverbindungen. Ausserdem waren die Fäden ihrer Natur nach in alkalischem Medium ziemlich leicht verseifbar, und schliesslich lag auch die Festigkeit noch an der untersten Grenze des praktisch Diskutablen. Wenn man bedenkt, dass diese hochmolekularen Polyester nur durch eine komplizierte, damals neue Laboratoriumstechnik, durch

Hochvakuum-Kurzweg-Destillation, in kleinen Mengen zu erhalten waren, so kann man nachträglich begreifen, dass die ersten Publikationen aus den Carothers'schen Laboratorien durchaus nicht das verdiente Echo der industriellen Praktiker fanden. Und doch waren diese Arbeiten der Beginn einer Entwicklung, die heute in ihrer Geschlossenheit und Zielstrebigkeit imponierend ist, die, gemessen an den Schwierigkeiten, die zu überwinden waren, und am Erfolg, der erreicht wurde, wirklich als ein Abenteuer der Forschung (E. K. Bolton) bezeichnet werden kann.

Die Polyamidfasern, das schliessliche Ergebnis dieser Forschungsrichtung, sind die ersten durch chemische Synthese aus einfachen Bausteinen gewonnenen Faserstoffe, die ohne grundsätzliche Beschränkung auf dem gesamten Gebiet der Textilindustrie Verwendung finden können. Sie vereinigen in bisher unerreichter Weise sehr hohe Reissfestigkeit und Elastizität, grösste Haltbarkeit im Gebrauch mit leichter Färbbarkeit und völliger Kochbeständigkeit. Als nach vierjähriger Entwicklung die ersten Fäden unter dem Namen »Nylon« auf den Markt kamen, lag bereits etwas weitgehend Vollkommenes vor. Ein technischer Fortschritt war erzielt, wie er früher in der wechselvollen Geschichte der Kunstfaserindustrie nie in einem Zug hatte verwirklicht werden können. Durch ihren von Anfang an überzeugenden Erfolg sind die Polyamidfasern zum Schrittmacher der vollsynthetischen Fasern überhaupt geworden.

Um die hier vollbrachte Leistung richtig zu würdigen, muss man sich vor Augen halten, dass die Voraussetzungen ganz andere waren als bei den Polyvinylchloridfasern. Im Polyvinylchlorid lag immerhin bereits ein durch technische Synthese leicht zugänglicher Kunststoff vor, der zur Verarbeitung auf Fasern wenigstens im Prinzip geeignet erschien. Hier, bei den Polyamiden, waren nicht einmal billige Grundrohstoffe verfügbar, die einen wirtschaftlichen Anreiz zu Versuchen in Richtung auf eine damals noch gar nicht naheliegende Faserstoffsynthese hätten geben können. Erst recht nicht konnte man sich Ende der 20er Jahre vorstellen, dass es einmal gelingen sollte, auf dem Wege der Polykondensation Kunstfäden herzustellen, die bei verhältnismässig kurzer Kettenlänge die höchsten bei Naturfasern gemessenen Festigkeitswerte erreichen, ja noch übertreffen würden und dabei noch Gebrauchswerteigenschaften aufweisen sollten, die alles bisher Bekannte in den Schatten stellten. Schon der billige Preis der Cellulose, die damals kaum RM 300,../Tonne kostete, gegenüber einem vergleichbaren Preis von etwa RM 10 000,.. für die entsprechende Menge Adipinsäure, liess solche Versuche in praktischer Hinsicht fast aussichtslos erscheinen. Weil bei kritischer Betrachtung der dem Chemiker sich bietenden Möglichkeiten die Erfolgsaussichten nur gering

veranschlagt werden konnten, waren Versuche auf diesem Gebiet anfangs ausschliesslich an die Initiative und das persönliche Interesse einzelner Forschungschemiker gebunden.

Um die ungenügende Wärmestabilität seiner Superpolyesterfäden zu beheben, begann Carothers, einen Teil der Estergruppen durch Amidgruppen zu ersetzen, indem er Aminoverbindungen, wie Aminocaprinsäure, einkondensierte. Der Erfolg war ungenügend. Auch aus der ϵ -Aminocaprinsäure allein konnte er damals kein spinnbares Polyamid erhalten. Diese entmutigenden Misserfolge veranlassten ihn sogar, die Versuche abzugeben. In einem neuen Anlauf glückte es dann endlich 1934, durch Polykondensation der 9-Aminononansäure das Ziel zu erreichen. Der Erfolg trat hier ein, weil sich diese Aminosäure viel wirksamer reinigen liess als die leichtlösliche Aminocaprinsäure. Nun verlief die Reaktion auch ohne Anwendung des Hochvakuums ganz glatt. Der aus der Schmelze des Polyamids erhaltene Faden zeigte nach der Reckung eine Reissfestigkeit, die der des Vorbildes Naturseide nicht mehr nachstand. Heute ist klar, warum Carothers bei seinen vorausgehenden Versuchen mit Aminocaprinsäure keinen Erfolg haben konnte. Es war ihm eben nicht gelungen, die letzten, sehr störenden Verunreinigungen zu entfernen.

Was die industriellen Aussichten anfangs so beeinträchtigt hatte, die Notwendigkeit nämlich, nach ganz neuen, zum mindesten technisch ungewöhnlichen Ausgangsstoffen zu suchen, sollte jetzt nach Auffindung des ersten textil brauchbaren Fadens aus einem einheitlichen Polyamid ein Stimulans des Fortschrittes werden. Man erkannte nämlich, dass der Synthese von linear gebauten Spinnstoffen durch Polykondensation aus niedrigmolekularen, bifunktionellen Verbindungen eine fast unerschöpfliche Variationsbreite gegeben ist und dass sich solche Fadenmoleküle ganz systematisch nach bestimmtem Bauplan herstellen lassen. In der Folgezeit ist es möglich geworden, aus einem mit grossem Aufwand an Zeit und Mühe gesammelten, sehr umfangreichen Material grundlegende Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution, sterischem Bau und Gestalt der Kettenmoleküle einerseits und der Feinstruktur der orientierten Fäden andererseits aufzufinden und dann die Ergebnisse planmässig zu weiteren Synthesen zu nutzen, mit anderen Worten: Man konnte erstmalig künstliche Fasern mit mehr oder weniger vorausbestimmbaren Eigenschaften durch passende Wahl der Komponenten heranzüchten und dann versuchen, das laboratoriumsmässig gefundene Optimum mit den industriellen Möglichkeiten der Rohstoffherstellung und -weiterverarbeitung in Einklang zu bringen.

Ich darf als bekannt voraussetzen, dass das Prinzip der linearen Polykondensation darauf beruht, Moleküle von gestrecktem Bau mit zwei endständigen, reaktionsfähigen Gruppen entweder

mit sich selbst oder mit einer geeigneten, ebenfalls bifunktionalen Gegenkomponente zu verketten, bis die Molekülketten eine solche Durchschnittslänge erreicht haben, dass das Polymere sich nicht nur verformen, sondern als Faden sich durch Reckung orientieren und vergüten lässt. Das Fortschreiten dieser Molekülvergrößerung lässt sich durch Viskositätsbestimmung leicht kontrollieren.

Praktisch haben sich für die Polyamidchemie zwei Grundreaktionen als technisch wichtig und gleichberechtigt herausgestellt: Die Polykondensation von ω -Aminocarbonsäuren bzw. die zum gleichen Ergebnis führende Polymerisation der entsprechenden Lactame einerseits und die Polykondensation genau äquivalenter Mengen von Diaminen und Dicarbonsäuren andererseits.

Während Carothers, wie schon erwähnt, nach seinen vergeblichen Versuchen mit ϵ -Aminocapronsäure den entscheidenden Erfolg 1934 mit der Polykondensation der 9-Aminononansäure errungen hatte, entschloss sich die Firma Du Pont, der technischen Entwicklung doch das ein Jahr später gefundene Polyamid aus Hexamethyldiamin und Adipinsäure, das spätere Nylon 6—6, ein komplizierteres und schwieriger zu beherrschendes System, zu Grunde zu legen, weil bei dieser Kombination hervorragende Qualität der Fäden und günstige Rohstofflage zusammentrafen. Hexamethyldiamin und Adipinsäure waren aus Benzol bzw. Phenol über die Hydrierungsprodukte zugänglich, wenn auch die Verfahren zu ihrer technischen Herstellung erst noch ausgearbeitet werden mussten. An diesen technologischen Arbeiten war der Erfinder nur in der ersten Zeit noch beteiligt. Es war ihm nicht vergönnt, die Früchte seiner Erfindung zu ernten. Nach einem Nervenzusammenbruch schied er schon 1937 aus dem Leben, zwei Jahre nach der Auffindung des »Nylon«-Polyamids, zwei Jahre, bevor dieses Nylon mit dem Anlaufen der ersten Fabrik in Seaford Weltruhm erlangen sollte.

Die gleiche Grundbasis wie bei Du Pont wurde 1937 in Deutschland bei der I.G.-Farbenindustrie ins Auge gefasst, als man sich nach Bekanntwerden der ersten Carothers'schen Patente, aber noch ohne nähere Kenntnis der Pläne der Amerikaner, entschloss, Jahre vorher unterbrochene Polyamidarbeiten wieder aufzunehmen. Doch wählte man nicht das Stoffpaar Adipinsäure und Hexamethyldiamin, sondern die von den Amerikanern vernachlässigte ϵ -Aminocapronsäure als polyamidbildendes Ausgangsmaterial, dies, obwohl das Polyamid aus dieser Säure etwa 35° niedriger als Nylon schmilzt, nämlich bei 216°. Weil auch bei uns die Reinigung dieser Säure, die gewöhnlich aus dem Lactam durch Hydrolyse gewonnen wird, Schwierigkeiten bereitete, wurde ein Weg gesucht, sie in Form eines polykondensierbaren, wasserunlöslichen Derivates abzuscheiden. Dies gelang durch Umsetzen mit Chlorameisensäuremethylester

zur Urethylancapronsäure. Schon die rohe, aus dem Hydrolysat direkt isolierte Säure lieferte ohne weitere Reinigung beim Erhitzen unter Abspaltung von Methanol und Kohlendioxyd, vermutlich unter Zwischenbildung einer Isocyanatcarbonsäure, sogleich ein gut spinnbares Polyamid. Die Reaktion ist im Bild Nr. 2 wiedergegeben.

Polykondensation der Urethan-N- ϵ -Capronsäure

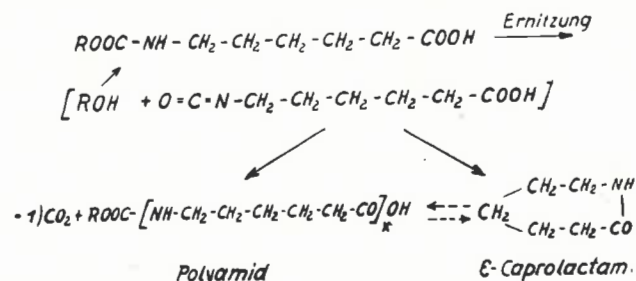


Bild. 2.

Das an sich recht brauchbare Verfahren krankte, von der Frage der Wirtschaftlichkeit abgesehen, nur daran, dass bei der Polykondensation ein nicht unerheblicher Teil des Ausgangsstoffes in Form von zurückgebildetem Caprolactam wieder abdestillierte. Die nähere Verfolgung dieser Reaktion zeigte, dass die Ausbeute an regeneriertem Caprolactam mit den Erhitzungsbedingungen wechselte. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass das durch Cyclisierung entstandene Lactam zum Teil wieder in Polyamid übergehe und dass es dann möglich sein müsse, Caprolactam direkt durch geeignete Katalysatoren in ein lineares Polyamid zu verwandeln, eine Reaktion, deren Durchführbarkeit Carothers ausdrücklich und mit theoretischer Begründung verneint hatte. Es war vielleicht unser Glück, dass wir diese ominöse Literaturstelle erst zu Gesicht bekamen, als die Richtigkeit unserer Überlegung durch den Erfolg bereits bestätigt war. Ende Januar 1938 stand die Polymerisierbarkeit von Caprolactam einwandfrei fest, und es war bald zu übersehen, dass dieses in der Durchführung überaus einfache Verfahren sich auch ohne zu grosse Schwierigkeiten ins Technische übertragen lassen würde. Deshalb bemühte man sich, nun schnellstens ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung von Caprolactam aus Cyclohexanon über die Beckmann'sche Umlagerung des Oxims auszuarbeiten. Bereits zum Jahreswechsel 1938/39 war die technische Durchführbarkeit des Verfahrens gesichert.

Es stellte sich heraus, dass das Lactamverfahren im Chemismus mit den Schutzrechten der Firma Du Pont nicht kollidierte; doch war dies später nicht weiter von Bedeutung. Inzwischen waren nämlich aussichtsreiche Verhandlungen mit Du Pont in Gang gekommen, so dass auch die Frage der Abhängigkeit von Schutzrechten für die Weiterverarbeitung nicht mehr entscheidend war. Nachdem ein Lizenzvertrag abgeschlossen war, der der I.G.-Farbenindustrie auch die Benutzung der Nylonpatente und der Du Pont-Erfahrungen in einem bestimmten Territorium gesichert hatte, blieb die I.G. nichtsdestoweniger dabei, »Perlon« (eingetragenes Warenzeichen) statt Nylon zu fabrizieren, denn es zeigte sich, dass, bezogen auf das knappe Ausgangsmaterial Phenol, die Polyamidausbeute beim deutschen Verfahren besser war und Caprolactam auch billiger einstand als das sogenannte Nylonsalz, das aus Methanol umkristallisiert werden muss, während beim Lactam die viel bequemere Destillation genügt. Ferner war die Beschaffung der technischen Einrichtungen für die Caprolactamherstellung leichter als der Bau von Fabrikationsanlagen für die zwei Komponenten des Nylonsalzes, besonders für die diffizile Herstellung des Hexamethyldiamins. Es sprachen noch andere Umstände zu Gunsten des Perlons. Das Schmelzspinnen von Nylon ist wegen der Zersetzlichkeit dieses Polyamids in der Schmelze schwierig und verlangt besondere Vorsichtsmassnahmen, auf die man bei Polycaprolactam bzw. Perlon verzichten kann. Die im Kondensationsgleichgewicht stehende Polycaprolactamschmelze ist so stabil, dass sie bei Sauerstoffabschluss tagelang auf 250° erhitzt werden kann, ohne dass eine Zersetzung oder auch nur eine Verfärbung eintritt. Diese ausserordentliche Beständigkeit ermöglicht im grossen die Durchführung der Lactampolymerisation im kontinuierlichen Fluss, ein Vorteil, der besonders bei Perlonstapelfaser grosstechnisch ausgenutzt wird, so dass hier mit verhältnismässig billigen, im Vergleich zu Nylonanlagen wesentlich einfacheren Durchflussapparaten unter Atmosphärendruck gearbeitet werden kann. Die ersten groben Perlonfäden sind Ende 1939 in den Handel gekommen. Ein Jahr später folgten feine Perlonfäden, für die eine nach dem Krieg demontierte Grossanlage, die erste ihrer Art in Europa, in Landsberg an der Warthe gebaut wurde. Das Direktspinnverfahren unmittelbar im Anschluss an die Polymerisation sollte in einer Grossanlage in Premnitz zur Anwendung kommen, wo zu Kriegsende eine auf 15 Tagestonnen ausgelegte Perlonfaserfabrik noch im Bau war.

Auf die gleichzeitige Entwicklung der Polyurethane der I.G., die weniger für Fasern, umsomehr aber für Kunststoffe von Wichtigkeit wurden, möchte ich an dieser Stelle nur hinweisen und damit meine Darstellung zunächst abschliessen.

Die wichtigsten Polyamidtypen und die chemischen Umsetzungen, die zu ihnen führen, sind im Bild 3 dargestellt.

Die wichtigsten Bildungsreaktionen der Polyamide.

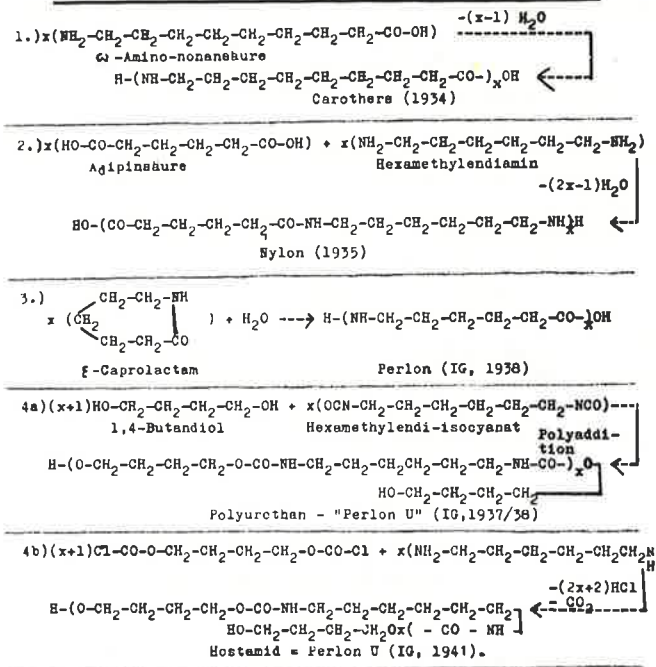


Bild. 3.

Sie sehen hier unter Nr. 1 die heute klassische Polykondensation der 9-Aminononansäure zu einem peptidartigen Linearpolyamid. Unter 2 ist die Kondensation von Hexamethyldiamin und Adipinsäure zu Nylon 6—6 formuliert. 3 gibt die Polymerisation von Caprolactam zu Perlon wieder. 4a veranschaulicht die in Leverkusen gefundene Polyaddition von Diisocyanaten an Glykole, hier von Hexamethyldiisocyanat an 1,4-Butanol, zu einem Polyurethan, das als »Perlon U« in Form von Borsten in den Handel kam. 4b zeigt schliesslich die Bildung desselben Produktes nach dem in Hoechst ausgearbeiteten sogenannten »Hostamidverfahren«, bei dem Bis-Chlorameisensäureester von Glykolen mit Diaminen polymerisiert werden. Wenn auch dieses letztere Verfahren keine grosse technische Bedeutung erlangt hat, so ist es doch für den Chemiker besonders bemerkenswert deshalb, weil die Polykondensation hier bei Raumtemperatur in wässriger Dispersion als Grenzflächenumsetzung unter den mil-

den Bedingungen der Schotten-Baumann'schen Reaktion vor sich geht, nichtsdestoweniger aber zu praktisch gleichen Kettenlängen führt wie die Hochtemperaturprozesse 4/1—4a.

Die auf diesem Bild wiedergegebenen Umsetzungen führen zu den Polyamidtypen, die für die Faserproduktion technisch bedeutungsvoll geworden sind. In den Laboratorien der Polyamidhersteller sind aber noch Hunderte anderer Kombinationen systematisch durchgeprüft worden. Dazu gehören nicht nur die zahlreichen Abwandlungen der bereits besprochenen Reaktionen unter Benutzung kettenhomologer oder substituierter Ausgangsstoffe, sondern auch andersartige, in der Tabelle nicht aufgeführte Verkettungsprodukte, wie Polyharnstoffe, Polythioharnstoffe, Polysulfonamide, Polycarbonsulfonamide und Polyhydrazide. Dabei wurden viele interessante Gesetzmässigkeiten gefunden, z.B. zeigte sich eine ähnliche Abhängigkeit der Schmelzpunkte von der Zahl der Kohlenstoffatome in den Kettengliedern, wie sie bei den höheren Fettsäuren schon seit langem bekannt ist. Die Kombinationen mit ungrader Kohlenstoffatomzahl schmelzen jeweils tiefer als die nächstniedrige mit gerader Kohlenstoffatomzahl (Bild 4).

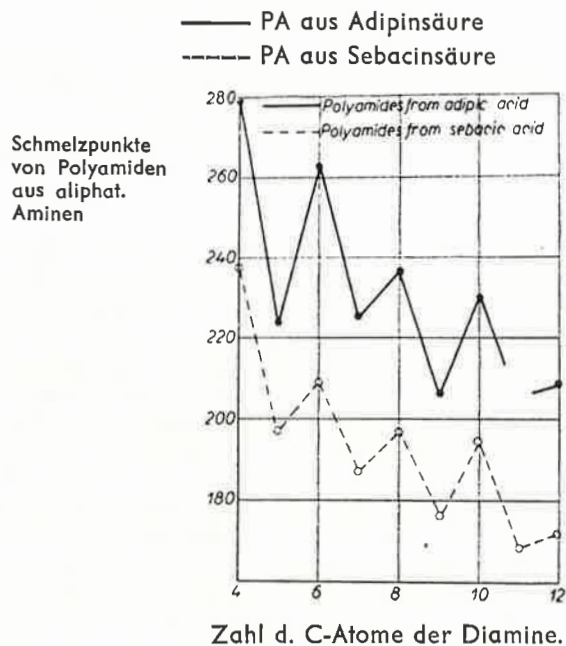
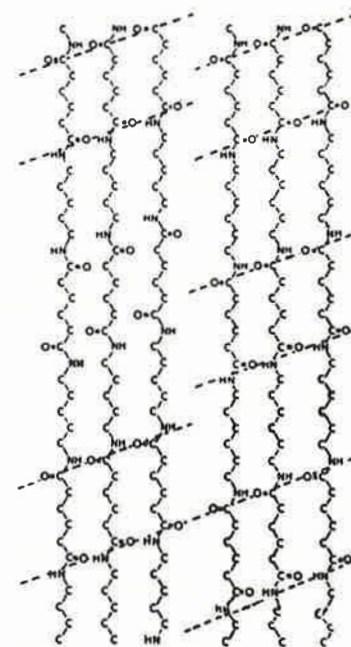


Bild. 4.

Wie die Einführung ungradzähliger Komponenten in Polyamide vom Nylontyp die Möglichkeit zur Ausbildung von Wasserstoffbrücken beeinträchtigt, ist aus dem Bild (5) zu sehen:



(a) Polyamid 56 (b) Polyamid 66
Wasserstoffbindungen in Polyamiden (11)

Bild. 5.

Besonders zu erwähnen sind hier auch die in sehr grosser Zahl hergestellten und durch bessere Löslichkeit ausgezeichneten Mischpolyamide, nach der englischen Bezeichnung Co-Polyamide, aus mindestens zwei für sich allein zur Polyamidbildung befähigten Komponenten oder Komponentenpaaren. Einige dieser Mischpolyamide gewannen praktische Bedeutung, allerdings mehr auf dem Kunststoffgebiet als im Fasersektor. Unter Benutzung von Erfahrungen und Erfindungen der I.G. stellt jetzt ein Werk in der russisch besetzten Zone Deutschlands unter der Bezeichnung »Trelon« eine Faser aus einem Mischpolyamid aus Nylonsalz und Caprolactam her. Der Lactamanteil liegt in der Grössenordnung von 10 %.

Ein anderes spinnbares Mischpolyamid wird erhalten durch Polykondensation von Caprolactam mit terephthalsäurem Hexa-

methylendiamin. Es zeichnet sich vor den handelsüblichen Polyamiden durch höhere Steifheit aus, wie überhaupt der Einbau flächig gestalteter Kettenglieder die Steifheit und Formbeständigkeit der Fasern in gewissen Grenzen verbessert.

Weitere interessante Polyamide sind in der nächsten Tabelle (Bild 6) zusammengestellt:

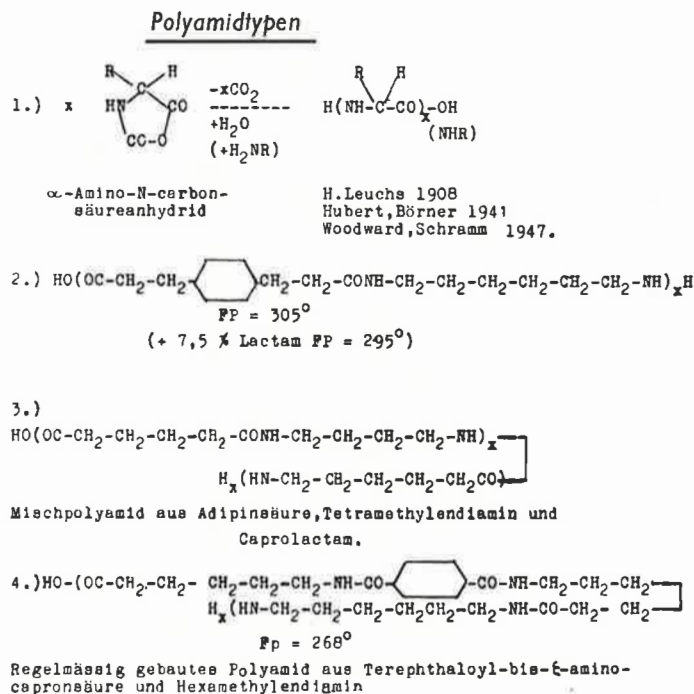


Bild 6.

Hier ist unter (1) die sogenannte »Leuchs'sche Reaktion« formuliert, die zu nicht schmelzbaren Polypeptiden aus α -Aminosäuren führt. Diese Reaktion ähnelt der Polymerisation von Caprolactam, ist aber nicht nur in der Kinetik, sondern auch formal eine Polykondensation, weil sie unter Kohlendioxydabspaltung verläuft. Ausgelöst wird das Kettenwachstum durch geringe Mengen derselben Substanzen, die man bei der Caprolactampolymerisation als Katalysatoren und Endgruppenbildner zusetzt, z.B. Wasser, Amine, Alkohole, Carbonsäuren, kurz: acylierende oder acylierbare Verbindungen. Diese Reaktion ist von uns schon vor den Versuchen mit Aminocapronsäure für die Fasersynthese in Betracht gezogen worden, doch kam man von dieser Richtung wieder ab, weil kaum damit zu rechnen war,

dass man mit den schmelzbaren Polyamiden konkurrenzfähige Produkte erhalten würde. Nach dem Krieg ist dieses Gebiet in England und Amerika mit einigem Erfolg wieder aufgenommen worden, allerdings ohne dass sich technische Konsequenzen ergeben hätten.

Die Formel (2) bezieht sich auf eine Kriegsentwicklung in Deutschland und zeigt ein besonders hochschmelzendes Polykondensat, das Polyamid der Phenylen-1,4-dipropionsäure und des Hexamethyldiamins, nach unseren Erfahrungen wohl das höchstschmelzende, noch gut verspinnbare Produkt. Praktisch war vorgesehen, diese Kondensation unter Zusatz von etwa 7 % Caprolactam durchzuführen, um im Interesse besserer Verarbeitung den zu hohen Schmelzpunkt etwa 10°, auf 295°, zu drücken. Der Bombenkrieg hat diese sehr interessante Entwicklung buchstäblich vernichtet.

(3) zeigt ein Mischpolyamid aus adipinsäurem Tetramethyldiamin und Caprolactam. Es ist dies das Polyamid mit der höchstmöglichen Zahl an Amidgruppen, das noch befriedigend aus der Schmelze spinnbar ist. Ausgezeichnet ist es durch ein Maximum an Wasseraufnahme, und wegen dieses Vorteils hat man es zur Herstellung von Bekleidungsfasern ernstlich in Betracht gezogen.

Schliesslich sehen Sie unter (4) noch die Reaktion zwischen Hexamethyldiamin und Terephthaloyl-bis-aminocapronsäure, einem Ausgangsstoff, der Amidgruppen bereits vorgebildet enthält. Kondensiert man dieses Salz vorsichtig, so erhält man ein Polymeres, das etwa bei 270° schmilzt, also noch höher als gewöhnliches Nylon. Praktisch ist das Produkt aber kaum verwertbar, weil in der Schmelze allmählich eine Umlagerung eintritt zu einem regellos aufgebautem Polyamid, das erheblich tiefer schmilzt und wesentlich thermoplastischer ist. Dieser Versuch ist besonders interessant, weil er beweist, dass in Schmelzen von Polyamiden und Polyamidmischungen ständig Aufbau- und Abbaureaktionen stattfinden, die, wenn man von symmetrisch konstituierten Mischpolyamiden, wie dem hier formulierten, ausgeht, schliesslich im Sinne der Entropie zu einem statistischen Gleichgewicht, zu maximaler Unordnung im Bau der Ketten führen.

Stellt man dem ausserordentlichen Arbeitsaufwand der Polyamidforschung mit ihrer Unzahl von Patenten und Patentanmeldungen die Tatsache gegenüber, dass praktisch doch nur ganz wenig Typen, vor allem Nylon 6—6 und Perlon bzw. dessen Analoge, fabriziert werden, so mag der Aussenstehende geneigt sein, das Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag unbefriedigend zu finden. Wenn man aber den unvermeidlichen Ballast abzieht, so zeigt sich, dass ein solches Urteil nicht gerechtfertigt wäre, selbst dann nicht, wenn die Polyamide als Fasern und

Kunststoffe die heutige wirtschaftliche Bedeutung nicht erlangt hätten. Die Systematik und Gründlichkeit, mit der im wesentlichen in der kurzen Frist von etwa 10 Jahren, davon 5 Kriegsjahren, das Gebiet durchgearbeitet wurde, hat ein ausserordentlich solides und tragfähiges Fundament an Kenntnissen und Erfahrungen geliefert, das für die Weiterentwicklung der gesamten Kunststoffchemie grosse theoretische und praktische Bedeutung erlangt hat, ganz besonders für verwandte Gebiete, so für die heute so aktuellen der linearen und der vernetzten Polyester. Ich brauche hier bei den Fasern nur zu erinnern an »Terylene«, auf dem Kunststoffgebiet an die ständig an Bedeutung zunehmenden Polyesteramidschaumstoffe.

Das charakteristische Bauelement der Polyamidfaser ist die Carbonamidgruppe mit ihrer starken Polarität und der Möglichkeit der Bildung von Wasserstoffbrücken, auf deren Bedeutung für die Polyamidfasern zuerst Brill aufmerksam gemacht hat. Die hohe Mol-Kohäsion der Carbonamidgruppe und die Häufung dieser Gruppen in regelmässigen Abständen führt, soweit keine sterische Hinderung vorliegt, in orientierten Fasern oder Folien zur Ausbildung von Netz- oder Roststrukturen, die ganz wesentlich zur Gebrauchstüchtigkeit beitragen. Diese Querverfestigung kann je nach der molekularen Konstellation in der Intensität sehr verschieden sein. Dies soll am folgenden Bild (7) erläutert werden:

Wasserstoffbindungen bei Polyamiden. (I).

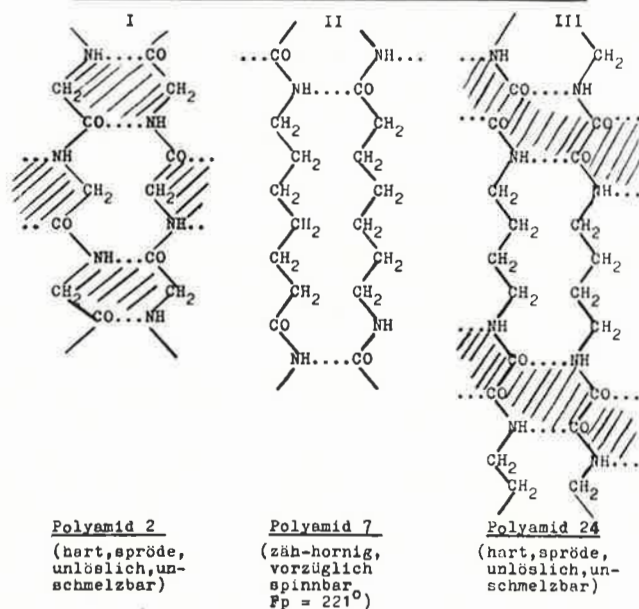


Bild 7.

Sie sehen hier zur Linken das idealisierte Flächennetz von orientiertem Polyamid-2, dem Polypeptid der α -Aminoessigsäure. Hier läge im kristallisierten und orientiertem Zustand eine ungewöhnlich starke Vernetzung durch Wasserstoffbrücken unter Ausbildung von Pseudo-Diketopiperazinstrukturen vor, die dem ganzen Gefüge geradezu die Starrheit eines keramischen Körpers geben muss. Dementsprechend ist ein solches Polyamid ausserordentlich hart, praktisch unlöslich in Lösungsmitteln und un-schmelzbar, für die Faserherstellung also nicht geeignet. Wenn es trotzdem möglich war, dieses Polyanhydroglykokoll mit ausreichender Kettenlänge herzustellen, es zu verspinnen und die Fäden zu recken, so müsste man eine im Elastizitätsmodul weit über der Naturseide liegende Faser erhalten, nachdem im Seidenfibroin die Starrheit der Fasersubstanz durch die alternierende Folge von Glykokoll- und mehr Raum beanspruchenden Alaninresten in den Ketten gemildert ist. Das Bild in der Mitte zeigt das Polyamid der 7-Aminoheptansäure, des nächsthöheren Homologen des Polycaprolactams. Hier haben ebenso wie bei (I) im idealen Grenzfall sämtliche Amidgruppen die Möglichkeit, über Wasserstoffbrücken in Beziehung zu treten, allerdings ohne dass Ringstrukturen der erwähnten Art entstehen können. Das System ist ausserdem noch durch Kettenstücke von je 6 Methylengruppen, die man mit Spiralfedern vergleichen kann, so aufgelockert, dass die Substanz unzerstört bei 223° schmilzt und sich vorzüglich zu orientierbaren Fäden verspinnen lässt.

Figur (III) zeigt einen interessanten Sonderfall, ein Polyoxamid. Wieder sehen Sie wie bei (I) und (II) eine — natürlich nur im Grenzfall — vollkommene Vernetzung über Wasserstoffbrücken.

Hier können infolge der Natur der Oxalsäure als Doppelcarboxyl wie bei (I) wieder Pseudo-Diketopiperazinstrukturen entstehen, und es resultiert ein Gefüge ähnlicher Starrheit wie bei (I). Auch dieses Polyamid ist deshalb nicht spinnbar. Wenn man aber statt des hier benutzten Tetramethyldiamins mit seinen nur vier Kohlenstoffatomen ein Diamin mit wesentlich längerer Kohlenstoffkette verwendet, z.B. Dekamethyldiamin oder noch besser ein durch Ätherbrücken in der Polymethylenkette unterbrochenes Polymethyldiamin, wobei im letzteren Fall der abweichende Valenzwinkel der Äthergruppe zusätzlich strukturauflockernd wirkt, dann tritt auch hier Spinnbarkeit auf. Charakteristisch bleibt aber infolge der starken, durch Schraffierung angezeigten Vernetzung die trotz der Hydrophilie der Äthergruppe ungewöhnlich geringe Wasseraufnahme, ähnlich wie man sie übrigens auch bei Polyurethanen findet. Ersetzt man die Oxalsäure durch Adipinsäure, so bekommt man als Folge dieser Änderung Polyamide, in denen sich die hydrophilen Ätherbrücken so stark auswirken, dass die Fäden schon in

kochendem Wasser verquellen und schmelzen. Man sieht also, dass durch Einführung von vier an sich zweifellos hydrophoben Methylengruppen nicht, wie man vielleicht meinen könnte, eine weitere Minderung der Hydrophilie, sondern im Gegenteil eine extreme Steigerung der Wasserempfindlichkeit bewirkt wird. Die Erklärung dieses scheinbaren Widerspruches ist aus den gezeigten Strukturbildern abzulesen. Zum letzten Foto ist noch zu bemerken, dass die unter den Figuren angegebenen Zahlen sich auf eine von Du Pont eingeführte und später allgemein angenommene Nomenklatur beziehen. Die Ziffern bedeuten die Anzahl der Kohlenstoffatome in den Kettengliedern, wobei in den Kombinationen aus Diaminen und Dicarbonsäuren die Diaminkomponente jeweils vor der Dicarbonsäurekomponente rangiert. In Figur (III) ist übrigens ein Druckfehler richtig zu stellen. Im Sinne der gegebenen Definition muss es heißen »Polyamid 4—2«, nicht »Polyamid 2—4«.

Im grossen und ganzen kann man für die aus dem Schmelzfluss spinnbaren Produkte sagen: Je kürzer die Polymethylenkette zwischen den Amidgruppen, je mehr Amidgruppen und je mehr Wasserstoffbrücken vorhanden sind, desto günstiger auch die Fasereigenschaften in Bezug auf voluminösen Griff und elastische Rückfederung, die der Textilfachmann als »Bauschelastizität« bezeichnet. Von diesem Standpunkt aus gesehen, sollte das Polyamid 4—6 aus Tetramethyldiamin und Adipinsäure mit seinem Schmelzpunkt von 278° das Optimum in der rein aliphatischen Reihe sein. Aber leider lässt sich diese Kombination wegen der thermischen Unbeständigkeit des Polyamids technisch nicht beherrschen. Schon im Nylon 6—6 neigt der Rest der Adipinsäure in der Hitze zur Cyclisierung unter Bildung von Cyclopentanon und Kohlendioxyd, eine Zersetzung, die die Verarbeitung empfindlich erschwert und bestimmte Massnahmen erfordert, die bei dem thermisch beständigen Perlon nicht erforderlich sind. Bei weiterem Ansteigen des Schmelzpunktes tritt diese unerwünschte Spaltung wegen der notwendigen höheren Verarbeitungstemperaturen noch stärker in Erscheinung. Hier kommt noch die Tendenz des Tetramethyldiaminrestes hinzu, bei dieser Verkrackung Pyrrolidin zu bilden. Der Polyamidfachmann muss also beim Aufbau der für das Schmelzspinnen bestimmten Produkte nach Möglichkeit solche Kombinationen vermeiden, die zu Nebenreaktionen unter Ringbildung Veranlassung geben könnten. Deshalb scheidet noch kürzere Diamine als Tetramethyldiamin von vornherein aus.

Übrigens deckt sich das eben abgeleitete Optimum der, wenn ich so sagen darf, ästhetischen Fasereigenschaften (speziell der Bauschigkeit) keineswegs mit dem Maximum an Verschleissfestigkeit, die gewöhnlich als Gebrauchswert bezeichnet wird. Hier gibt es bei symmetrischem Bau des Kettenmoleküls auch

ein Zuviel an Amidgruppen und damit eine zu starke Verstrammung des Materials durch Wasserstoffbrücken. Schon der Vergleich Perlon/Nylon gibt Hinweise in dieser Richtung. Wie Bild (8) zeigt, könnten bei Nylon bei völliger Parallelorientierung der Ketten alle Amidgruppen ohne Schwierigkeit miteinander in Beziehung treten, ein Fall, der praktisch allerdings nicht zu verwirklichen ist. Dagegen sieht man, dass bei Perlon, wenn die benachbarten Ketten gleichlaufend gerichtet sind, im Falle des Bildes also bei beiden Ketten die NH-Gruppen oben sitzen, nur jede zweite Amidgruppe Wasserstoffbrücken ausbilden kann, während, wie bei Nylon, sämtliche Amidgruppen in Reaktion treten könnten, wenn die benachbarten Ketten in beiden Richtungen alternierend angeordnet wären.

Vernetzung in Polyamiden durch Wasserstoffbrücken

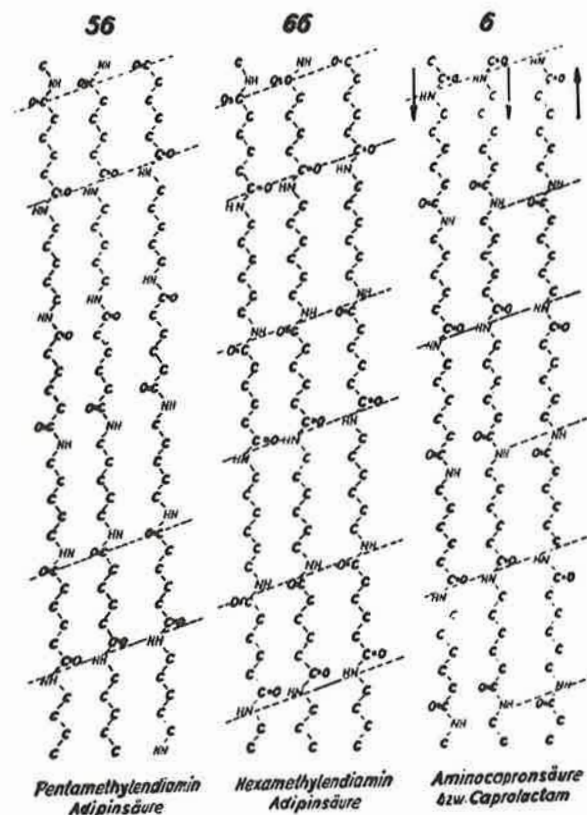


Bild 8.

Wasserstoffbindungen in Perlon.

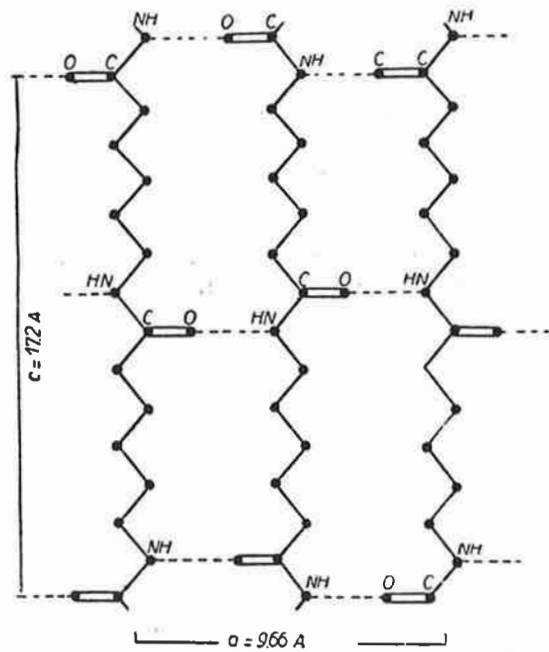
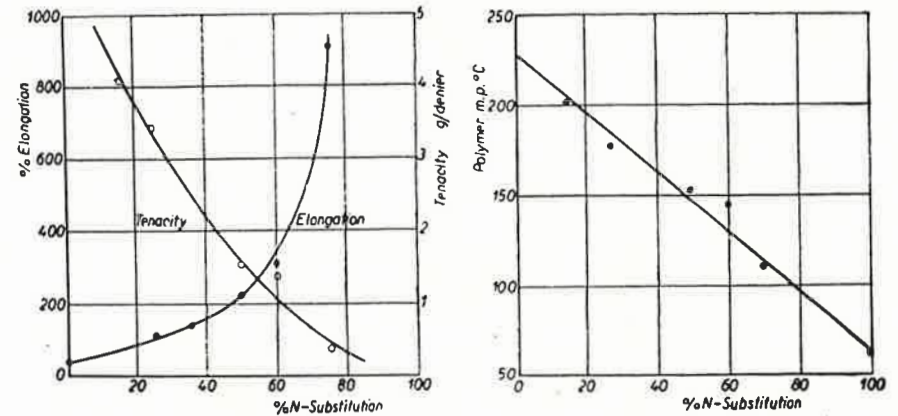


Bild 9.

Tatsächlich scheint nach der Deutung des Röntgenbildes durch Brill die letzte Anordnung bei höherer Temperatur aus energetischen Gründen bevorzugt zu sein (Bild 9), und es wird mit diesen Verhältnissen zusammenhängen, wenn man beim Tempern von Perlon, einem Vorgang, der für die Herstellung von Reifencordseide von Bedeutung ist, stärkere Effekte beobachtet, als wenn Nylon 6—6 in gleicher Weise behandelt wird. De facto zeigt die textile Prüfung, dass Polycaprolactamfäden etwas zäher und weniger spröde sind als Nylonfäden. Diese Unterschiede sind aber nur relativ und zahlenmässig gering, selbstverständlich ist Nylon keineswegs als spröde zu bezeichnen.

Wie sehr Zahl und Regelmässigkeit der Wasserstoffbindungen die typischen Eigenschaften der Polyamide bestimmen, wird besonders deutlich an Bild (10) dass den Einfluss von Substituenten am Stickstoff auf die Eigenschaften darstellt. Durch zunehmenden Ersatz des Iminwasserstoffs durch Methyl- oder auch Oxymethylgruppen, die durch



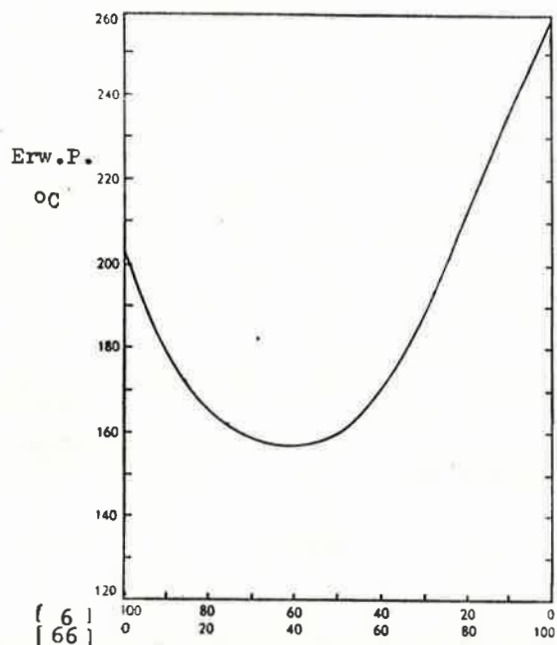
Effect of N-alkylation on tenacity and elongation of 610 polyamide

Effect of N-alkylation on melting point of 610 polyamide

Bild 10.

Behandlung mit Formaldehyd eingeführt werden können, geht der zäh-elastische Charakter der Faserpolyamide allmählich verloren. Man erhält schliesslich Produkte, die geradezu kautschukartige Weichheit und Elastizität aufweisen. Ähnlich, jedoch nicht so stark, ist die Wirkung unregelmässiger Abstände der Amidgruppen längs der Kette. Wenn aber hier seitliche Substituenten, z.B. Methylgruppen oder, in der Wirkung noch stärker, höhere Alkyle hinzukommen, so gelangt man ebenfalls rasch über einen typisch thermoplastischen Bereich in das Gebiet der Kautschukelastizität. Da diese an die freie Drehbarkeit der Kettenglieder gebunden ist, so kann den beschriebenen Einflüssen entgegen gewirkt werden, wenn man Komponenten mit starren, ringförmigen, aber symmetrisch angeordneten Zwischengliedern einfügt, etwa dadurch, dass man die Adipinsäure durch Terephthalsäure ersetzt. Diese Säure ist übrigens noch insofern bemerkenswert, als sie wegen des ungefähr gleichen Abstandes der Carboxylgruppen wie in Adipinsäure in gewissem Umfang mit Polykondensaten der letzteren isomorphe Mischpolyamide liefert. Wie stark in der Regel die Mischpolykondensation Schmelzpunkt und thermoplastische Eigenschaften ändert, möge am Beispiel der Mischpolyamide aus adipinsäurem Hexamethylen-diamin und Caprolactam gezeigt werden (Bild 11).

Das frühere Igamid 6a ist ein technisch wichtiges Produkt dieser Reihe. Wie bei grösseren Längendifferenzen zwischen den einzelnen Komponenten eines Mischpolyamids typische scharfe



Zusammensetzung in %
Einfluss der Zusammensetzung auf den Erweichungspunkt von Mischpolyamiden aus Aminocaprinsäure und adipinsäurem Hexamethyldiamin.

Bild 11.

Schmelzpunktminima auftreten, sehen Sie aus dem Vergleich der Mischpolyamide aus adipinsäurem Hexamethyldiamin und terephthalsäurem Hexamethyldiamin einerseits (Bild 12, obere Kurve)

und aus dem Schmelzkurvenbild der Mischpolyamide aus terephthalsäurem Hexamethyldiamin und sebacinsäurem Hexamethyldiamin (untere, mit Kreuzen unterbrochene Kurve) (nach Versuchen von O. B. Edgar und R. Hill). Dass auch die Art und Grösse (Raumerfüllung) der Substituenten die Eigenschaften weitgehend beeinflusst, ist schon angedeutet worden. So sind z.B. Polyamide aus symmetrisch durch Butylgruppen an beiden Stickstoffatomen alkylierten Diaminen, die überhaupt keine Wasserstoffbrücken bilden können und bei denen ausserdem der Ausgleich der Polarität noch sterisch behindert ist, bei Raumtemperatur nur noch unterkühlte Schmelzen und haben den Charakter von Weichharzen oder Balsamen.

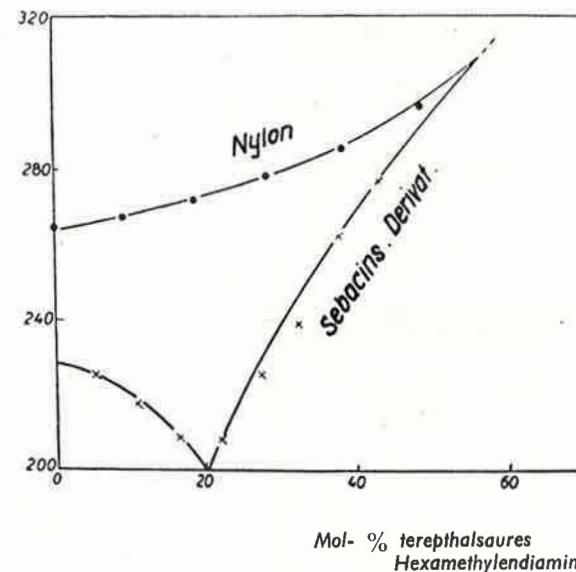


Bild 12.

Man kann also in der Reihe der technisch zugänglichen Polyamide sämtliche bei linearen Kunststoffen auftretende physikalische Zustände verwirklichen, von der fast porzellanartigen Härte der Polyamide der Terephthalsäure über die hornartige Beschaffenheit der typischen Faserpolyamide vom Nylon- und Perlontyp, der kautschukartigen Hochelastizität bis zu der weichplastischen Beschaffenheit der zuletzt erwähnten balsamartigen Produkte.

Wie derartige Unterschiede der Eigenschaften die Anwendungsgebiete der Kunststoffe bestimmen, möge am folgenden, von Swallow aufgestellten Schema gezeigt werden (Bild 13).

Um einem möglichen Einwand zu begegnen, muss ich erwähnen, dass in einem Spezialfall auch Polyamide oder Polyurethane, die keine Wasserstoffbrücken bilden können, brauchbare Fäden liefern. Es sind dies die Polykondensate des Piperazins. Trotz des Fehlens von beweglichem Wasserstoff zeigen die Fäden recht gute mechanische Eigenschaften. Die Ursache ist in der Starrheit und Symmetrie der Kettenglieder zu suchen, d.h. es liegen hier ähnliche Verhältnisse vor wie bei den hochschmelzenden Polyestern vom Terylenetyp, deren Steifigkeit und hoher Schmelzpunkt mit der sperrigen Flächenstruktur des symmetrisch eingebauten Terephthalsäure-Restes zusammenhängt. Die

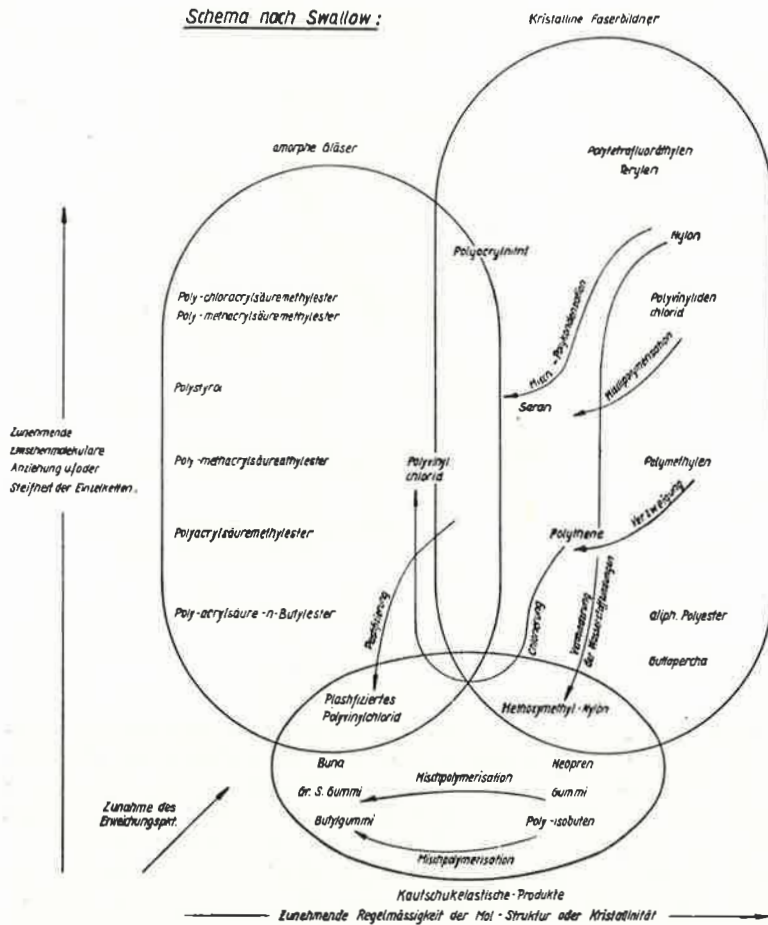
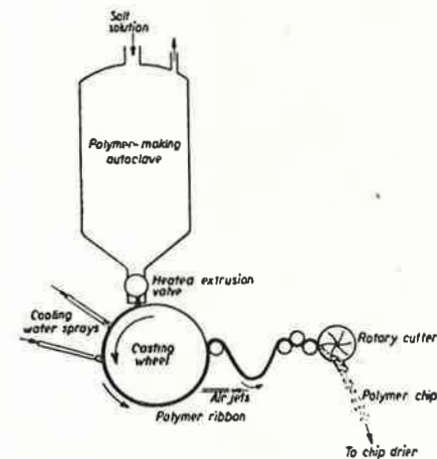


Bild 13.

Parallele geht noch weiter: Beide Polymere ohne Wasserstoffbrücken sind bei höherer Temperatur thermoplastischer als vergleichbare Polyamide vom Nylontyp, deren verhältnismässig scharfer Schmelzpunkt die Stabilität der Wasserstoffbrücken noch bei hoher Temperatur erkennen lässt.

Ich muss es mir versagen, die reizvolle und mannigfaltige Chemie der Polyamid-Zwischenprodukte besonders zu behandeln. Auch auf die technische Fabrikation der Polyamide und ihre Verarbeitung auf Fasern kann ich nur verhältnismässig kurz eingehen. Um Nylon herzustellen, geht man aus von einer wässrigen Lösung von reinem Salz aus Adipinsäure und Hexa-

methyldiamin, dem sogenannten Nylonsalz, erhitzt diese Lösung in einem Autoklaven erst auf 220°, wobei die Masse — und das ist wesentlich — durch den Wassergehalt homogen bleibt. Man lässt nun den Druck allmählich ab unter gleichzeitiger Steigerung der Temperatur auf 280°. Durch Zusatz einer bestimmten Menge eines monofunktionellen Amidbildners, gewöhnlich einer Carbonsäure, erreicht man eine Begrenzung des Kettenwachstums durch Endgruppenbildung. Sobald nach Entfernung des Reaktionswassers Gleichgewicht erreicht ist, die Viskosität einige Zeit lang konstant bleibt, wird die Schmelze durch eine Schlitzdüse in Bandform ausgepresst. Nach Erstarrung durch Leitung über eine Kühlwalze wird dieses Band zu kleinen Schnitzel zerkleinert. Nach Trocknung in hohem Vakuum sind diese für das Schmelzspinnen, speziell für das Rostspinnen, auf das ich nachher noch zu sprechen komme, direkt verwendbar (Bild 14).



1. Extrusion and cutting of nylon polymer (diagrammatic)

Bild 14.

Bei Caprolactam kann man ebenso verfahren. Doch ist die Benutzung von Autoklaven keineswegs notwendig, denn es besteht hier nicht, wie beim Nylonsalz die Gefahr von Ausscheidungen während der Reaktion. Deshalb ist es auch nicht erforderlich, mit grösseren Mengen Wasser zu arbeiten. Man braucht davon nur eine geringe Menge um die Reaktion durch Keimbildung (durch partielle Hydrolyse des Lactams zu Aminocapronsäure) in Gang zu bringen. Praktisch polymerisiert man am einfachsten kontinuierlich bei Atomsphärendruck in vertikalen lan-

gen Rohren, die aber zur Verkürzung auch U-förmig gestaltet sein können (Bild 15)

Nylon-Rostspinnverfahren Perlon-Direktspinnverfahren

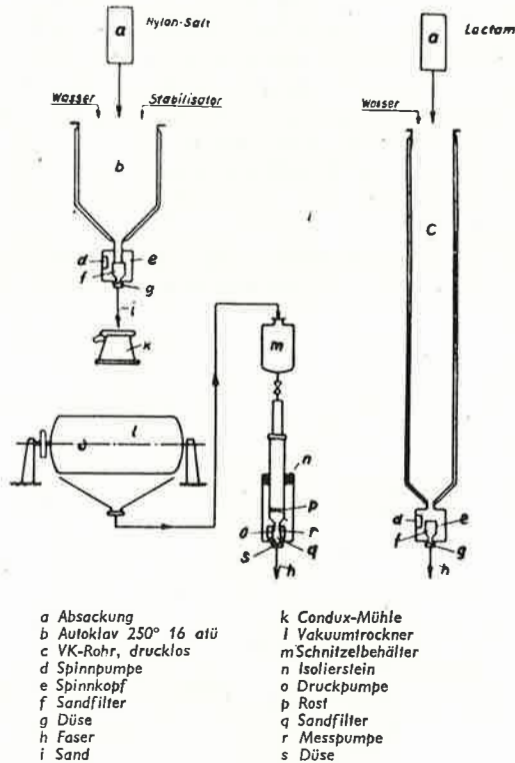


Bild 15.

Diesen Reaktionsrohren wird das geschmolzene, wenig Wasser und gegebenenfalls Stabilisator enthaltende Lactam fortlaufend zugeführt. Nach einer Verweilzeit von etwa 24 Stunden bei 260° wird die Schmelze in Form dicker Drähte in Wasser ausgepresst und das erstarrte Material gleich anschliessend zerkleinert. Die Schnittel müssen dann — und das ist eine Komplikation gegenüber Nylon — in einem Extraktionsapparat von monomeren und oligomeren Anteilen, vor allem cyclischen Di- und Trimeren befreit werden. Diese Stoffe lassen sich aber aus dem wässrigen Extrakt zurückgewinnen und können dann im Interesse der Ökonomie in den Prozess wieder eingeführt werden. Anschliessend trocknet man für das Rostspinnverfahren in gleicher Weise wie bei Nylon.

Stapelfasern, Grobfäden für Cords und Seile, ferner Drähte bzw. Borsten werden beim Caprolactam-Verfahren nicht über Schnittel hergestellt, gegenüber der Nylon 6—6 Verarbeitung ein wichtiger Vorteil, der durch Kombination der kontinuierlichen Polymerisation mit dem Spinnen voll ausgenutzt wird. Die Spinnaggregate befinden sich dann unmittelbar unter den Polymerisationsrohren.

Für das Verspinnen sind im praktischen Betrieb drei Verfahren angewendet worden:

1. Das von Du Pont vom Glasspinnen hergeleitete Schnittel-Rostspinnverfahren (Bilder 16 und 17).

Du Pont - Spinnverfahren

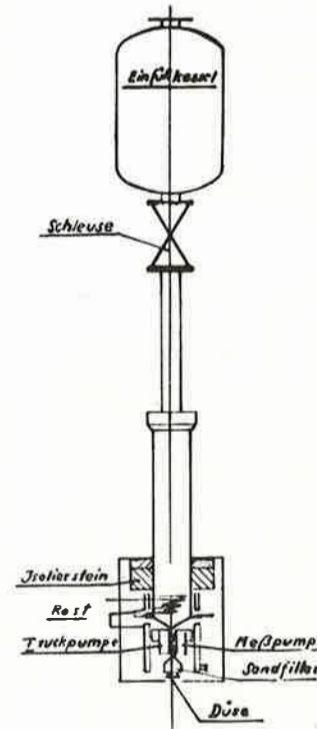


Bild 16.

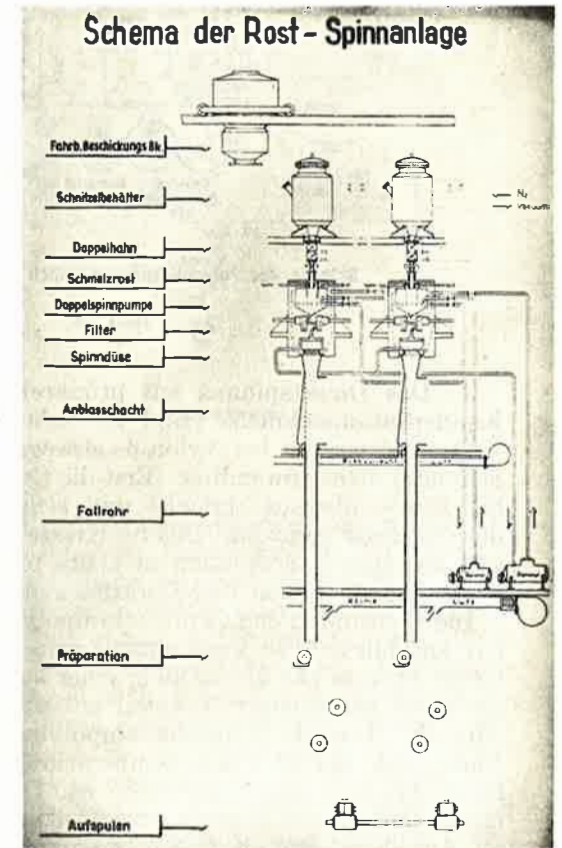
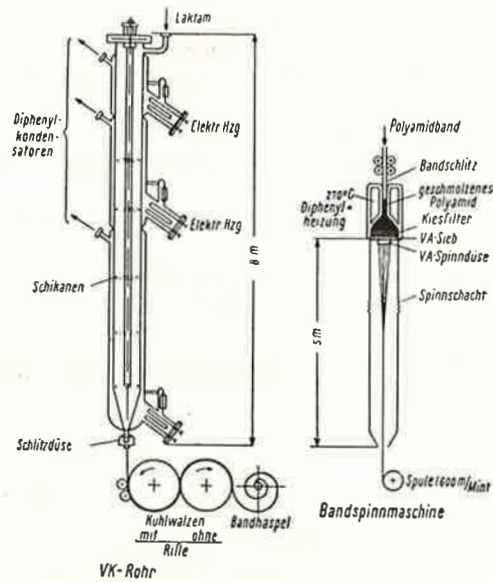


Bild 17.

2. Das aus dem ebenfalls der Glasfaserindustrie entlehnten Stabspinnen entwickelte Bandspinnverfahren (Bild 18) der IG-Farbenindustrie und schliesslich



Schema der Polyamidspinnerei nach der Bandmethode

Bild 18.

3. Das Direktspinnen aus primärer Polymerisations- bzw. Kondensationschmelze (Bild 15, siehe Seite 24, rechts).

Das Letztere ist bei Nylon 6-6 wegen der Zersetzlichkeit der Schmelze nicht anwendbar. Erst die Caprolactampolymerisation hat dieses überaus einfache und sichere Verfahren technisch durchführbar gemacht. Das im Kriege benutzte an und für sich sehr elegante Bandspinnen ist heute praktisch aufgegeben, weil es für feinste Fäden nicht präzise genug arbeitet.

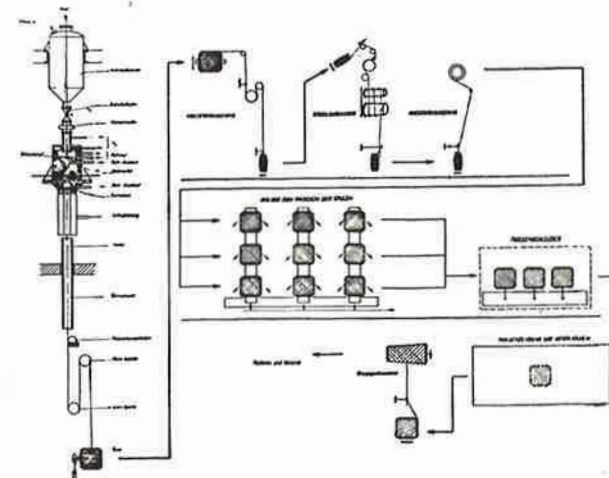
Die kontinuierliche Caprolactampolymerisation mit unmittelbarer anschließender Verspinnung wäre verfahrenstechnisch der ideale Prozess zur Herstellung einer synthetischen Faser, wenn ihr nicht ein einziger Nachteil anhaften würde, der Umstand nämlich, dass die Caprolactampolymerisation nicht ganz zu Ende geht und zu einem temperaturabhängigen Gleichgewicht führt, bei dem zusammen noch ca. 11 % an cyclischen Oligomeren und an Monomerem übrigbleiben. Diese niedermolekularen Anteile müssen aber beim Direktspinnverfahren nachträglich aus Fasern und Fäden durch Auswaschen entfernt werden.

Diese Besonderheit gilt jedoch nur für Polycaprolactam und nicht für Lactampolymerisate schlechthin. Wenn man nämlich im ε-Caprolactam den Ring um eine Methylengruppe erweitert zum Lactam der ζ-Aminoönanthsäure dem Ausgangsmaterial des

bereits erwähnten Polyamid 7, so läuft die Reaktion praktisch ohne Monomerenrückstand ab. Es hat deshalb schon im Kriege nicht an Versuchen gefehlt, auch für dieses Lactam ein technisches Herstellungsverfahren zu finden. Leider hat sich bisher noch kein wirtschaftlicher Weg gezeigt.

Nur der Anschaulichkeit wegen sollen einige Bilder aus der Fabrikation eingeschaltet werden.

Das erste Bild (19)



Fließbild der Perlon-Seide-Herstellung.

Bild 19.

zeigt ein Fließschema der Perlonfädenherstellung nach dem Rostspinnverfahren. Sie erkennen links oben den Behälter für die Aufnahme der Polyamidschnitzel, oberhalb des Spinnkopfes mit dem Schmelzrost und den darunter montierten Präzisionspumpen, die die Spinnmasse unter erheblichem Druck durch eine Düsenplatte aus Edelstahl auspressen. Der Spinnfaden wird dann mit sehr hoher Geschwindigkeit auf Spulen gewickelt. Das noch nicht durch Reckung orientierte Fadenmaterial bekommt dann in einem zweiten Arbeitsgang eine geringe Schutzdrehung, dann wird es zwischen mit verschiedener Umfangsgeschwindigkeit sich drehenden Rollen verstreckt und schliesslich in der auch bei anderen Kunstfäden üblichen Weise gezwirnt. Die dabei anfallenden Wickel werden durch einen Wasch- und Fixierprozess von den Niedrigpolymeren befreit, stabilisiert, getrocknet und schliesslich noch auf Verkaufsspulen umgewickelt.

Das nächste Bild (20)

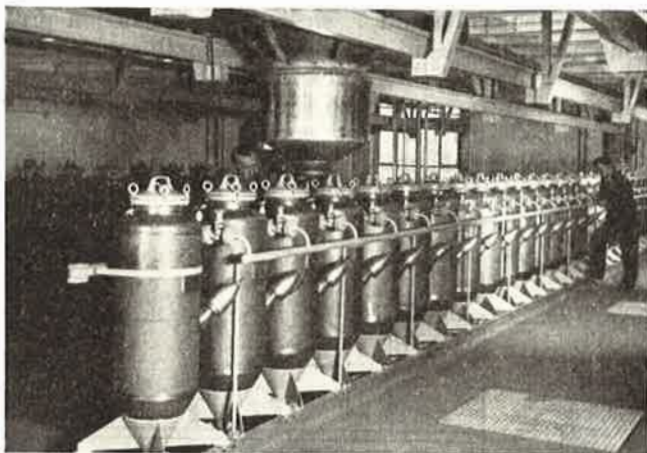


Bild 20.

zeigt im einzelnen die Batterie der Schnitzelbehälter in einer Perlonspinnerei oberhalb der Spinnköpfe, die im nächstunteren Stockwerk bedient werden.

Die Reihe der Spinnköpfe mit ihren Antrieben für die Spinnpumpen sehen Sie im nächsten Bild (21)

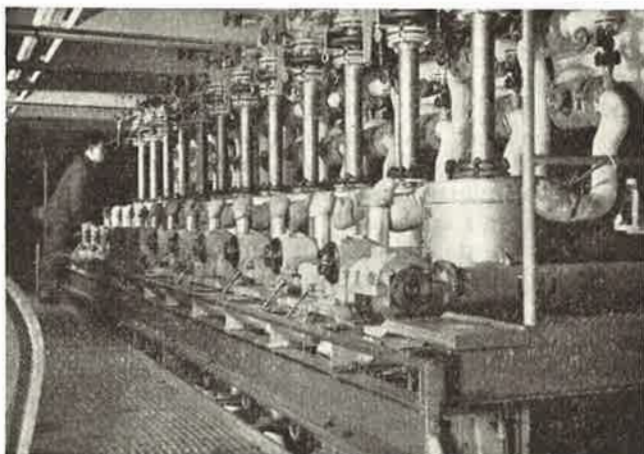


Bild 21.

Es folgt nun die Ansicht einer Spinndüse, (Bild 22)



Bild 22.

aus der ein starkes Fadenbündel nach unten abgezogen wird zu den im nächsten Foto (23) dargestellten Abzugswalzen und den unter diesen rotierenden Spinnspulen.

Für die weitere textile Aufarbeitung werden, von den Streckmaschinen abgesehen, Maschinen üblicher Bauart verwendet (Bild 24).

Dass der ganze Fabrikationsprozess sehr genau geregelt und kontrolliert werden muss, versteht sich bei einem so feinen und hochwertigen Erzeugnis von selbst. Einen Begriff, welches umfangreiche Kontroll- und Regeleinrichtungen hier notwendig sind, soll Ihnen das nächste Bild geben.

Schliesslich zeige ich Ihnen noch das typische äussere Bild einer Perlonspinnerei: Die Fabrik der Farbwerke Hoechst AG in Bobingen. Im Vordergrund sehen Sie einen Hochbau, in dem, wie üblich, die Polyamidherstellung und die Verspinnung untergebracht sind, diesem schliessen sich niedrige, ausgedehnte Gebäude an, in denen die im Flächenbedarf wesentlich anspruchsvolleren textilen Aufarbeitungsbetriebe untergebracht sind. (Bild 25).



Bild 23.

Es ist nicht meine Absicht die textile Auf- und Weiterverarbeitung im einzelnen zu besprechen, obwohl hier sehr interessante Probleme vorliegen. Betont sei nur einmal mehr, dass die Polyamidfasern die ersten vollsynthetischen Faserstoffe gewesen sind, die zufolge ihrer ausgeglichenen Eigenschaften praktisch auf dem ganzen Gebiet der Textilindustrie einsatzfähig waren. Natürlich sind in der Praxis trotzdem bestimmte Anwendungen bevorzugt, teils weil der relativ hohe Preis andere sonst durchaus mögliche und naheliegende Verarbeitungen zur Zeit ausschliesst, teils weil die wertvollen Eigenschaften der Polyamidfasern nicht richtig zur Geltung kommen. Zuerst wurden die Polyamidfäden auf einem Gebiet eingesetzt, wo in gleichem Mass hohe Elastizität, Gebrauchstüchtigkeit vor allem Scheuerfestigkeit, und dazu ästhetischer Wert entscheidend sind, nämlich dem der Damenstrümpfe. Später folgten im textilen Sektor Unterwäsche und Damenkleiderstoffe, wobei Viskosekunstseide (Reyon), aber auch Acetatkunstseide schwere Markteinbussen hinnehmen mussten. Gleichwohl muss man zugeben, dass in Bezug auf Griff, Faltenwurf und Formbeständigkeit, die Poly-

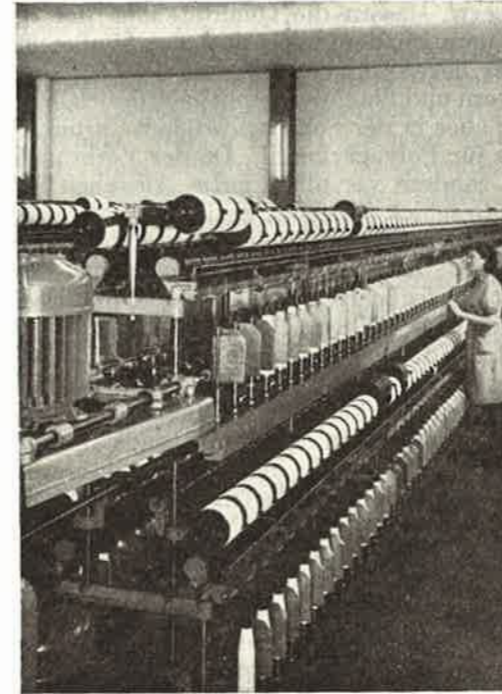


Bild 24.



Bild 25.

amidfäden bzw. -fasern die Qualitätshöhe der besten Naturerzeugnisse, nämlich der Seide und der Wolle noch nicht erreichen. Hier liegen andere vollsynthetische Fasern, die Polyacrylnitrilfasern und die Polyterephthalatfasern, etwas günstiger, stehen dafür aber in der Scheuerfestigkeit zurück. Ganz besonders gilt dies für Polyacrylnitril. Da der Verbraucher nicht nur Haltbarkeit, sondern vor allem gutes Aussehen kaufen will, so hat man mit Geschick versucht, Artikel zu entwickeln, bei denen durch geeignete Mischung oder durch besondere Massnahmen der Ausrüstung, z.B. durch extreme Kräuselung, das Manko im Griff, so weit ausgeglichen wird, so dass es praktisch nicht mehr in Erscheinung tritt. Wo die Gebrauchstüchtigkeit wirklich entscheidend ist, sind die Polyamidfasern nicht zu übertreffen, so weit nicht extreme Anforderungen in Bezug auf Lichtbeständigkeit, Chemikalienfestigkeit und insbesondere Resistenz gegen Säuren gestellt werden. In der Widerstandsfähigkeit gegen Sonnenlicht sind die Polyamide jedoch nicht besser als Zellulosematerial. Sie sind sogar unterlegen, wenn mit Titandioxyd mattierte Fasermaterialien verglichen werden. Dieses Pigment, dass als Lichtschädiger schon lange bekannt ist, katalysiert den Angriff der Fotooxydation an den Kohlenstoffatomen, die in Nachbarstellung zum Stickstoff stehen. Glücklicherweise kann man die Wirkung dieser Katalyse durch bestimmte Antioxygene, vor allem durch Chrom-III-Verbindungen, wesentlich herabsetzen.

Auf die Färberei der Polyamidfasern und ihre Beziehung zur Faserstruktur möchte ich ganz kurz noch eingehen. Während seinerzeit die Entwicklung der Acetatkunstseide durch das Fehlen geeigneter Färbeverfahren und Farbstoffe ernstlich behindert war, wurden die Färber beim Aufkommen der Polyamidfasern vor keine allzu grossen Schwierigkeiten gestellt. Hier war es nicht notwendig, neue spezifische Farbstoffe zu entwickeln, da die Polyamide, ähnlich wie die verwandten Proteinfasern, sich mit Farbstoffen aus ganz verschiedenen Klassen färben lassen. So hatte man von vornherein mancherlei Möglichkeiten und war nicht einmal gezwungen, neue Färbetechniken auszuarbeiten und einzuführen, wie dies die hydrophoberen, chemisch indifferenten Polyester- und Polyacrylnitrilfasern des Handels bisher verlangen.

Am wichtigsten sind für die Praxis Farbstoffe mit sauren Gruppen, Dispersionsfarbstoffe von der Art der Acetatfarbstoffe und neuartige Metallkomplexfarbstoffe ohne Sulfogruppen, die ähnlich wie Dispersionsfarbstoffe in fester Lösung von der Faser-substanz aufgenommen werden. Für die Bindung ionisierter Farbstoffe sind die funktionellen Endgruppen entscheidend. Für die anionischen die Aminogruppen, die allerdings in Polyamidfasern, selbst im günstigsten Fall, nur in wesentlich geringerer Zahl vorhanden sind, als in der färberisch am nächsten liegenden

Naturseide. Das Aufnahmevermögen für Farbstoffe mit sauren Gruppen ist also zwangsläufig begrenzt. Dazu kommt noch die geringe Quellbarkeit und die hohe Dichte der Struktur schmelzgesponnener und gereckter Fasern. Farbstoffe mit hohem Molekulargewicht können deshalb nicht genügend eindringen und farbschwache Produkte, auch niederen Molekulargewichtes, lassen sich höchstens für Färbungen mittlerer Tiefe heranziehen. Man wählt daher aus der grossen Zahl der verfügbaren Farbstoffe möglichst farbstarke Individuen, vorzugsweise solche, die nur eine Sulfogruppe im Molekül enthalten und nur eine Aminogruppe in der Faser als Haftstelle beanspruchen. Wie gut bei solchen einbasischen Säurefarbstoffen die Übereinstimmung zwischen der titrimetrisch gefundenen Zahl der Aminoendgruppen und der Bindung dieser Farbstoffe an die Faser ist, geht aus der Tabelle (Bild 26) hervor.

Farbstoffaufnahme durch Polyamidfasern mit verschiedenem Gehalt an Amino-endgruppen.

| Carboxyl-endgruppen | Amino-endgruppen | einbasische Farbstoffe |
|---------------------|------------------|------------------------|
| | 0,012 | 0,004 |
| 0,064 | 0,038 | 0,035 |
| 0,023 | 0,064 | 0,066 |
| 0,042 | 0,086 | 0,084 |
| 0,007 | 0,375 | 0,340 |
| | | |

Die Werte beziehen sich auf g-Äquivalente pro kilo Faser.
Bild. 26.

Die Farbstoffaufnahme in den Polyamidfasern beschränkt sich auf die nicht kristallinen und deshalb stärker quellbaren Bezirke. Da aber in den textilen Polyamidfasern, die nicht extrem ausgereckt sind, fast alle Aminoendgruppen sich durch Farbstoffmoleküle besetzen lassen, so ist umgekehrt anzunehmen, dass diese Endgruppen praktisch alle im amorphen Gebiet liegen.

Man kann übrigens die Basizität der Polyamidfasern durch Einbau von Komponenten mit tertiärem basischem Stickstoff erheblich steigern. Doch wird von diesem Verfahren in der Praxis bis jetzt kein Gebrauch gemacht, weil mit ausgewählten Handelsfarbstoffen alle Farbtöne in befriedigender bis guter Echtheit gefärbt werden können.

Für die Echtfärberei sind besonders die Chromierungs- und die Chromkomplexfarbstoffe von Bedeutung geworden.

Acetatfarbstoffe sind praktisch sehr wichtig, weil sie gut egale, wenn auch nur mässig wasserechte Färbungen geben. Hier hängt die Affinität nicht von Art und Zahl der Endgruppen ab. Die hier in Betracht kommenden aktiven Stellen sind vielmehr die Amidgruppen in den Ketten, an denen diese Farbstoffe über Wasserstoffbrücken haften dürften. Da solche Wasserstoffbrücken in der Faser leicht wieder dissociieren, so können bei dieser Färbweise Unegalitäten durch nachträgliche Wanderung der Farbstoffe vor allem über die Farbflotte wieder ausgeglichen werden. Unregelmässigkeiten der Faserstruktur, z.B. Orientierungsunterschiede, wirken sich deshalb hier viel weniger aus als bei sauren Farbstoffen.

Egale und sehr echte, besonders walkechte Färbungen, lassen sich mit den bereits erwähnten neuen sulfogruppenfreien Komplexfarbstoffen erzielen. Der Färbevorgang ist hier dem mit Acetatfarbstoffen nahe verwandt.

Ich habe versucht, Ihnen in gedrängter Übersicht, vorwiegend vom Standpunkt des Chemikers aus, über die Polyamidfasern zu berichten. Sie haben gesehen, wie hier eine breit angelegte Forschung gleich im ersten Anlauf den für den Durchbruch der Synthesefasern entscheidenden Erfolg nicht nur technisch, sondern zugleich auch wirtschaftlich errang. Wie steil die Produktion anstieg, können Sie an der Tatsache erkennen, dass bereits 1953 der Anteil des Nylon am Gesamtumsatz der Firma Du Pont, des grössten Polyamidherstellers, etwa 30 % betrug. Selbst wenn in den ersten Jahren der Nylonproduktion in den Vereinigten Staaten der Antrieb der Kriegskonjunktur gefehlt hätte, so wären doch allein durch den richtig gewählten Einsatz auf dem Gebiet höchster Wertsteigerung, nämlich dem der Damenstrümpfe, die sehr grossen Aufwendungen für Forschung und Investition verhältnismässig rasch herausgearbeitet worden. In England war die Entwicklung durch die Kriegsverhältnisse behindert. Nachher sind aber grosse Produktionsstätten vor allem für endlose Fäden entstanden, so dass dieses Land heute nach Amerika der zweite Produzent ist. Diesen Platz hätte Deutschland mit Perlon gehalten, wenn nicht bei Kriegsende das bis dahin Aufgebaute zum grössten Teil vernichtet worden wäre. Die Verhältnisse waren zwischen den Jahren 1945 und 1950 so schwierig, dass es keinem der Nachfolgeunternehmen der früheren IG möglich war, einen Grossausbau durchzuführen, ehe nicht auch im Ausland nach Wegfall des Patentschutzes, mit Erfahrungen und zum Teil auch mit Fachkräften der IG-Farbenindustrie und ihrer Lizenznehmer Polyamidfaserfabriken auf Caprolactambasis entstanden. Heute wird Perlon in Westdeutschland in sieben verschiedenen Unternehmen hergestellt;

ausserhalb der Bundesrepublik dürften heute bereits etwa zwanzig Unternehmen nach dem Caprolactam-Verfahren arbeiten oder Produktionen auf dieser Basis vorbereiten. Man wird die vorhandenen und zur Zeit im Ausbau befindlichen Kapazitäten für Polycaprolactamfasern in der Welt auf mindestens 100 Tagentonnen veranschlagen dürfen.

Die gesamte Weltproduktion an Chemiefasern betrug im Jahre 1954 2,26 Mill. Tonnen. Davon waren bereits etwa 215 000 Tonnen, also fast 10 % vollsynthetische Erzeugnisse. Für 1955 erwartet man eine Steigerung der Weltproduktion an vollsynthetischen Fasern auf etwa 336 000 Tonnen und für 1956 eine weitere auf 408 000 Tonnen, wobei allerdings in diesen Zahlen-schätzungen noch ein — freilich nur geringer — Anteil an Proteinkunstfasern enthalten ist.

Die künftige Entwicklung wird vor allen Dingen durch den Ausbau der Kapazitäten und die Verbesserung, Verbilligung und Veredlung der bereits bestehenden Synthesefasern bestimmt sein. Mit einem raschen Aufkommen neuer Fasertypen ist weniger zu rechnen, weil solche Tendenzen gebremst werden durch die sehr hohen Kosten für Forschung und Entwicklung, und für den Bau neuer Fabriken. Entgegen wirkt ihnen ferner das stabilisierende Gewicht der bereits getätigten Investitionen und nicht zuletzt auch die konservative Einstellung der verarbeitenden Textilindustrie, die begreiflicherweise nur zögernd an die Änderung ihrer Verfahren und an die Beschaffung neuer und gewöhnlich recht kostspieliger Spezialmaschinen und Apparate herangeht. Ausserdem scheut sie die kostenerhöhende Verbreiterung ihrer Sortimente, ist aber hier natürlich von der Mode abhängig.

Nichtsdestoweniger wird die synthetische Tätigkeit des Faserforschers nicht ruhen: Neue Produkte werden sich durchsetzen, wenn sie in wichtigen Eigenschaften die vorhandenen ohne wesentliche Verteuerung eindeutig übertreffen, oder wenn entscheidende Verbilligungen durch neue chemische Stoffe oder Verfahren gelungen sein werden. Dass solche Fortschritte kommen werden, darüber kann es für den Chemiker keinen Zweifel geben.

Damit möchte ich meinen Vortrag schliessen, nicht ohne Ihnen, meine sehr verehrten Zuhörer, für Ihre freundliche Aufmerksamkeit gedankt zu haben.

Berättelse över Kemiska Sällskapets i Åbo verksamhet under år 1956

Under sitt trettiosjunde verksamhetsår har Kemiska Sällskapet i Åbo sammanträtt till fem ordinarie möten. Av dessa hölls fyra i Åbo Akademis Auditorium V och ett i Studentkårens Argentinasal. Mötena besöktes under år 1956 i medeltal av 16 medlemmar (samma antal som föregående år). Kemistuderandena vid Åbo Akademi och medlemmarna av Turun Kemistikerho har såsom tidigare inbjudits till Sällskapets möten. Mötet den 29/10 anordnades tillsammans med Åbo Läkarförening.

Vid Sällskapets möten har följande föredrag hållits:
 Fil.kand. *Ingvar Danielsson*: »Tvättprocessens kemi»
 Dipl.ing. *Max Ekblad*: »Tvåtvättmedel»
 Dipl.ing. *Bengt Broms*: »Syntetiska tvättmedel.»
 Prof. *G. Schwarzenbach*: »Sonderstellung des Wasserstoffions»
 Prof. *Stig Claesson*: »Fotometri vid extremt höga ljusintensiteter»
 Docent *Egon Diczfalussy*: »Östrogenmetabolismen under graviditeten»
 Dr *Rudolf Pribil*: »Neueste Fortschritte in der Komplexometrie»

Under verksamhetsåret har tre nya medlemmar invalts och en medlem har avlidit. Medlemsantalet utgör vid årets slut 103, varav tre är hedersledamöter, 95 ordinarie och fem extra medlemmar. 43 medlemmar är bosatta på annan ort. Förvaltningen har under det gångna året handhåfts av följande medlemmar:
 Tekn.dr *Bengt Forss*, ordförande
 Prof. *Anders Ringbom*, viceordförande
 Dipl.ing. *Henning Doepel*, medlem av styrelsen
 Dipl.ing. *Jarl Stigell*, medlem av styrelsen och klubbhövding
 Fil.mag. *Lars Sjöblom*, sekreterare
 Fil.kand. *Ingvar Danielsson*, kassör
 Docent *Henrik H. Bruun*, revisor
 Dipl.ing. *Ragnar Pettersson*, revisor
 Dipl.ing. *Alve Ringvall*, revisorssuppleant.
 Åbo, den 10 januari 1957.

Lars Sjöblom.

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapets i Åbo årsmöte fredagen den 7 december 1956 kl. 19.30 i Åbo Akademis Auditorium V. Förhandlingarna leddes av Sällskapets ordförande tekn.dr *Bengt Forss*. Närvarande: 14 medlemmar.

§ 1. Protokollen för Sällskapets möten den 28/9 och 29/10 upplästes och förklarades justerade.

§ 2. Ordföranden meddelade att Sällskapet vid bergerådet *Emil Sarlins* begravningsuppvaktat med en adress.

§ 3. Ordföranden meddelade att Sällskapets styrelse till föredragshållare vid Kemistsamfundets årsmöte den 10/12 utsett fil.lic. *Ingvar Danielsson* och fil.mag. *Lars Sjöblom*.

§ 4. Vid förrättat val av styrelse för nästa verksamhetsår erhöll denna följande sammansättning:

ordförande: prof. *Anders Ringbom*
 viceordförande: dipl.ing. *Tor Lundsten*
 medlemmar av styrelsen: tekn.dr. *Bengt Forss* och fil.mag. *Lars Sjöblom* (klubbhövding)

sekreterare: dipl.ing. *Erikki Wänninen*.

§ 5. Till kassör för år 1957 utsågs docent *Henrik H. Bruun* och till revisorer fil.lic. *Ingvar Danielsson* och dipl.ing. *Lars Bergfors*, med fil.mag. *Krister Fontell* som suppleant.

§ 6. Frågan om medlemsavgiften diskuterades. Redan senaste årsmöte hade uttalat sig för en höjning med 100 mk. Sekreteraren meddelade att frågan skulle tas till behandling på Kemistsamfundets årsmöte den 10/12. Sekreteraren fick i uppdrag att bevaka Sällskapets intressen vid detta tillfälle.

§ 7. Ordföranden skisserade riktlinjerna för Sällskapets verksamhet under det gångna året och konstaterade bl.a. att de möten, vid vilka flere korta föredrag om allmänna ämnen hållits, hade varit talrikt besökta. Han ansåg att denna linje borde fortsättas vid sidan av möten med mera vetenskapligt betonade föredrag. Prof. *Ekwall* omfattade ordförandens åsikt, men ansåg att man dessutom borde utöka programmen med korta meddelanden om medlemmarnas vetenskapliga verksamhet. Sällskapet hade ju dock ursprungligen grundats för detta ändamål. Sällskapet godkände dessa riktlinjer för den kommande verksamheten.

§ 8. På förslag av ordföranden och sekreteraren invaldes fil.mag. *Soini Siitonen* som ny medlem i Sällskapet.

§ 9. Förslaget om en sammanslagning av Finska Kemistsamfundet och Suomalaisten Kemistien Seura upptogs till diskussion. Professorerna *Ekwall*, *Qvist* och *Ringbom* uttalade sig härvid mot en total sammanslagning, men accepterade möjligheten av en gemensam överorganisation. Diskussionen uppsköttes i väntan på närmare uppgifter från den tillsatta underhandlingskommissionen, i vilken Sällskapet representeras av prof. *Anders Ringbom* med prof. *Walter Qvist* som suppleant.

§ 10. Dr *R. Pribil* (Praha) höll ett föredrag betitlat »Neueste Fortschritte in der Komplexometrie». Med anledning av föredraget, som åtföljdes av talrika experiment, uttalade sig prof. *Ringbom*, ordföranden och föredragshållaren.

Lars Sjöblom.

Finska Kemistsamfundets verksamhet

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte måndagen den 15 april 1957 kl. 19 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Medlemmar av Suomalaisten Kemistien Seura, Kemistklubben, Fysikersamfundet i Finland och Suomen Fysikkoseura hade inbjudits att närvara vid mötet.

Närvarande var 48 personer.

§ 1. Ordföranden, prof. *Waldemar Jensen*, hälsade de närvarande välkomna och beklagade den kollision med andra möten som gjorde, att deltagarantalet inte blivit så stort som man hoppats.

§ 2. Ordföranden meddelade, att fil.lic. *Kurt Ekman* vid detta möte kommer att lämna ett meddelande »Om spektroskopiska och andra undersökningar av karboxylgrupper i lignin».

§ 3. Till ny medlem i Samfundet invaldes enhälligt fil.kand. *Sigrid Kari-Hietala* på förslag av prof. *Enkvist* och fil.mag. *Alfthan*.

§ 4. Konstaterades att dipl.ing. *Sven Karell* avgått från Samfundet.

§ 5. Ordföranden redogjorde för en till Kemiska Centralförbundet, Suomalaisten Kemistien Seura, Kemistförbundet i Finland, Finska Kemistsamfundet, Suomen Teknillinen Seura (kemisti-insinöörikerho) och Tekniska Föreningen i Finland (Avdelning för kemi) riktad vädjan, enligt vilken de föreningar, som företräder landets kemister, gemensamt måtte anordna kemistdagar en gång om året. Styrelsen, som behandlat frågan, uttalar som sin åsikt, att kemistdagarna för ren och tillämpad kemi skulle anordnas gemensamt och ej separat såsom hittills varit fallet. Frågan hänskjöts till behandling i Centralrådet för Finlands Kemister.

§ 6. Prof. *Lennart Simons* refererade frågan om en kärnforskningsreaktor i Finland. Med anledning av referatet uttalade sig professorerna *Laurila*, *Enkvist*

och Jensen samt fil.mag. Brenner, Stubb och Falck. Beträffande professorerna Simons' och Laurilas uttalanden, se bilaga.

§ 7. Man beslöt ge styrelsen i uppdrag att följa med frågan angående anskaffandet av en kärnforskningsreaktor till Finland samt att i anslutning här- till eventuellt sammankalla ett nytt diskussionsmöte.

§ 8. Fil.lie. Kurt Ekman lämnade ett meddelande »Om spektroskopiska och andra undersökningar av karboxylgrupper i lignin». Med anledning av meddelandet yttrade sig prof. Enkvist.

§ 9. Efter mötet följde samkväm.

Per Falck.

Bilaga till mötesprotokoll 15. 4. 1957.

Vid sitt aprilmöte hade Finska Kemistsamfundet utlyst en debatt i frågan om anskaffandet av en forskningsreaktor till Finland. Till mötet hade inbjudits Suomalaisten Kemistien Seura och landets båda fysikersällskap. På grund av kollision med andra möten blev deltagarantalet tyvärr inte så stort som man hoppats.

Senaste höst avgav den s.k. energikommittén (med prof. Erkki Laurila som ordförande) sitt slutbetänkande till statsrådet. I detta betänkande föreslås, att till landet med det snaraste anskaffas en forskningsreaktor (FR) av storleken 100—1000 kW samt uppförs för denna nödiga byggnader och laboratorier. Reaktorn skulle anslutas till Tekniska Högskolan och Statens tekniska forskningsanstalt. Kommittén motiverar sin yrkan med, att en FR skulle tjäna utbildningen av fackmän för en kommande atomindustri och dessutom underlätta anskaffandet av radioisotoper inom landet. För ett par månader sedan anhöll Tekniska Högskolan om ett anslag ur årets första extra budget för utarbetandet av ett FR-projekt samt för utbildning av nödig personal utomlands.

Samfundets möte inleddes med ett referat av prof. Lennart Simons som redogjorde för olika typer av FR och de användningsmöjligheter dessa erbjuder. Det är kanske lättare att ställa sig kritisk till frågan om en FR i Finland än positivt, framhöll prof. Simons. Anläggningskostnaderna för en sådan FR-institution det här varit frågan om rör sig mellan en halv och en miljard mark, och den ger ingen kapitalutdelning. Den kräver ett årligt underhåll för drift, driftpersonal och forskarstab av storleksordningen 100 miljoner mark. Mången tror, att landets kraftförsörjning och den med säkerhet en gång kommande atomindustrin kräver, att landet får en FR. Och visst är, att utgifterna för en FR är små i jämförelse med de miljardsummor, som årligen konsumeras för kraftverksbyggen i landet. En FR skulle löna sig rent ekonomiskt, om den kunde bidra till utbildningen av skickligare fackmän och därjämte i någon mån nedbringa kostnaderna för kommande kraftverksbyggen. En färdigt köpt FR kan emellertid bara till en liten del tjäna utbildningen av fackmän för atomindustrin. Så underligt det än låter, är en FR av ifrågavarande typ inte något lämpligt hjälpmedel därtill. Av säkerhetsskäl kan endast erfarna fackmän sköta driften av densamma och då det gäller rent konstruktiva uppgifter, är de lärdomar man får av en färdig FR inte så stora. Annorlunda blir förhållandet, om vi — vilket det även varit tal om — kunde bygga en FR i eget land. Då lär vi oss betydligt mera. Men då reaktorn står färdig, bör den naturligtvis hela tiden vara i full gång för sina egentliga uppgifter. Annars kan de årliga driftutgifterna inte motiveras. Och under dylika omständigheter blir dess pedagogiska betydelse inte så stor, som man skulle vänta sig.

Frågan om vad en FR kan användas till är inte lätt att entydigt besvara. Dess primära ändamål är, att funktionera som neutronkälla. Man brukar karaktärisera en FR:s kapacitet med användning av det s.k. termiska neutronflödet per cm^2 och sekund ($n/\text{cm}^2\text{s}$). Kännetecknande för en FR är ett högt neutronflöde med så liten aktiv volym som möjligt, dvs. effekten per enhetsvolym är

så stor som möjligt. Men hänsyn till användningsmöjligheterna kan man särskilja mellan å ena sidan forskningsreaktorer med ett neutronflöde mindre än $10^{13} n/\text{cm}^2\text{s}$ och å andra sidan sådana med ett flöde av storleksordningen ca $10^{14} n/\text{cm}^2\text{s}$. Med den första typen kommer närmast reaktorfysikaliska undersökningar ifråga. Bland sådana undersökningar må nämnas mätningar av olika reaktormaterials s.k. Fermiålder, dvs. den tid, som åtgår att nedbromsa snabba neutroner till termiska, vidare tvärsnittsmätningar, flödesfördelning i reaktorn osv. Detta är allt egenskaper av stor betydelse för reaktorkonstruktörer. Utom utvecklingsarbeten för kraftreaktorer kan en FR av nämnda typ även användas för ren fysikalisk, kemisk och biologisk forskning. Sålunda kan arbeten rörande fasta kroppars fysik, aktiveringsanalys, katalytiska reaktioner och framställning av radioisotoper utföras med en vanlig FR. Radioisotoperna har fått en allt större betydelse för industri, jordbruksforskning och medicin, och säkert kommer deras betydelse att i framtiden snabbt öka. Radioisotopernas pris är redan relativt moderat, och säkert hör de till de produkter, som på grund av billigare framställningsmetoder och större konkurrens ytterligare kommer att sjunka i pris. Frågan är därför, om det skulle löna sig att med beaktande av den utländska konkurrensen ta upp tillverkningen av radioisotoper vid en eventuell inhemsk FR-institution. Renframställningen är nämligen förenad med stora kostnader. Naturligtvis kan produktionen av kortlivade isotoper, som man inte kan importera, tänkas få betydelse, men efterfrågan på dylika kommer sannolikt att vara relativt liten.

Vill man däremot företa mera grundliga tekniska undersökningar över strålskadorna, korrosionen i strålfältet, bränsleelementens hållbarhet och cirkulations-system, så måste neutronflödet vara ca $10^{14} n/\text{cm}^2\text{s}$. Viktiga bestrålningar ford- rar ofta så stora totaldoser, att bestrålningstiden kommer att uppgå till flera veckor. Arrangemangen för att behärska så stora neutronflöden är mycket vidlyftiga. Preparaten måste specialkylas under den tid bestrålningen varar, och deras radioaktivitet efter strålbehandlingen är så stor, att det är nödvändigt med strålskydd och fjärrmanövrering.

Av det ovan sagda kan man alltså dra den slutsatsen, att den FR (neutronflöde $10^{13} n/\text{cm}^2\text{s}$) det varit tal om att anskaffa till landet i avgörande grad skulle tjäna kärnforskningen och därmed sammanhängande grundforskning. Den skulle däremot knappast ha någon direkt betydelse för landets kraftförsörjning. Också för skolningen av tekniker för en blivande atomindustri skulle en FR inte spela någon nämnvärd roll. Att anskaffa densamma för framställning av radioisotoper skulle sannolikt inte heller löna sig.

Om en FR främst är ett hjälpmedel i den kärnfysikaliska grundforskningen, frågar man sig om den verkligen är den maskin landet i dag som är behövt för att upprusta ifrågavarande forskning med ett engångsanslag av storleksordningen en miljard och en årlig driftbudget av hundra miljoner mark. Svaret härpå blir sannolikt nekande. Det är föga troligt, att Finland har de andliga resurser som krävs för att helt utnyttja en FR:s kapacitet. Sverige har inte råd att bedriva så mycken forskning på neutronfysikens område, att hela kapaciteten av 100 kW-reaktorn i Stockholm kan utnyttjas. Dess kapacitet användes i detta nu endast till 30 %. Man bör vidare beakta, att en FR utgör hjälpmedel bara för ett speciellt slag av kärnfysikalisk grundforskning. Det behövs också andra maskiner, t.ex. olika slag av partikelacceleratorer, vilka är minst lika viktiga.

Det är skäl att påpeka, att man kan göra en hel del nyttiga experiment också med hjälp av enklare och billigare slag av reaktorer än en FR. Exempelvis har de s.k. subkritiska reaktorerna blivit vanliga vid några universitet och högskolor i USA. De kan användas för undersökningar av reaktoregenskaper och är på samma gång hjälpmedel för skolning av reaktortekniker. För att få en lämplig subkritisk reaktor behövs bara ca 2 ton natururan och vanligt vatten kan användas som moderator. En sådan subkritisk reaktor förstärker en neutronkälla ca 7 gånger. Som neutronkälla kan användas t.ex. ett radium-berylliumpreparat, varav 1 gram ger 10^7 neutroner per sekund. Genom att som neutronkälla använda en van de Graaffgenerator, t.ex. en sådan som finnes vid Helsing-

fors Universitet, skulle vi i samband med en subkritisk reaktor få en maskin, som i många avseenden kan ersätta en FR. Investering- och driftkostnaderna skulle emellertid vara ca 10 gånger mindre.

Det är klart, att kärnforskningen bör upprustas i vårt land, detta t.o.m. av internationella orsaker, så att vi på mera jämställd bas kan verka i det allmänna samarbetet på kärnfysikens område. Därför bör våra ansträngningar inriktas på, att få med flera kompetenta och välavlönade forskare, assistenter, tekniker etc. i detta arbete och ge dem bättre tekniska hjälpmedel. För detta ändamål borde staten bevilja årliga anslag av storleksordningen 100 miljoner mark samt engångsanslag för laboratoriebyggnader, lämpliga maskiner, subkritiska reaktorer, partikelacceleratorer m.m.

Frågan om en reaktorinstitution i Finland bör emellertid föras framåt. Intresserade unga män bör heldagsanställas i detta projekt och sändas utomlands, närmast till de skandinaviska länderna för att forska och skaffa sig erfarenhet. Kanske man redan mycket snart borde skaffa en mindre kraftreaktor till landet för att därigenom skaffa sig erfarenhet för atomkraftproduktionen. Denna kraftreaktor, som kunde uppvärma eller upplysa någon stad eller stadsdel, kunde kanske utrustas med tekniska hjälpmedel för att, under tider då kraftförbrukningen är liten, helt eller delvis kunna utnyttjas för kärnforskning.

Sammandrag av professor Laurilas andragande. I sitt anförande motsätter sig professor Simons rätt kategoriskt anskaffningen av en forskningsreaktor till vårt land, men konstaterar dock till slut att saken borde befrämjas. Denna konsekvens torde måhända delvis bero därpå, att han icke fullständigt klarlagt för sig hela forskningsreaktorfrågan, vilket också framgår av vissa fel i anförandet. En forskningsreaktor, som ger neutronflödet 10^{21} neutroner per sekund per kvadratcentimeter kostar jämte byggnader och tillbehör ingalunda en miljard. Även om vi på grund av korrosionsfaran icke skulle anskaffa den billigaste homogena reaktorn, vore priset avsevärt lägre. En reaktor med tungt vatten och natururan, som representerar den dyrbaraste lösningen av frågan, skulle enligt en norsk offert jämte byggnader kosta 8,6 milj. norska kronor. En amerikansk "swimming pool"-reaktor skulle med erbjuden 50 % rabatt kosta 245 000 dollars. Priset på det anrikade uran som behöves i denna är ca 60 000—80 000 dollars. Det är dock ej nödvändigt att köpa detta uran, utan man kan få använda det mot en viss årlig ersättning, vars storlek bestämmes av räntan på uranets pris och uranförbrukningen. I värsta fall — om nämligen reaktorn går för full effekt under tre skift dygnet om — betyder detta en årlig kostnad på ca 10 milj. mark. Huru mycket man offerar på reaktorbyggnaden beror naturligtvis på, huru luxuös man önskar ha den. Om man nöjer sig med den standard som TH:s laboratorium för teknisk fysik planerat, och om icke alltför stora utrymmen byggas, kan byggnadsprogrammet förverkligas med ett så litet belopp som 100 miljoner mark.

Professor Simons framhåller, att de årliga driftkostnaderna stiger till 100 milj. mark. Till denna summa kan man naturligtvis komma, om en personal på ett femtiotal forskare och tekniker anställs vid inrättningen. I varje fall vore det i denna stund icke ens möjligt att i vårt land finna så många personer, vilka vore lämpliga för detta arbete. Om reaktorinläggningen arbetar i ett skift och om dessutom nödvändiga semestrar beaktas, kan den erforderliga drifts- och övervakningspersonalen måhända bestå av ca 10 personer, vilkas sammanlagda löner är av storleksordningen 10 miljoner. Om forskare på olika områden utför arbeten med reaktorn — vilket är huvudändamålet med hela planen — torde det icke vara riktigt att inberäkna dessa forskares löner och stipendier i kostnaderna för reaktorn, ehuru man naturligtvis borde sträva därefter, att småningom även vakanser för ordinarie forskningspersonal kunde fås till stånd i samband med reaktorinläggningen.

Storleken av de slutliga kostnaderna för reaktorinläggningen beror naturligtvis i väsentlig mån på, hurudan anläggningen planeras bli. Offentligt har anläggningskostnaderna uppskattats till 300—400 milj. mark, men detta belopp torde snarast ange den övre gränsen. Denna beräkning grundar sig på de planer,

vilka redan under halvtannat års tid har utarbetats i samråd såväl med reaktorintresserade i vårt land som även med flere utländska reaktorexpertter. På inbjudan av TH har under denna vår 15 inhemska representanter för olika vetenskapsgrenar sammanträtt två gånger för att diskutera saken. Alla är i stort sett eniga om att en reaktorinläggning behöves. Ett undantag var kanske endast professor Enkvist, som ansåg att kemisterna vore mera intresserade av att använda van de Graaffs accelerator. De mest kända bland de anlitade utländska experterna är de amerikanska professorerna Hughes och Palevsky. Saken har även behandlats vid rådplågningar och diskussioner med flere nordiska, engelska och även ryska forskare. Samtliga har varit eniga om att det är sakligt berättigat att anskaffa en forskningsreaktor. Däremot har många direkt intagit en nekande ståndpunkt därtill, att användningen av reaktorer i Finland skulle begynda med värme- eller kraftreaktorer. Det bör måhända nämnas, att Väst-Tyskland, som startar sitt atomtekniska program nästan lika sent som Finland, börjar detta med att anskaffa fem forskningsreaktorer men ingen kraftreaktor, ehuru anskaffningen av kraftreaktorer på grund av energisituationen i Väst-Tyskland är ännu mera aktuell än hos oss.

Vad en exponentialmila beträffar, ingår en sådan i varje fall i Tekniska Högskolans anskaffningsplaner, vilka emellertid icke kan förverkligas innan laboratoriet för teknisk fysik blir färdigt nästa år. Då uran för en dylik subkritisk mila kan fås åtminstone genom hyrning eller t.o.m. såsom direkt gåva, är kostnaderna för milan av sådan storleksklass, att TH kan stå för dem inom ramen för det normala anskaffningsprogrammet. På grund härav har det icke ansetts nödvändigt att offentligen beröra saken.

Frågan om förhållandet mellan van de Graaff-acceleratorer och reaktorer har behandlats redan under tio års tid. Slutresultatet är att vardera har sin egen uppgift. Här torde dock en anmärkning vara befogad. Om utrymmen för en van de Graaff-accelerator nu skulle byggas och om en accelerator på 6—8 MeV skulle köpas, vore kostnaden åtminstone 50 eller måhända ända upp till 100 milj. mark. I alla fall erbjuder en van de Graaff-accelerator arbetsmöjligheter för endast en eller högst två forskare samtidigt. En forskningsreaktor kan däremot samtidigt tjäna t.o.m. ett dussin forskare. Kostnaderna per forskningsplats är därför knappast högre för en forskningsreaktor än för ett van de Graaff-aggregat.

Min åsikt är nog den, att en forskningsreaktor icke är något *conditio sine qua non* med hänsyn till landets energihushållning — alldeles såsom man kan säga, att ej heller en van de Graaff är någonting absolut oundgängligt för tekniken och kulturen i detta land. På samma sätt som jag tidigare varit i tillfälle att stödja anskaffningen av en van de Graaff-accelerator, hoppas jag, att landets fysiker nu skulle understöda strävandena att få en forskningsreaktor till landet. Den är icke ens med hänsyn till den tekniska utbildningen absolut oundgänglig. Så många olika fördelar vore dock förenade med densamma, att det under nuvarande förhållanden vore ansvarslöst att ej försöka intressera statsmakten för anskaffning av en reaktor. Utöver den mångsidiga nytta för forskningsarbeten inom de mest olika vetenskaper, som en forskningsreaktor erbjuder, är en av de viktigaste fördelarna den, att en forskningsreaktor kräver sin egen forskningspersonal. I denna form har vi möjlighet att kontinuerligt sysselsätta och vidare utbilda den stampersonal, som en gång oundgängligen kommer att behövas i vårt land då atomenergin träder i energihushållningens tjänst. Vi borde väl åtminstone tro på toppklassen bland experterna i atomenergi när de anser att det enda tillräckliga skyddet mot dolda faror vid användning av atomkraft består i att en i viss bemärkelse övermeriterad yrkeskompetens existerar i landet, om ock denna personal icke nödvändigtvis behövede verka såsom driftspersonal vid igångvarande kraftverk. En forskningsreaktor har allmänt visat sig vara den bästa då man vill skola och hålla en reaktorteknisk yrkespersonal, åtminstone tills ett lands industri själv börjar planera byggandet av atomkraftverk. Vid planeringsarbetet är återigen t.o.m. vanliga forskningsreaktorer behövliga. En dylik personal kan ej upprätthållas på basen av stipendier, och våra vanliga forskarvakanser är i alltför hög grad bundna vid läraruppgifter

vid högskolorna. En person som följer lärarbanan är icke alltid den bästa tekniska sakkunniga: i samband med en forskningsreaktoranläggning kan en lämplig person beredas tillfälle att få sin utkomst genom att arbeta och samtidigt utveckla sig själv.

Det är bra att forskningsreaktorn är föremål för diskussion. Det tråkiga är endast att en akademisk diskussion så lätt urartar till en retorisk njutning, samt att en så ledsam sak som det tunga arbete som behöves för att förverkliga en plan glömmas bort.

I diskussionen yttrade sig vidare professor Terje Enkvist, fil.mag. Märten Brenner och fil.mag. Per Falck.

Av uttalandena framgick önskvärdheten av att frågan blir allsidigt utredd och att de för våra förhållanden stora summor det är fråga om disponeras på bästa möjliga sätt. Styrelsen uppmanades följa med frågans vidare utveckling.

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte onsdagen den 16 oktober 1957 kl. 19 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors.

Närvarande var 30 personer.

§ 1. Ordföranden hälsade medlemmarna välkomna till höstens första möte.

§ 2. Till nya medlemmar invaldes med styrelsens förord Dipl.chem. Hans Krieger och Dipl.chem. Theodor Ashorn, föreslagna av prof. Enkvist och dr Gustafsson.

§ 3. Mötet godkände följande av Kemistförbundet föreslagna definition rörande benämningen kemist:

»Yleisessä käytännössä kemistillä tarkoitetaan nykyisin henkilöä, joka on suorittanut diplomi-insinöörin tutkinnon Teknillisen Korkeakoulun kemian osastolla tai Åbo Akademin kemiallis-teknillisessä tiedekunnassa tai henkilöä, joka Helsingin Yliopistossa, Turun Yliopistossa tai Åbo Akademiassa on suorittanut filosofiankandidaatin tutkinnon ja jolla on laudaturoppimäärä kemiassa tai henkilöä, joka on ulkomailla suorittanut vastaavat tutkinnot.»

§ 4. Ordföranden informerade mötet angående sammanslagnings- och samarbetsfrågan i deras nuvarande skede. I den därpåföljande diskussionen uttalade sig medlemmarna Wahl, Enkvist, Bredenberg och Falck. Frågan bordlades till novembermötet.

§ 5. Fil.dr Folke Koroleff höll ett föredrag »På havsforskningsfärd med Aranda sommaren 1957».

§ 6. Prof. Terje Enkvist redogjorde för de förhandlingar som lett till upprättande av ett nordiskt kemistråd, för den organiska kemins dagar i Uppsala och för den exkursion, som 42 kemister från Helsingfors Universitet företog till Tyskland i augusti 1957.

§ 7. Ordföranden tackade föredragshållarna för föredragen.

§ 8. Efter mötet följde samkväm.

in fidem
Per Falck,

Diskussion angående forskningens betydelse för livsmedelindustrin

Livsmedelforskarens samfund (Elintarviketutkijain seura) höll sitt höstmöte fredagen den 22 november i Tekniska högskolans biokemiska laboratorium.

Inledningsvis nämnde ordf., att samfundets konstituerande möte hölls för 10 år sedan den 26 november 1947. Samfundet strävar enligt sina stadgar att befrämja och utveckla forsknings- och kontrollarbetet på livsmedelområdet samt att utgöra en föreningslänk för de på detta område verkande personerna.

Samfundet har under sin verksamhet haft sin uppmärksamhet riktad på bl.a. dricksvattenfrågan och genom dess försorg har publicerats en sammanfattning av standardmetoder för fysikalisk och kemisk undersökning av dricks- och hushållsvatten. Samfundet har genom sina medlemmar tagit del i ett intressant samarbete, vars syftemål är åstadkommandet av gemensamma standardmetoder för undersökning av livsmedel och vilket samarbete begyntes också för 10 år sedan.

Det har varit angeläget för samfundet, att hela tiden stå i intim kontakt med livsmedelindustrin, vars problem även debatterats å möten. Vid det nyss hållna mötet berördes industrins problem och man hade till detta möte speciellt inbjudit även representanter för livsmedelindustrin.

Det centrala i mötesprogrammet utgjorde en diskussion om tillgodogörandet av och tillämpningen av forskningsarbetets resultat inom livsmedelindustrin.

Som bas för diskussionerna förelåg ett föredrag av prof. M. Hietaranta och ett av dipl.ins. Kauko V. Laine.

Prof. Hietaranta klargjorde till en början livsmedelindustrins betydelse för nutidens samhälle. Denna är, uträknad på basen av omsättningsskatten, hos oss liksom i flere andra länder, landets största industri, som förutom i national-ekonomiskt hänseende även med avseende på folkhälsan är av största betydelse. Den kommer härigenom att stå i samband med många utomordentligt vittsyftande frågor. Så t.ex. kunna sådana betydelsefulla sjukdomar som cancer, karies och sjukdomar i cirkulationsorganen sättas i ett viss orsakssamband med folknärigen. I många hithörande fall är sambandet såväl för näringskemiska och den medicinska forskningen visserligen mycket oklar och det kan hända, att många ämnen i livsmedlen i förtid och utan orsak ansetts vara hälsovådliga.

Ehuru livsmedelindustrins olika områden avvika i väsentlig grad från varandra, ha de dock många gemensamma mål i den s.k. grundforskningen. Kännedomen om förändringarna i livsmedlens sammansättning är av stor betydelse för livsmedelindustrin. Så t.ex. har klarläggandet av fettens auto-oxidationsfenomen väsentligen förbättrat hållbarheten hos många fetthaltiga livsmedel. Kännedomen om de mikrobiologiska företeelserna är till nytta för alla områden av livsmedelindustrin. För att öka hållbarheten hos livsmedel användas kemiska tillsatssämnen såsom t.ex. socker samt allt allmänare fysikaliska behandlingsmetoder, såsom upphettning, nedfrysning och torkning m.m. Dessa behandlingsmetoder är i grund och botten av samma art. Genom en utvecklad grundforskning skulle de olika områdena av livsmedelindustrin få en fastare grund för utvecklingen av tillverkningsmetoderna.

De olika grenarna av livsmedelindustrin ha också på senare tider mera än förut fäst sin uppmärksamhet vid grundforskningen och som en följd härav anlagt laboratorier i anslutning till de industriella inrättningarna. Då emellertid de industriella verkens ledande personer äro i övervägande grad intresserade blott av ekonomiska frågor, är den vetenskapligt och tekniskt skolade personalens inverkan på ledningen av stor vikt. Livsmedelforskningen är en nationell vetenskap, i det att de resultat, som erhållits i ett land icke utan vidare kunna tillämpas i ett annat land.

Inom livsmedelindustrin ha fordringarna med avseende på produkternas kvalitet samt tillverkningskostnadernas förbilligande stigit i följd av industrins starka tillväxt, framhöll ing. Laine i sitt föredrag. För att kunna hålla jämna steg med denna utveckling eller för att föra den ytterligare framåt, har industrin skapat till hjälp för ledningen en tekniskt vetenskaplig avdelning, som utför sitt arbete i industrilaboratoriet. Industrilaboratoriets verksamhet kan uppdelas i tvneve grenar: tillämpning av funna resultat och rutinkontrolluppgifter. Föredraganden klargjorde i detalj för de olika verksamhetsformerna hos ett dylikt modernt laboratorium. Isynnerhet i vårt lands förhållandevis små förhållanden, vid vilka utövandet av den egentliga grundforskningen är möjligt blott i ett begränsat omfång, har för industrin ett arbete, vid vilket färdiga forskningsresultat kunna tillgodogöras för eget behov, ur konkurrenssynpunkt en stor betydelse.

Efter föredragen följde en livlig diskussion varvid framkom bl.a. följande:
Nödvändigheten av ett forskningsarbete beträffande livsmedlen och dessas behandlingsmetoder underströks av representanter för såväl industrin som för forskningen. Forskningen bör riktas mot sådana mål, som äro speciella och viktiga för vår egen livsmedelindustri. Det är av stor betydelse att industrin är i stånd att smidigt följa utvecklingen i utlandet och att tillämpa för våra förhållanden där erhållna forskningsresultat. Här kommer till synes en betydelsefull sida hos industrins egna laboratoriers och forskares arbete. Detta är möjligt, om hos oss även utföres s.k. grundforskning på ifrågavarande gebit.

Skolningen av livsmedelkemisterna bör effektiviseras och studerande, vilka ännu egna sig åt livsmedelområdet, böra få sig tilldelade en sådan kombination av ämnen, på vilka den moderna livsmedelteknologin grundar sig. Särskilt ansåg man det vara viktigt, att även de blivande livsmedelforskarna få kunskaper i den s.k. processidan av livsmedelindustrin. Med dessa mål för ögonen borde högskolornas kemiska undervisning kompletteras och effektiviseras.

Det vore skäl att försöka påskynda utvecklandet av livsmedellagstiftningens och den av denna lagstiftning förutsatta övervakningen. Vi ha ännu flere stora grupper av livsmedel såsom smör, ost, fisk och fiskprodukter, näringsfett, spannmålsprodukter o.s.v., för vilka icke i lagstiftningsväg utgivits några förordningar angående kvaliteten. Vid övervakningen borde fästas en särskild uppmärksamhet vid, förutom livsmedlens hygieniska beskaffenhet, även dessas kemiska sammansättning och isynnerhet de vid den tekniska processen eventuellt tillsatta kemikalernas betydelse.

Med beaktande av ett litet lands begränsade resurser, borde man såväl vid den allmänna livsmedelforskningen som vid övervakningen sträva till en effektiv centralisering.

Det konstaterades ytterligare, att det i vårt land icke finnes något sådant organ, i vilket man utan dröjsmål kunde få publicerat undersökningsresultat, vilka vore värda att publiceras, men åt vilken författaren av någon anledning icke kunnat ge en form, som fyller strängare fordringar. För avlägsnande av denna olägenhet diskuterades möjligheterna av att begynna utgivandet av en tidskrift, vilken skulle stödas av såväl de olika grenarna av livsmedelindustrin, som av undersökningsanstalterna.

Fil.dr Birgit Monnberg redogjorde för de sedan länge inom den nordiska metodikommittén för livsmedel under behandling varande frågorna om för- enhetligheten i de nordiska länderna av terminologin för konserverade produkter. På detta område har tills dato använts en brokig mångfald av benämningar. Metodikommittén godkände på sitt senaste årsmöte i september i Oslo ett förslag till definition av konserver, varigenom dessa uppdelas i två huvudgrupper: helkonserver och halykonserver.

Frågan kommer att slutgiltigt behandlas vid Metodikommitténs möte nästa år. Därförinnan skola de olika skandinaviska ländernas kommittéer taga ställning till förslaget. Efter diskussionen beslöts, att man skulle införskaffa ett utlåtande om förslaget av Livsmedelindustriförbundet.

Vid mötet voro närvarande 45 personer, medlemmar och representanter för livsmedelindustrin. Som nya medlemmar intogs 9 personer.

Väinö I. Salminen

Finska Kemistsamfundets Meddelanden

Annonspris för $\frac{1}{4}$ sida

| | |
|-------------------|----------|
| på annonssidor | 8.000:— |
| på sidor mot text | 10.000:— |
| på bakpärmen | 10.000:— |

Prenumerationspris

| | |
|---------------|-------|
| i Finland | 400:— |
| till utlandet | 500:— |

Annons- och prenumerationsärenden

Fil.mag. B. C. Fogelberg

Centrallaboratorium Ab S. Hesperia g. 4. tel. 44 01 01, 67 10 19

Suomen Kemistiseuran Tiedonantoja

Ilmoitushinnat $\frac{1}{4}$ sivulta

| | |
|-----------------------------|----------|
| ilmoitussivulla | 8.000:— |
| tekstin vastaisella sivulla | 10.000:— |
| takakannessa | 10.000:— |

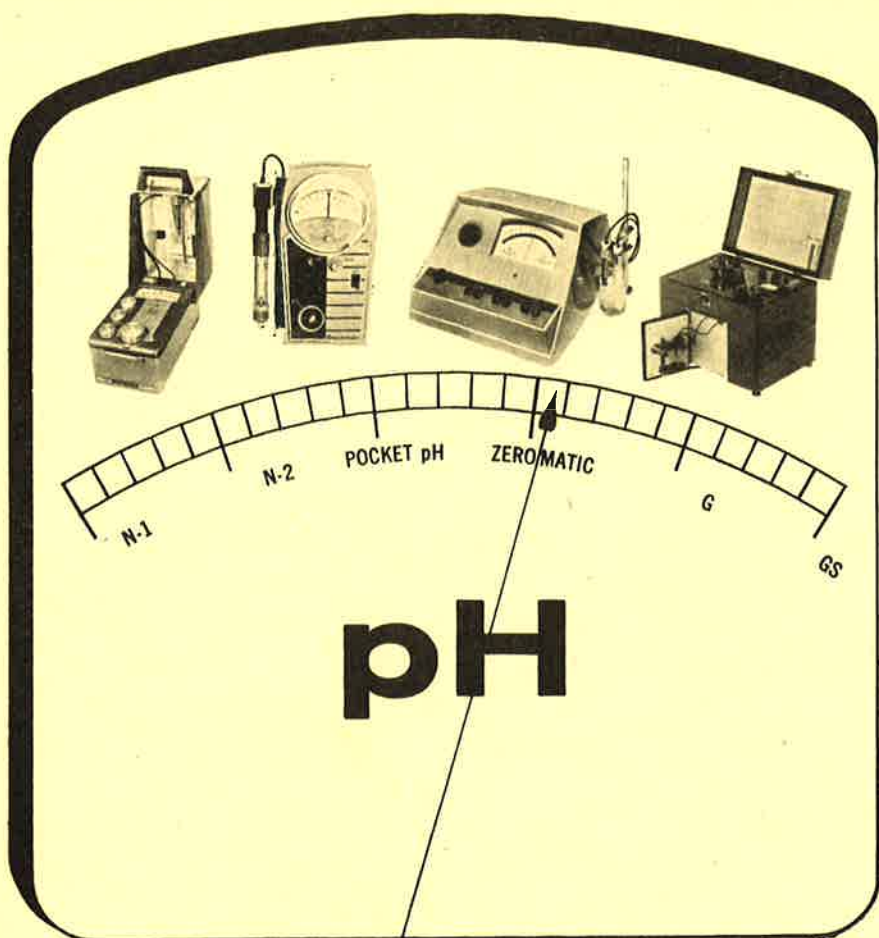
Tilaushinta vuosikerralta

| | |
|------------|-------|
| Suomessa | 400:— |
| Ulkomailla | 500:— |

Ilmoitus- ja tilausasiat

Fil.maist. B. C. Fogelberg

Oy Keskuslaboratorio E. Hesperiank. 4. puh. 44 01 01 67 10 19



BETYDER sedan 1935 BECKMAN

det finns en Beckman mätare för varje behov och varje budget.

Fick-pH: liten, batteridrivna modell för snabba, tillförlitliga mätningar

N 1: robust, transportabel modell för industrin

N 2: transportabel modell, speciellt ägnad för fältarbete

H 2: sedan länge känt laboratorieinstrument för nätanslutning

Zeromatic: nytt laboratorieinstrument, nätanslutet, tryckknappsystem, automatisk 0-punkts kompensering, etc.

G: batteridrivna standardinstrument för laboratoriebruk

GS: högkänsligt batteridrivna laboratorieinstrument

W: för kontinuerliga mätningar i driften.



G. W. BERG & Co

Helsingfors - Fabiansg. 14

Tel. 11 541