

Über das Wesen des Färbeprocesses

von

G. v. Georgievics.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Staats-Gewerbeschule in Bielitz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. November 1894.)

In früheren Abhandlungen¹ ist gezeigt worden, dass die bisher zu Gunsten einer chemischen Auffassung des Färbeprocesses angeführten Gründe hinfällig sind und dass auch die von O. Witt citirten und discutirten Thatsachen keineswegs dazu berechtigen, die substantiven Färbungen als »feste Lösungen« aufzufassen.

In der letzten Abhandlung über diesen Gegenstand habe ich aber die Frage, ob nicht doch vielleicht eine Analogie zwischen Färbungen und Lösungen bestehe, offen gelassen und zugleich die Untersuchung einer »reversiblen« Färbung angekündigt, da offenbar zuerst solche einfache Fälle, welche noch am ehesten Lösungserscheinungen sein könnten, untersucht werden müssen.

Von allen Färbungen auf Wolle und Baumwolle ist keine einzige vollkommen reversibel, d. h. es lässt sich keine derselben mit Wasser vollkommen abkochen. Und auch unter den Seidenfärbungen war es nicht leicht, eine solche zu finden. Als vollkommen reversible Färbungen können die Indigocarminfärbungen der Seide² gelten und wurde daher dieser Fall einer näheren Untersuchung unterzogen.

¹ Georgievics, Mittheilungen des Technologischen Gewerbemuseums in Wien, Neue Folge, IV. Jahrg. (1894), S. 205—220 und S. 349—361.

² Beim Abkochen ganz dunkler Färbungen bleibt nur eine minimale, nicht bestimmbare, grünliche Färbung auf der Seide zurück; lichte Färbungen können vollkommen abgekocht werden.

Es handelte sich also um das Studium der Vertheilung des genannten Farbstoffes, respective der Farbstoffsäure zwischen Seide und Farbbad, unter den verschiedensten Mengenverhältnissen. Gewählt wurde die Kochtemperatur, weil bei dieser am schnellsten Gleichgewicht eintritt.

Als Material diene feinstes Indigcarmin¹ des Handels und ein ausserordentlich feines, vollkommen reines Seidengewebe.² Durch mehrere Vorversuche wurde constatirt, dass gleiche Gewichtsmengen desselben, unter sonst gleichen Umständen gefärbt, auch wirklich die gleiche Quantität Farbstoff aufnehmen. Zugleich wurde hiebei auch gefunden, dass nach circa einstündigem Färben bei Anwendung verschiedener Concentrationen Gleichgewicht eingetreten war.

Weiters musste ermittelt werden, mit welcher Genauigkeit die Menge des Farbstoffes mit Hilfe des Wolff'schen Colorimeters bestimmt werden kann.

Diese Methode ist für Lösungen, welche mehr als 0·03 g Indigodisulfosäure in 100 cm^3 enthalten, nicht mehr gut anwendbar; hingegen liefert sie bei sehr stark verdünnten Lösungen ausgezeichnete Resultate, z. B.: Eine Lösung, die 0·001 g Indigodisulfosäure in 100 cm^3 enthielt, ergab bei der colorimetrischen Bestimmung einen Gehalt von 0·00099 g Farbstoff, wobei unter den Vorsichtsmassregeln gearbeitet wurde, welche ich in einer früheren Abhandlung³ angegeben habe.

Die Wahl einer reversiblen, d. h. mit Wasser abkochbaren Färbung gestattete sowohl die von der Seide aufgenommene, wie auch die nach dem Versuch im Farbbad restirende Farbstoffmenge direct zu bestimmen. Der colorimetrische Vergleich aliquoter Theile des Farbbades und der Farblösung, welche durch Abkochen der gefärbten Seide mit Wasser erhalten worden war, bot ausserdem eine willkommene und sehr scharfe Controlle der Richtigkeit der Zahlen, welche die directen Bestimmungen ergeben hatten, z. B:

¹ Sein Farbstoffgehalt wurde durch Titriren mit Kaliumpermanganat bestimmt.

² Lose Seide erwies sich nicht so geeignet für diesen Zweck.

³ Mittheilungen des Technologischen Gewerbemuseums in Wien, Neue Folge, IV. Jahrg. (1894), S. 165.

Direct gefundene Farbstoffmengen:	
Im Farbbad	In der Abkochung
0·023 g	0·0277 g;

aus der letzteren Zahl und dem Verhältniss der Farbstärke der zwei Lösungen ergab sich die Menge des Farbstoffes im Farbbad zu 0·0235 g.

Die colorimetrische Methode ist daher für den vorliegenden Zweck ganz ausgezeichnet geeignet und durch keine andere ersetzbar. Die indirecte Bestimmung des aufgenommenen Farbstoffes ist in diesem Fall nicht zulässig, weil nach dem Versuch die Gesamtmenge des angewandten Farbstoffes immer kleiner ist, als vor demselben. Indigocarminlösungen verringern nämlich ihren Farbstoffgehalt schon in wenigen Stunden:

So zeigte z. B. eine Lösung von 0·00458 g Indigodisulfosäure in 400 cm^3 Wasser nach 48^h (Zimmertemperatur) nur mehr einen Farbstoffgehalt von 0·00375 g; nach weiteren 24^h war derselbe auf 0·003 g gesunken.

Sogar im Dunkeln aufbewahrte Lösungen verändern verhältnismässig rasch ihren Gehalt; am stärksten verändern sich aber verdünnte Indigocarminlösungen, welche höheren Temperaturen ausgesetzt werden, wie dies ja beim Färben geschieht.

Die weiter unten als »Theilungscoëfficient« $\frac{C_s}{C_w}$ angeführten Zahlen sind daher aus drei verschiedenen Bestimmungen berechnet worden. Um eine völlige Garantie für die Richtigkeit der Resultate zu haben, wurde überdies jeder Färbeversuch mindestens zweimal, meist drei bis viermal angestellt. Hierbei wurden nur gut untereinander stimmende Versuche gelten gelassen. Wie weit die Übereinstimmung der bei zwei Versuchen (unter ganz gleichen Umständen angestellt) erhaltenen Zahlen erreicht werden konnte, möge aus folgendem Beispiel ersehen werden:

	Im Farbbad geblieben	Aufgenommen
a)	0·0293 g Farbstoff	0·0197 g Farbstoff
b)	0·0300 »	0·0200 »

In manchen Fällen¹ waren sowohl Farbbad, wie die Abkochung des von der Seide aufgenommenen Farbstoffs grünlich gefärbt und konnten nicht ohneweiters mit der als Type dienenden Indigcarminlösung verglichen werden; die letztere musste dann durch Zugabe einer sehr geringen Menge von Naphtolgelb S auf denselben Farbenton eingestellt werden.

Das Färben geschah in einem Glaskolben am Rückflusskühler, 1^h bei 100° C. unter Zusatz von Schwefelsäure. Nach vollendetem Versuch wurde die Seide sofort (quantitativ) aus dem Bade herausgenommen und ausgespült, eine Concentration des Farbbades durch Verdampfen von Wasser durch sofortiges Abkühlen verhindert.

Die colorimetrischen Bestimmungen wurden sofort vorgenommen, weil sich, wie schon oben gesagt wurde, der Farbstoffgehalt der Lösungen sehr bald verringert.

Der erwähnte Zusatz von Schwefelsäure zum Farbbad machte zwar das Studium dieses Färbevorganges complicirter, allein ohne Säure geht das Färben mit Indigcarmin nur unvollkommen von statten und fängt überhaupt erst bei einer gewissen Concentration des Farbbades an.

Die Menge der zugesetzten Schwefelsäure wurde absichtlich etwas gross gewählt, weil sonst beim Spülen der Seide nach dem Versuch nicht nur die anhaftende Farbflotte, sondern auch ein — allerdings geringer — Theil des aufgenommenen Farbstoffes weggewaschen würde.

Da bei dem in Rede stehenden Färbeprocess vier Factoren, nämlich: Seide (*a*), Farbstoff (*b*), Schwefelsäure (*c*) und Farbflotte (*d*)² ins Spiel kommen, so mussten, um alle Variationen zu erschöpfen, die folgenden sieben Versuchsreihen gemacht werden:

1. *a* variirt; *b*, *c* und *d* constant.
2. *b* » *a*, *c* » *d* »
3. *c* » *a*, *b* » *d* »
4. *d* » *a*, *b* » *c* »

¹ Dieselben sind in der Tabelle mit einem Sternchen bezeichnet.

² Unter diesem Ausdrucke ist die Gesamtmenge der angewandten Flüssigkeit, d. i. Wasser, Schwefelsäure und das Wasser der Farblösung zu verstehen.

5. a/b und c/d constant.
 6. a/c » b/d »
 7. a/d » b/c »

In der nachstehenden Tabelle ist C_s die Farbstoffmenge in 100 g Seide; C_w die Menge des Farbstoffes in 100 cm^3 der Farbflotte nach dem Versuche. $\frac{C_s}{C_w}$ ist daher der Theilungscoëfficient.

Nummer des Ver- suches	Seide g	Farb- stoff g	Schwe- fel- säure g	Flotte cm^3	C_w g	C_s g	$\frac{C_s}{C_w}$	$\frac{\sqrt{C_w}}{C_s}$
I. Versuchsreihe								
1	1	0.0515	0.5	400	0.00771	1.463	190	0.06
2	2	»	»	»	0.0055	1.39	252	0.053
3	3	»	»	»	0.00357	1.132	317	0.053
4	4	»	»	»	0.00266	0.961	360	0.054
II. Versuchsreihe								
5	1	0.0129	0.5	400	0.00132	0.61	468	0.059
6	1	0.0515	»	»	0.00771	1.463	190	0.06
7	1	0.129	»	»	0.025	1.8	65	0.08
8	1	0.322	»	»	0.07	2.3	31	0.11
III. Versuchsreihe								
9*	1	0.0129	0.01	200	0.00228	0.738	324	0.065
10	1	»	0.25	»	0.00198	0.864	437	0.051
11	1	»	0.5	»	0.00218	0.775	356	0.06
12	1	»	0.8	»	0.002622	0.698	267	0.073
IV. Versuchsreihe								
13	1	0.0515	0.5	200	0.0148	1.99	134	0.061
14	1	»	»	400	0.00771	1.463	190	0.06
15	1	»	»	800	0.00437	1.35	309	0.049

Nummer des Ver- suches	Seide <i>g</i>	Farb- stoff <i>g</i>	Schwe- fel- säure <i>g</i>	Flotte <i>cm³</i>	C_w <i>g</i>	C_s <i>g</i>	$\frac{C_s}{C_w}$	$\frac{\sqrt{C_w}}{C_s}$
V. Versuchsreihe								
16	1	0·0129	0·125	100	0·00297	0·895	301	0·06
17	1	»	0·25	200	0·00198	0·864	437	0·051
18	1	»	0·37	300	0·0015	0·697	464	0·056
19	1	»	0·5	400	0·00132	0·61	463	0·059
20	1	»	0·65	500	0·001324	0·65	490	0·056
21	1	»	1·0	800	0·000855	0·51	596	0·057
VI. Versuchsreihe								
22	$\frac{1}{2}$	0·0515	0·25	400	0·01088	1·73	160	0·06
23	1	0·0515	0·5	400	0·00771	1·463	190	0·06
24	2	0·0515	1·0	400	0·0058	1·41	243	0·053
VII. Versuchsreihe								
25	1	0·0515	0·5	200	0·0148	1·99	134	0·061
26	2	0·0515	0·5	400	0·0055	1·39	252	0·053

Aus dieser Zusammenstellung ist zunächst ersichtlich, dass die Menge des aufgenommenen Farbstoffs von der Menge der dem Farbbade zugesetzten Schwefelsäure abhängig ist. Gewöhnlich wird angenommen, dass der Schwefelsäure bei diesem und allen ähnlichen Färbeprocessen nur die Aufgabe zufällt, aus dem zum Färben angewandten Alkalisalz des Farbstoffes die Farbsäure frei zu machen. Betrachtet man aber die Resultate der III. Versuchsreihe, so sieht man, dass die Schwefelsäure wohl auch noch eine andere Wirkung haben muss.

Für die dort angewandte Farbstoffmenge würden 0·003 g Schwefelsäure genügen, um die Indigodisulfosäure in Freiheit zu setzen.

Bei dem ersten Versuch der genannten Reihe ist circa die dreifache Menge von Schwefelsäure, also ein verhältnissmässig bedeutender Überschuss verwendet worden. Und trotzdem wird bei noch viel grösserer Menge von Schwefelsäure im Farbbad noch mehr Farbstoff aufgenommen, wie ein Vergleich der Versuche 9 und 10 zeigt.

Es beruht dies darauf, dass die Farbstoffsäure in schwefelsäurehaltigem Wasser viel weniger löslich, als in reinem Wasser ist. Die Schwefelsäure wirkt hier gerade so, wie das Kochsalz beim Färben der Baumwolle mit Congoroth und ähnlichen Farbstoffen.

Von der Richtigkeit des Gesagten kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine mit Indigcarmin gefärbte Seide einmal mit reinem Wasser, dann mit solchem behandelt, welches verschiedene Mengen von Schwefelsäure enthält: Je mehr das Wasser Schwefelsäure enthält, desto weniger Farbstoff wird von der Seide abgezogen.

Wie die Versuche 11 und 12 zeigen, nimmt aber die aufgenommene Menge von Farbstoff bei vermehrter Quantität der zugesetzten Schwefelsäure wieder ab, was nach dem oben Gesagten eigentlich nicht zu erwarten wäre. Dieser Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer. Specielle Versuche haben nämlich ergeben, dass bei einer gewissen Concentration der Schwefelsäure im Farbbade ein kleiner Theil derselben von der Seide aufgenommen wird. Je grösser nun die Menge der aufgenommenen Schwefelsäure ist, desto mehr verhindert sie offenbar die Aufnahme der Farbsäure von der Seide.

Die Thatsache, dass eine bis zu einem gewissen Grade gehende Vermehrung der Schwefelsäure im Farbbad eine bedeutendere Farbstoffaufnahme zur Folge hat, ist aber auch in anderer Beziehung von Wichtigkeit. Sie widerspricht nämlich direct der Annahme, dass bei diesem Färbeprocess eine chemische Vereinigung der Farbstoffsäure mit der Substanz der Seide stattgefunden habe.

Schon bei dem Versuch 9 ist ein verhältnissmässig grosser Überschuss von Schwefelsäure angewendet worden. Da nun die Schwefelsäure jedenfalls eine ungleich stärkere Säure als die Indigodisulfosäure ist, so müsste ein Überschuss derselben der eventuellen Bildung einer salzartigen Verbindung der Seidensubstanz mit der Farbstoffsäure nicht günstig sein. Eine so starke Vermehrung der Schwefelsäure wie dies beim Versuch 10 geschehen ist, müsste eine weitere Bildung des »indigodisulfosauren Fibroïns« vollkommen verhindern; es müsste also bei diesem Versuche eher weniger als mehr Farbstoff, im Ver gleiche mit dem Versuch 9, aufgenommen werden. Wie schon oben gesagt wurde, findet aber gerade das Gegentheil statt.

Diese Thatsache ist meiner Ansicht nach der zwingendste Beweis gegen die Berechtigung der sogenannten chemischen Theorie des Färbens.

Das oben Gesagte kann ohne Weiteres verallgemeinert werden. Sämmtliche sogenannte Säurefarbstoffe, die alle in saurem Bad gefärbt werden, verhalten sich dem Indigocarmin vollkommen analog; sie »ziehen« besser, d. h. sie werden in grösserer Quantität von den animalischen Fasern aufgenommen, wenn das Farbbad mehr Säure enthält. Die Woll- und Seidenfärbungen dieser Farbstoffe sind daher keine chemischen Verbindungen.

Nachdem die Rolle, welche die Schwefelsäure beim Färben spielt, klargelegt worden ist, kann nunmehr zur weiteren Discussion der in obiger Tabelle zusammengestellten Versuchsergebnisse geschritten werden.

Da der Hauptzweck der vorliegenden Untersuchung die Erforschung der Gesetzmässigkeiten, welche der Vertheilung eines Farbstoffs zwischen Faser und Farbbad zugrunde liegen, war, so müssen wir zunächst den Factor $\frac{C_N}{C_W}$, den »Theilungscoefficienten«, einer näheren Betrachtung unterziehen.

Es zeigt sich, dass der Theilungscoefficient mit der Concentration des Farbbades regelmässig fällt, dass also von einer Constanz desselben, im Sinne des Henry'schen Gesetzes

nicht die Rede sein kann. Das heisst mit anderen Worten: Es wird aus verdünnten Indigocarminlösungen relativ mehr Farbstoff, als aus concentrirten aufgenommen.

Der Werth $\frac{\sqrt{C_w}}{C_s}$ hingegen zeigt bei den unter einander vergleichbaren Versuchen, das ist bei jenen, welche eine gleiche procentische Menge von Schwefelsäure (und nicht zu viel Farbstoff) in den Farbbädern enthielten eine ganz befriedigende Constanz:

$$\frac{\sqrt{C_w}}{C_s}$$

Versuch Nr.	2	0 053
»	»	3 0·053
»	»	4 0·054
»	»	10 0·051
»	»	17 0·051
»	»	18 0·056
		etc. etc.

Daraus folgt, dass das Henry'sche Gesetz in der von van't Hoff¹ und Nernst² eingeführten Erweiterung desselben für lichte Färbungen der Seide mit Indigodisulfosäure volle Geltung besitzt. Wir können im Sinne der genannten Forscher aus der gefundenen Gesetzmässigkeit: » $\frac{\sqrt{C_w}}{C_s} = \text{constant}$ « den Schluss ziehen, dass der von der Seide aufgenommene Farbstoff eine andere Molecularconstitution, als in wässriger (respective schwefelsaurer) Lösung besitzen muss; die Seide nimmt einfachere Farbstoffmoleküle auf, während dem im Farbbad enthaltenen Farbstoff zum grössten Theil die doppelte Moleculargrösse zukommen muss.

Mit steigender Concentration nimmt der Werth $\frac{\sqrt{C_w}}{C_s}$ zu (siehe die Versuche Nr. 6, 7, 8 etc.), was darauf hindeutet, dass in diesem Falle noch complexere Farbstoffmoleküle im Farbbad enthalten sind.

¹ Zeitschrift für physik. Chemie, V, S. 337.

² Ibid. VIII, 110—139. Siehe auch: Küster, ibid. XIII, S. 453.

Alle substantiv färbenden Farbstoffe verhalten sich nun dem Indigcarmin insofern ganz analog, als auch sie aus verdünnten Lösungen in relativ grösserer Menge, als aus concentrirten aufgenommen werden. Die Färbungen von Cyanin *B* (Farbwerke vorm. Meister, Lucius und Brüning) auf Wolle (unter Zusatz von Glaubersalz und Schwefelsäure) und von Benzazurin *G* (Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.) auf Baumwolle (unter Zusatz von Kochsalz) zeigten thatsächlich bei näherer Untersuchung, dass auch hier der Werth $\frac{C \text{ Faser}}{C \text{ Flotte}}$

mit zunehmender Concentration allmählig fällt. Leider sind meine diesbezüglichen sehr zahlreichen Versuche theilweise mit einem Fehler behaftet, so dass von weiteren Schlussfolgerungen aus denselben abgesehen werden muss.

Soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, ist der Theilungscoefficient bei den sogenannten basischen Farbstoffen weitaus am grössten, bei den Salzfarben (Benzidinfarbstoffe etc.) am kleinsten; die Säurefarbstoffe nehmen diesbezüglich eine mittlere Stellung ein.

Das allmähliche Steigen des Werthes $\frac{C \text{ Faser}}{C \text{ Flotte}}$ mit abnehmender Concentration lässt schliessen, dass bei substantiven Färbungen die Fasern einfachere Farbstoffmoleküle aufnehmen, was mit der diesen Färbungen gemeinschaftlichen Eigenthümlichkeit, in der Hitze besser von statten zu gehen als in der Kälte, sehr gut in Einklang steht. Die Hitze bewirkt eben den Zerfall complexerer Farbstoffmoleküle in einfachere, welche letztere dann von den Fasern aufgenommen werden. Die Verschiedenheit des Werthes $\frac{C \text{ Faser}}{C \text{ Flotte}}$ deutet ferner darauf hin, dass die verschiedenen Farbstoffe von den Fasern mit ungleicher Moleculargrösse aufgenommen werden. Sollte sich, was sehr wahrscheinlich ist, bei weiterer Forschung ergeben, dass der Theilungscoefficient für ein und denselben Farbstoff auch von der Natur der gefärbten Faser abhängig ist, so müsste daraus der Schluss gezogen werden, dass er in jeder dieser Fasern eine andere Molecularconstitution besitzt.

Dies würde in einfachster Weise die verschieden grosse Echtheit der Färbungen ein und desselben Farbstoffs auf verschiedenen Fasern — eine bisher völlig räthselhafte Erscheinung — erklären.

Mit dem Werthe $\gg \frac{\sqrt{C_{qv}}}{C_s} = \text{constant} \ll$ ist zum ersten Male ein mathematischer Ausdruck für die Gesetzmässigkeit, welche einer Färbung (Indigodisulfosäure auf Seide) zu Grunde liegt, gefunden und mit demselben wohl der erste Stein zum Aufbau einer »Theorie des Färbens« gelegt worden.

Das was man bisher mit diesem Ausdruck bezeichnet hat, war nur das Resultat einer Reihe von Beobachtungen, die in willkürlicher Weise interpretirt werden konnten.

Als letzte Consequenz der vorliegenden Untersuchung ergibt sich, dass der Werth $\gg \frac{\sqrt[x]{C \text{ Flotte}}}{C \text{ Faser}} = \text{constant} \ll$ für die meisten, wenn nicht für alle substantiven Färbungen wenigstens annähernd Geltung haben dürfte, wobei der Werth von x als Maass der Affinität eines Farbstoffes zur Faser erscheint.

Die Entscheidung darüber, in wie weit das obige Gesetz Giltigkeit hat, bleibt natürlich den künftigen Untersuchungen in dieser Richtung vorbehalten. Bei diesen müsste aber, hauptsächlich bei den Untersuchungen nicht vollkommen reversibler Färbungen, bei welchen die Farbstoffaufnahme nur aus der Differenz bestimmt werden kann, besonders auf den Umstand Rücksicht genommen werden, dass die Lösungen mancher Farbstoffe in sehr kurzer Zeit ihren Gehalt verändern.

Die Untersuchung der Eosinfärbungen der Seide von G. C. Schmidt,¹ welche ohne Beachtung der grossen Veränderlichkeit von Eosinlösungen vorgenommen wurde, ist daher nicht einwandfrei. Auch müssen solche Färbungen in saurem Bade geschehen — was bei den genannten Versuchen nicht der Fall war — weil das Eosin nicht als Salz, sondern in freier Form von der Faser aufgenommen wird.

Auch die anderen diesbezüglichen Versuche Schmidt's erscheinen mir nicht correct angestellt worden zu sein. Die

¹ Zeitschr. f. physik. Ch., XV, S. 60.

Wahl der Pikrinsäure zum Färben der Cellulose ist nicht glücklich, weil diese Farbstoffsäure, wie überhaupt alle Säurefarbstoffe, so gut wie gar keine Affinität zur Cellulose hat. Bei dem Färben der Seide mit Malachitgrün endlich ist weder auf den Chlorzinkgehalt dieses Farbstoffes, noch auf den Umstand Rücksicht genommen worden, dass die sogenannten basischen Farbstoffe ein Adhäsionsvermögen für Glas und dergleichen indifferente Substanzen besitzen¹ und in Folge dessen der Farbstoffgehalt ihrer wässerigen Lösungen mit der Zeit abnimmt. Will man daher die Aufnahme eines solchen Farbstoffs durch einen Faserstoff quantitativ bestimmen, so hat man folgendermassen zu verfahren: Eine Lösung des betreffenden Farbstoffs wird in zwei Theile getheilt; in den einen legt man die zu färbende Faser ein, der zweite Theil wird in ein gleichgeartetes Gefäss gebracht. Nach vollendetem Färben (das ist nachdem Gleichgewicht eingetreten ist) werden aliquote Theile der zwei Farblösungen colorimetrisch mit einander verglichen. Die Differenz ihres Farbstoffgehaltes entspricht der von der Faser aufgenommenen Farbstoffmenge.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, dass die oben besprochenen Gesetzmässigkeiten gegen die Annahme einer chemischen Bindung zwischen Seidensubstanz und Indigodisulfosäure sprechen; denn das Eintreten derselben ist an die Bedingung geknüpft, dass der Farbstoff in Faser und Flotte in dem gleichen chemischen Zustand enthalten sein muss. Diese Gesetzmässigkeiten lassen aber eine Analogie zwischen substantiven Färbungen und Lösungen deutlich erkennen. Der »Vertheilungssatz« hat für helle Färbungen der Seide mit Indigodisulfosäure ebenso Giltigkeit, wie für verdünnte Lösungen. Die von O. N. Witt aufgestellte Hypothese, dass Färbungen »feste Lösungen« seien, erhält mithin eine experimentelle Stütze. Dessenungeachtet muss ich mich gegen eine Identificirung der Begriffe »Färbung« und »Lösung« aussprechen.

Das Zustandekommen und Verhalten der Färbungen ist verschieden von dem der Lösungen. Die meisten Färbungen

¹ Mitth. d. techn. Gew.-Mus. in Wien. Neue Folge, IV. Jahrg. (1894). S. 210.

gehen nur bei Kochhitze gut von statten; Schafwolle nimmt die meisten Farbstoffe bei gewöhnlicher Temperatur so gut wie gar nicht auf. Und trotzdem werden die Färbungen von heissem Wasser leichter als von kaltem abgezogen!

In einer demnächst erscheinenden Abhandlung wird ferner gezeigt werden, dass auch der Einfluss, den die Structur der Gespinnstfasern auf die Farbstoffaufnahme hat, gegen die Annahme spricht, dass Färbungen feste Lösungen seien.

Solange noch solche Unterschiede zwischen Färbungen und Lösungen bestehen, müssen wir bei der Auffassung des Färbeprocesses als einer Oberflächenwirkung, für welche am besten der von du Bois-Reymond herrührende Ausdruck »Adsorption«¹ geeignet ist, beharren.

¹ Unter Absorption versteht man die Lösung von Gasen durch Flüssigkeiten; die Vorgänge spielen sich hier zwischen den Molekülen des Lösungsmittels ab. Bei der Aufnahme von Gasen durch feste Körper, ein Vorgang, den du Bois-Reymond Adsorption nannte, werden die Gase von den freien Körperoberflächen des festen Körpers angezogen.