

Ansatz	Erhitzungsdauer	gef. Wert	ber. Wert	Differenz
3 Teile Kongo/	1 h/280 °C	897	787	+ 110
	2 h/280 °C	983	846	+ 137
4 Teile Öl	3 h/280 °C	1033	910	+ 123
	1 h/280 °C	934	786	+ 148
2 Teile Kongo/	2 h/280 °C	1029	855	+ 174
	3 h/280 °C	1124	930	+ 194

Auf die Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis der Öl-Lackbereitung kann aus naheliegenden Gründen nicht weiter eingegangen werden. Es kann aber immerhin als bemerkenswertes Resultat der im Grunde genommen sehr einfachen Versuche angesehen werden, daß eine so alte Technik wie die Lackindustrie aus ihnen zu profitieren vermochte, was zu weiteren Forschungen solcher Art nur anregen kann.

Zum Schluß erfüllen wir noch die angenehme Pflicht, der Lackfabrik Hermann Frenkel in Leipzig-Mölkau für bereitwillige Überlassung wertvoller Rohstoffe unsern Dank zum Ausdruck zu bringen.

## Das Molargewicht.

Von OTTO LIESCHE, Seelze b. Hannover.

Das Beckmann-Thermometer und die Beckmannschen Methoden zur Bestimmung des Molargewichtes gelöster Stoffe haben den Namen des Mannes, dessen Lebenswerk seine Schüler an seinem siebzigsten Geburtstag dankbar anerkennen und den Fachgenossen in würdige Erinnerung bringen wollen, schon seit mehr als dreißig Jahren in die wissenschaftlichen Kreise aller Nationen getragen.

Merkwürdig und bezeichnend für die Vielseitigkeit der geistigen und praktischen Betätigung des Jubilars ist es, daß das Wesen seines anderen, weltberühmt gewordenen Erfolges, der Beckmannschen Umlagerung, hiervon grundverschieden ist.

Auf der einen Seite, bei den Molargewichtsbestimmungen, hat es sich darum gehandelt, den großen erkenntnistheoretischen Fortschritt, den uns die Entdeckung des osmotischen Druckes und die darauf begründete Lösungstheorie gebracht haben, der alltäglichen Praxis des Laboratoriums nutzbar zu machen. In minutiöser Konstruktions- und Erfindertätigkeit wurden physikalische Apparate und Methoden gefunden, in ausdauernder Geduld ständig vervollkommen und vereinfacht. Auch in der Hand des Chemikers ohne große Beherrschung physikalischer Technik arbeiten die Methoden so präzis, daß sie jene ideale Theorie an vielen Tausenden von Stoffen bewahrheiteten und dadurch diesen Stoffen ihren Platz in dem umfassenden System der Hunderttausende sicherstellten.

Auf der anderen Seite, bei der Beckmannschen Umlagerung, haben wir eine ausgesprochen chemische Entdeckung, entstanden durch intuitiv richtig gewählte Bedingungen und durch glückliche Beobachtung an sich einfacher chemischer Versuche. Die Bedeutung der Beckmannschen Umlagerung hatte zunächst scheinbar nur engere Grenzen. Die noch ungeklärte Isomerie der Oxime kehrte in den Umlagerungsprodukten als leicht zu erkennende Stellungsisomerie wieder, wodurch Rückschlüsse auf die Konstitution der Oxime ermöglicht wurden. Gerade in den letzten Jahren ist die Beckmannsche Umlagerung wieder in den Vordergrund des Interesses getreten, einmal dadurch, daß ihr eingehenderes Studium zu einer Umkehrung der bisherigen Auffassung der Cis-Trans-Isomerie der Oxime zu führen scheint, sodann durch den Vergleich mit anderen bekannten Umlagerungsreaktionen, bei denen Atome oder Radikale ihre Bindestelle im Molekül wechseln. Auch die Beckmannsche Umlagerung scheint mit dazu berufen zu sein, von der chemisch-experimentellen Seite her in das Dunkel der Valenzbindung und Valenzlösung weiter vorzudringen, in das von der anderen Seite her physikalische Forschung und Theorie starke Schlaglichter entgegenwerfen.

So führt uns die Beckmannsche Umlagerung auf die aller-neuesten noch der Lösung harrenden Probleme chemischer und physikalischer Forschung, während die Molargewichtsbestimmungen uns zunächst zurückführen auf einen der festest gefügten Grundpfeiler physikalisch-chemischer Erkenntnis.

Die Beckmannschen Apparate und Methoden zur Molargewichtsbestimmung sind allbekannt; sie bedürfen hier keiner Beschreibung und besonderen Würdigung. Das Verdienst Ernst Beckmanns um die Molargewichtsbestimmung möge aber dadurch gefeiert werden, daß derjenige Schüler, der wohl die meisten Bestimmungen gemeinsam mit dem Meister ausgeführt hat, es versucht, zusammenfassend zu zeigen, worin der tiefere Sinn und die grundlegende Bedeutung des Molargewichtes für die chemische Forschung liegen, des Molargewichtes, dessen Bestimmung uns Ernst Beckmann so leicht und bequem gestaltet hat.

Der Begriff des Molargewichtes wurde 1811 von Avogadro geschaffen, seinen Taufnamen hat er erst später erhalten. Er bildet die logische Brücke zwischen Physik und Chemie und beherrscht das Mittelgebiet der physikalischen Chemie. Auf der Avogadro'schen Regel und der Thermodynamik hat W. Nernst sein klassisches Lehrbuch der „Theoretischen Chemie“ in logischer Konsequenz systematisch aufgebaut und damit die beherrschende und verknüpfende Rolle des Molargewichtes ausdrücklich betont.

Denn die Avogadro'sche Regel ist nichts anderes, als die grundlegende Definition des Begriffes „Molargewicht“, und das Molargewicht bedeutet solche Gewichtsmengen verschiedener Stoffe, die bei gleicher Temperatur in dem gleichen Volumen des gleichen Mediums gewisse thermodynamische Wirkungen gleicher Größe äußern.

Diese Wirkungen sind vornehmlich: der äußere Druck im Gaszustand und der osmotische Druck im Zustand verdünnter Lösung. Dem letzteren wiederum proportional sind unter gleichen Bedingungen die Gefrierpunktserniedrigung und die Siedepunktserhöhung des Lösungsmittels, welch letztere in den Beckmannschen Apparaten bestimmt werden, um daraus das Molargewicht zu ermitteln.

Die Verschiedenartigkeit der chemischen Stoffe äußert sich hierbei nur in den verschiedenen Massenkonzentrationen, die zur Erzielung gleichgroßer Wirkungen notwendig sind.

Diese Wirkungen könnten folglich dazu dienen, die Mannigfaltigkeit der chemischen Stoffe nach dem einfachen Größenbegriff des Molargewichtes zu ordnen. Insofern beherrscht und verknüpft das Molargewicht tatsächlich die Gesamtheit der chemischen Stoffe, und deshalb hat Wilhelm Ostwald jene Wirkungen, in denen sich das Molargewicht äußert, „kolligative Eigenschaften“ genannt.

Wenn wir das Maß einer kolligativen Eigenschaft, etwa eine beobachtete Gefrierpunktserniedrigung oder Siedepunktserhöhung mit  $e$ , die Massenkonzentration des untersuchten, etwa in Lösung befindlichen Stoffes, d. h. sein Gewicht in der Volumeinheit mit  $c$  bezeichnen, so gilt für das Molargewicht  $M$  ganz allgemein die Gleichung:

$$(1) \quad M = K \cdot \frac{c}{e},$$

worin  $K$  eine von der Natur des untersuchten Stoffes unabhängige Konstante, die sogenannte Molargewichtskonstante ist.

Für Gasdruck und osmotischen Druck als kolligative Eigenschaften ist übereinstimmend  $K = R \cdot T$ , d. h. die in der Thermodynamik immer wiederkehrende Arbeitsgröße, die bei der Temperatur  $T = (273 + t)^\circ\text{C}$  dazu gehört, um den für die molare Menge oder ein Mol eines Stoffes eingenommenen Raum entgegen dem äußeren Druck oder dem osmotischen Druck  $p = e$  zu schaffen. Die sogenannte Gaskonstante  $R$  hat den Wärmewert von 1,986 cal.

Für Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung hat die Molargewichtskonstante  $K$  jeweils verschiedene, von der gewählten Methode und dem gewählten Lösungsmittel abhängige Werte. Für eine große Anzahl von Lösungsmitteln hat Ernst Beckmann selbst diese Konstanten, die „molare Gefrierpunktserniedrigung“ und die „molare Siedepunktserhöhung“ bestimmt, und andere haben die Liste vervollständigt.

Hierbei wird die Konzentration  $c$  des gelösten Stoffes, dem praktischen Bedürfnis entsprechend, nicht auf ein bestimmtes Volumen, sondern auf ein bestimmtes Gewicht des Lösungsmittels bezogen, z. B. auf 1000 g Lösungsmittel.

Dann ist  $K$  diejenige „molare“ Gefrierpunktserniedrigung, bzw. Siedepunktserhöhung, die durch ein Mol des gelösten Stoffes in 1000 g Lösungsmittel bedingt würde, wenn die idealen Grenzgesetze bis zu dieser Konzentration streng gültig wären, d. h. wenn der Bruch  $c/e$  in Gleichung (1) bis zu dieser Konzentration konstant bleiben würde.

In Wahrheit jedoch bleibt die Größe der kolligativen Eigenschaft  $e$  meist hinter der gleichzeitig anwachsenden Konzentration  $c$  verhältnismäßig zurück; der Bruch  $c/e$  wird also mit steigender Konzentration größer.

Wenn nun Gleichung (1) als algebraischer Ausdruck der Avogadro'schen Regel, mithin als Definitionsgleichung für das Molargewicht  $M$  gelten soll, muß ein Anwachsen des Molargewichtes mit der Konzentration gefolgt werden. Umgekehrt sinkt das Molargewicht mit wachsender Verdünnung, um sich einem für unendliche Verdünnung geltenden kleinsten Werte zu nähern, der aus einer Bestimmungsserie am leichtesten graphisch extrapoliert wird.

Unsere Aufmerksamkeit kann sich einmal jenen Änderungen des Molargewichtes mit der Konzentration, sodann dem gekennzeichneten kleinsten Grenzwert zuwenden.

Im ersten Fall begegnen wir dem Interesse des Physiko-Chemikers, im zweiten Fall dem Interesse des analysierenden und synthetisierenden Stoffchemikers.

Die physikalische Chemie führt die Änderung des Molargewichtes mit der Konzentration auf eine Änderung der Molzahl zurück, die

bedingt ist durch eine chemische Reaktion, insbesondere durch eine mit der Konzentration wachsende Polymerisation oder eine mit der Verdünnung zunehmende Dissoziation normaler Moleküle.

Als Beispiel betrachten wir den einfachen Zerfall eines als normal angenommenen Moleküls  $M$  in zwei gleiche Einzelmoleküle. Die Methoden der Molargewichtsbestimmung ergeben dann ein mit der Verdünnung abnehmendes anomales, kleineres Molargewicht  $M'$  und der Bruchteil  $\delta$  der zerfallenen Moleküle, d. h. der Dissoziationsgrad ist jeweils:

$$(2) \quad \delta = \frac{M - M'}{M}$$

Die Berechtigung dieser Deutung läßt sich an der Geltung des Massenwirkungsgesetzes dartun, das zur Formulierung einer Gleichgewichtskonstante, in diesem Fall der Dissoziationskonstante  $C$  führt:

$$(3) \quad C = \frac{4\delta^2}{v(1-\delta)} = \frac{4g(M-M')^2}{M \cdot M' (2M' - M)},$$

wobei  $v$  das Volumen (in Litern) ist, welches ein Mol der als nicht dissoziiert angenommenen Substanz enthält, während  $g$  das in 1 l befindliche Substanzgewicht ist.

Bei genügend langsamem Verlauf einer vollständigen Dissoziation, bei der  $\delta$  schließlich gleich 1 wird,  $C$  also den Wert „Unendlich“ hat, läßt sich die Änderung des Molargewichtes  $M'$  zeitlich verfolgen und durch Berechnung eines Geschwindigkeitskoeffizienten  $k$  die Reaktionsordnung bestätigen. Für die monomolekulare Reaktion  $A = 2B$  ist z. B.:

$$(4) \quad k = -\frac{1}{\tau} \ln(1-\delta) = +\frac{1}{\tau} \ln\left(\frac{M'}{2M' - M}\right)$$

worin  $\tau$  die seit Beginn der Reaktion verflossene Zeit in Minuten,  $\ln$  das Zeichen des natürlichen Logarithmus ist. Multimolekulare Reaktionen folgen anderen Gesetzen.

Ein wichtiger Sonderfall von Dissoziationszuständen ist die elektrolytische Dissoziation gelöster Stoffe. Das einfachste Beispiel hierfür ist der Zerfall binärer Elektrolyte in 1 Anion und 1 Kation:  $(AK) = A' + K'$ . Hierbei geben die Methoden der Molargewichtsbestimmung ebenfalls ein anomal kleines Molargewicht  $M'$ , weil die Ionen sich molekularkinetisch wie selbständige Teile verhalten. Das Verhältnis

$$(5) \quad i = \frac{M}{M'} = 1 + \delta$$

worin  $M$  das Molargewicht des nichtdissoziierten Elektrolyten ist, hat als van't Hoff'scher Faktor eine wichtige historische Rolle gespielt, und die gesetzmäßige Verknüpfung dieses zunächst geheimnisvollen Faktors  $i$  mit der molaren elektrischen Leitfähigkeit durch Arrhenius führte den Sieg der Ionentheorie herbei.

Wir begnügen uns mit diesen Hinweisen, um an die Bedeutung des Molargewichtes als eines rein physikalischen bzw. thermodynamischen Begriffes zu erinnern. Gerade die Anomalien und ihre Deutung als Polymerisations- und Dissoziationsvorgänge oder allgemeiner als chemische Reaktionen in Übereinstimmung mit dem Massenwirkungsgesetz stehen hier im Vordergrund des Interesses.

Ernst Beckmann hat durch eigene Experimentaluntersuchungen zur Klärung mancher wichtiger Fragen auf diesem Gebiete beigetragen. Erwähnt seien folgende Befunde: Die Gleichgewichtsschmelze des Schwefels vom „natürlichen Gefrierpunkt“  $114,5^\circ$  besteht aus einem Gemisch von 2,78%  $S_4$  und 97,22%  $S_8$ .  $S_8$ - und  $S_6$ -Moleküle werden in verschiedenen Lösungsmitteln weitgehend aufgespalten. Für die Merkurohalogenide wurden die Formeln  $Hg_2Cl_2$ ,  $Hg_2Br_2$ ,  $Hg_2J_2$  bestätigt. In siedendem Quecksilber konnten quecksilberreiche „Hydrargyrate“ der Alkali- und Erdalkalimetalle nachgewiesen werden, während Schwer- und Edelmetalle im wesentlichen einatomig ohne Anlagerung von Quecksilber gelöst sind; Thallium nimmt eine Mittelstellung ein. Man erkennt, welche Bedeutung Molargewichtsbestimmungen auch für die Valenzbeteiligung und die Koordination haben können.

Die Anwendbarkeit der Beckmannschen Methoden ist nicht auf einphasische Gebilde beschränkt. Der Nernstsche Verteilungssatz führt zur Einbeziehung einer zweiten, festen oder gasförmigen Phase, die mit der Lösung sich im Gleichgewicht befindet. Zur experimentellen Erfassung dieser zweiten Phase hat Ernst Beckmann wichtige Hilfsapparate geschaffen: eine Zentrifugereinrichtung zur sauberen Abtrennung einer beim Gefrieren einer Lösung sich abscheidenden festen Lösung (z. B. Jod-Benzol); eine Destilliervorrichtung, welche ein Destillat liefert, das wirklich der Dampfzusammensetzung im Gleichgewicht mit der siedenden Lösung entspricht (z. B. Jod-Benzol, Eisessig-Benzol).

Auch die einfache rechnerische Behandlung dieser komplizierteren Fälle ist zuerst von Ernst Beckmann gezeigt worden. Die Gleichung (1) erfährt folgende Abänderung:

(6)

$$M = K \cdot \frac{c}{e} (1 - \alpha)$$

wobei  $\alpha$  den Teilungskoeffizient des gelösten Stoffes zwischen einer zweiten (festen oder dampfförmigen) Phase und der Lösung bei gleicher Molgröße in beiden Phasen darstellt. Wenn das mittlere Molargewicht infolge verschieden großer Dissoziation bzw. Polymerisation verschieden ist, wird die Rechnung verwickelter, führt aber dadurch zum Ziele, daß Gleichung (6) für jede einzeln zu betrachtende Molekülart gilt, deren Mengenverhältnis innerhalb jeder Phase durch das Massenwirkungsgesetz geregelt ist (z. B. Eisessig-Benzol).

Wir haben die physikalisch-chemische Bedeutung der Beckmannschen Methoden in den Vordergrund gestellt, weil sie trotz ihrer Wichtigkeit den meisten Fachgenossen wohl weniger vertraut geworden ist und auch für moderne Probleme eine wertvolle Hilfe bietet, die nicht überall in dem Maße und in der Weise ausgenutzt zu werden scheint, wie es zum Vorteil der Forschung geschehen könnte.

Für die Chemie der Einzelstoffe kommt die Feststellung eines bestimmten, als normal zu betrachtenden Molargewichtes hauptsächlich in Frage. Zu einem solchen gelangt man auch im Falle der besprochenen, von der Konzentration abhängigen Anomalien, wenn man sich praktisch dem idealen Grenzfall, d. h. sehr großer Verdünnung nähert, oder wenn man aus einer Serie abweichender Werte auf unendliche Verdünnung extrapoliert.

Die Bedeutung des Molargewichtes für die Stoffchemie liegt darin, daß das physikalisch ermittelte Molargewicht erfahrungsgemäß als Summe der analytisch feststellbaren Teile (Elemente oder Elementgruppen), im besonderen als Atomgewichtssumme einer Verbindung dargestellt werden kann.

Die rein chemischen Begriffe des Atomgewichtes, Verbindungs- gewichtes, Äquivalentgewichtes, Radikalgewichtes sind auf Grund der chemischen Analyse durch einen logischen Prozeß gebildet worden, den Wilhelm Wundt eine isolierende Abstraktion genannt hat.

Diese chemisch-analytischen Begriffe führen aber durch rückwärtige Synthese nicht notwendigerweise zu dem Atomkomplex, der als Molekül eine physikalische oder thermodynamische Selbständigkeit besitzt, also nicht unbedingt zum Molargewicht, sondern nur zu einem Minimum, einem „Minimalgewicht“, von dem das Molargewicht ein ganzes Vielfaches sein kann.

Das „Minimalgewicht“ ist nur dadurch bestimmt, daß in ihm das Gewicht jedes einzelnen analytisch bestimmten Teiles (Atom oder Atomgruppe) mindestens einmal vorhanden sein muß. In dieser Weise ist dem organischen Chemiker das Minimalgewicht als Atomgewichtssumme der sogenannten empirischen Bruttoformel bekannt.

Jede einzelne quantitative analytische Feststellung an einem chemisch reinen Stoff liefert ein solches Minimalgewicht. Es seien  $g$  Gramm des Bestandteiles  $B$  (Element oder Radikal) in 100 Gramm der Verbindung enthalten, wobei  $B$  gleichzeitig das Verbindungs- gewicht (Atomgewicht, Radikalgewicht) des Bestandteiles bedeutet, so ist ein Minimalgewicht der Verbindung:

$$(7) \quad \text{Min.} = \frac{100}{g}$$

Die letzte Entscheidung darüber, welches ganzzahlige Vielfache  $n$  eines so erhaltenen Minimalgewichtes das Molargewicht darstellt, kann nur eine physikalische Methode der Molargewichtsbestimmung bieten. Die Zahl

$$(8) \quad n = \frac{\text{Molargewicht}}{\text{Minimalgewicht}}$$

gibt gleichzeitig an, wie oft der analytisch ermittelte Bestandteil im Molekül enthalten ist.

Das Minimalgewicht ist implizit in jeder Rechnung enthalten, welche analytische Daten mit den Befunden einer Molargewichtsbestimmung verknüpft, um ein abschließendes Urteil über die Zusammensetzung einer Verbindung zu gewähren. Es empfiehlt sich, bei Auswertung experimenteller Befunde, das Minimalgewicht explizit hervortreten zu lassen und durch Gleichung (8) mit dem Molargewicht in Beziehung zu setzen.

Dies Verfahren ist namentlich bei Stoffen am Platze, deren Zusammensetzung und Konstitution noch zweifelhaft sind. Es ermöglicht eine schriftweise, methodische Aufklärung, vermeidet allzu vage Hilfs- hypothesen in Form provisorischer, unsicherer Formeln, erspart somit Umwege des Rechnens und Denkens, die ihrerseits sogar Umwege der experimentellen Arbeit selbst bedingen können.

Der Begriff des Molargewichtes ist den chemischen Begriffen Atomgewicht, Verbindungs- gewicht, Äquivalentgewicht, Radikalgewicht sowie dem Summenbegriff „Minimalgewicht“ übergeordnet. Erst durch die Überordnung des in den kolligativen Eigenschaften sich äußern- den Molargewichtes über das quantitative chemische Verhalten eines chemischen Stoffes wird der erkenntnistheoretisch befriedigende Abschluß der chemischen Synthese erreicht.

Wilhelm Wundt hat dieses logische Verfahren der wissenschaftlichen Methodik „Kolligation“ genannt und versteht darunter die Umkehrung der isolierenden Abstraktion, nämlich eine verbindende Begriffsbildung (Determination).

Die Beckmannschen Methoden zur Molargewichtsbestimmung haben diesen methodischen Abschluß für Tausende von Stoffen ermöglicht.

Das Wirken Ernst Beckmanns auf dem der Physik und der Chemie gemeinsamen Boden der klassischen physikalischen Chemie hat wesentlich mit dazu beigetragen, diesen Boden für die praktische Forschung fruchtbar zu machen. Die Methoden der Molargewichtsbestimmung in Lösungen werden ihre Bedeutung für den weiteren Fortschritt wissenschaftlicher Erkenntnis nicht verlieren. Die oben gelegentlich erwähnten Probleme der Valenzbetätigung und der Koordination stehen heute im Vordergrund des Interesses. Wie die Feststellung des Molargewichtes von Verbindungen oft erst zur Erkenntnis der Normalvalenz eines Elementes geführt hat, z. B. beim Beryllium, so ist das Molargewicht der letzte entscheidende Faktor für die Bestätigung anomaler Valenzen, wie beim dreiwertigen Kohlenstoff und beim zweiwertigen Stickstoff, oder beim vierwertigen Sauerstoff.

So führen uns schließlich auch die Molargewichtsbestimmungen ähnlich wie die Beckmannsche Umlagerung zu den neuesten Problemen von grundlegender Bedeutung. Der Jubilar kann mit Freude und Stolz auf sein Lebenswerk zurückblicken. Es ist mit den Grundpfeilern unserer Wissenschaft so fest verankert, es hat der Forschung so wichtige Hilfsmittel geschenkt, daß es noch lange fruchtbringend weiterwirken wird.

## Über den Einfluß des Lichts auf Textilfasern.

Von P. WAENTIG.

Mitteilung aus dem Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie in Dresden

Vor einiger Zeit habe ich eine Untersuchung veröffentlicht, in der ich Versuche über die Lichtempfindlichkeit von Textilfasern mitteilte<sup>1)</sup>. Solche Versuche sind in systematischer Weise bisher noch in verhältnismäßig geringem Umfang durchgeführt worden, haben aber zweifellos praktische Bedeutung, weil der Gebrauchswert der Textilfasern in vielen Fällen nicht unwesentlich von ihrer Lichtbeständigkeit abhängt, ferner haben sie aber auch nicht geringes theoretisches Interesse, weil es vielleicht gelingen könnte, auch durch photochemische Umsetzungen einen Weg zur Klärung des Konstitutionsproblems der Cellulosefaser anzubahnen.

Die Textilfasern zerfallen bekanntlich, vom chemischen Standpunkt aus betrachtet, in zwei große Hauptgruppen, nämlich diejenigen Fasern, deren Grundsubstanz Eiweißkörper bilden und diejenigen, die aus Cellulose bestehen. In der genannten Arbeit habe ich mich in erster Linie mit der ersten Gruppe beschäftigt. Hier lagen schon einige Versuche vor, so von E. Ristenpart<sup>2)</sup> an beschwerter Seide, von Kerteß<sup>3)</sup> an Wollstoffen. Beide Autoren haben eine beträchtlich zerstörende Lichtwirkung an den genannten Textilfabrikaten festgestellt. Ich habe mich, um einfachere, klar zu übersehende Verhältnisse zu schaffen, der Untersuchung der Textilfaserelemente zugewandt, wozu der von Kraiss und Colditz<sup>4)</sup> konstruierte Einzelfaserprüfapparat gute Möglichkeit bot, und habe zunächst nur mit einer künstlichen Lichtquelle von konstanter und reproduzierbarer Lichtstärke, nämlich einer Quarzquecksilberlampe, gearbeitet, um gut vergleichbare Versuche machen zu können. Die einzelnen Textilfasern wurden zu diesem Zwecke auf einer weißen Unterlage ausgespannt und eine bestimmte Zeit (bis 24 Stunden) der Bestrahlung einer Quarzquecksilberlampe von 1500 H. K. im Abstand von 25–30 cm ausgesetzt. Es wurde dann der Einfluß der Belichtung auf Dehnbarkeit und Festigkeit der Wollhaare und der Rohseide durch Vergleich der Reißbelastung und Bruchdehnung bei unbelichtetem und belichtetem Haar bestimmt. Das Ergebnis der schon so recht zeitraubenden Versuche war dadurch getrübt, daß die Wollhaare derselben Gattung sich recht verschieden verhalten, so daß eine viel größere Anzahl von Einzelversuchen erforderlich gewesen wäre, um sichere Angaben über den prozentualen Dehnbarkeits- und Festigkeitsverlust machen zu können. Immerhin ergab ein Vergleich die bemerkenswerte Tatsache, daß fettarme, gewaschene Wolle etwas lichtempfindlicher ist als fettriche Rohwolle, und daß Wolle im ganzen bedeutend weniger lichtempfindlich ist als unbeschwertete Rohseide und die aus Cellulose bestehenden Textilfasern, z. B. Baumwolle, Leinen und gewisse Kunstseiden, wenigstens

soweit die Wirkung einer an ultravioletten Strahlen sehr reichen künstlichen Lichtquelle in Frage kommt.

Was zunächst die aus Eiweißkörpern bestehenden Textilfasern anlangt, so ergab sich, daß die Wirkung der Lichtquelle auf die Seidenfäden sich auf die kurzwelligen, das Glas nicht durchdringenden ultravioletten Strahlen beschränkt, denn schon durch ein Bedecken der Seidenfäden mit einer Glasplatte konnte die sonst sehr erhebliche Lichtwirkung praktisch aufgehoben werden. Ob die geringfügige Lichtwirkung auf die Wollhaare auch nur den ultravioletten Strahlen zuzuschreiben sei, diese Frage zu beantworten, hätte wesentlich längere Belichtungsdauern notwendig gemacht. Ob insbesondere die mit der künstlichen Lichtquelle an den Textileinzelfasern festgestellte Lichtempfindlichkeit sich auch bei Bestrahlung mit natürlichem Licht wiederfinden würde, blieb die Frage. Um sie zu klären, sind eine Reihe neuer Versuche gemacht worden, über die im nachstehenden berichtet werden soll.

Im Laufe des vorigen Sommers wurden von fünf verschiedenen Wollarten Muster in der beschriebenen Weise lange Zeit der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt, so daß sie möglichst viel direktes Sonnenlicht erhielten. Leider waren die Versuche durch die vorjährigen, ungünstigen Witterungsverhältnisse beeinträchtigt, die Belichtungszeit betrug ungefähr 3 Monate. Geprüft wurden: 1. eine deutsche B-Wolle, 2. eine Puntas-Arenas-Wolle, 3. Buenos-Aires-Wolle, 4. eine sogenannte Gerberwolle und 5. eine Lammwolle. Die ersten drei Arten wurden sowohl in Form von Rohwolle als in fabrik-gewaschenem Zustand untersucht; sämtliche Muster stammten aus ein und derselben Wollwäscherei. Außerdem wurden Proben dieser Wollen wiederum 24 Stunden im Abstand von etwa 25 cm der Einwirkung des Quecksilberlichts in der beschriebenen Weise ausgesetzt. Da jetzt eine sehr große Zahl von Einzelmessungen (für jede Probe etwa 80 Einzelmessungen) ausgeführt wurde, so liegen noch nicht sämtliche Ergebnisse, sondern nur die der Puntas-Arenas-Wolle und der Buenos-Aires-Wolle vor; sie sind im folgenden zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

Herkunft	Vorbehandlung	Unbelichtet		Künstl. belichtet, Quarzquecksilberl.		Natürliches Licht (Sonne)	
		Reißbelastung g	Dehnbarkeit %	Reißbelastung g	Dehnung %	Reißbelastung g	Dehnung %
Puntas-Arenas	Schweißwolle fabrikgew.	9,4	40	9,0	39	10,8	39
	Wolle	9,5	41	9,1	38	10,0	38
Buenos Aires	Schweißwolle fabrikgew.	12,0	45	11,7	42	11,0	45
	Wolle	11,9	46	10,2	41	11,1	43

Danach bestätigt sich, was zunächst den Einfluß der künstlichen Belichtung anlangt, der frühere Befund, daß nämlich bei den angewandten Versuchbedingungen mit Sicherheit eine Änderung der Reißfestigkeit und Dehnbarkeit kaum festzustellen ist. Was den Einfluß der natürlichen Belichtung anlangt, so ist auch hier eine erhebliche Schwächung der Faser oder eine beträchtliche Abnahme der Dehnbarkeit nicht festzustellen. Am empfindlichsten erwies sich die deutsche B-Wolle. Die Vermutung, daß die Lammwolle besonders lichtempfindlich sein würde, bestätigte sich nicht. Zusammengehalten mit den von Kerteß bei sehr langdauernder Belichtung an Gewebeproben festgestellten Änderungen und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die ungünstigen Witterungsverhältnisse keine sehr intensive Sonnenbestrahlung ermöglichten und daß gegebenenfalls bei Vergleich anderer physikalischer und chemischer Eigenschaften der Wolle vorhandene Schädigungen deutlicher zur Beobachtung hätten gelangen können, muß demnach angenommen werden, daß die durch das Licht am intakten Wollhaar vor sich gehende Veränderung ein verhältnismäßig langsam verlaufender und daher nur bei langdauernder, intensiver Belichtung sich kenntlich machender Vorgang ist. Kerteß hat an mit künstlichem Licht belichteter Wolle auch eine chemische Veränderung nachgewiesen, indem er zeigte, daß die belichtete Wolle an ein alkalisches Bad mehr Eiweiß abgibt als unbelichtete, was er mit Hilfe der Intensität der Biuretreaktion nachwies. Es wäre daraus zu schließen, daß das Licht die Keratinsubstanz des Wollhaars in Alkali leichtlösliche Peptonkörper spaltet. Diese Spaltung der Eiweißmoleküle oder Molekularaggregate könnte danach als Ursache für die Festigkeitsabnahme angesehen werden.

Ein Fingerzeig für die Ursache der Dehnbarkeitsabnahme könnte darin zu suchen sein, daß, wie sich herausgestellt hat, die sogenannte Allwörden'sche Reaktion bei belichteter Wolle nicht mehr ein-

<sup>1)</sup> Textile Forschung 3 [1921], Nr. 1, S. 15.

<sup>2)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 1909, Nr. 1, S. 18.

<sup>3)</sup> Textile Forschung 1 [1919], Nr. 3.

<sup>4)</sup> Vgl. Textile Forschung 3 [1921], Nr. 2, S. 86.