

## Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf Färbungen.

Von Prof. Dr. HALLER und Dr. GUIDO ZIERSCH, Riehen b. Basel.

(Eingeg. 22. Oktober 1929.)

Die Veränderungen, welche die Färbungen am Lichte erleiden, sind in den letzten Jahren wiederholt Gegenstand von eingehenden Untersuchungen gewesen. Insbesondere sei auf die schönen Arbeiten des zu früh gestorbenen Gebhard<sup>1)</sup> verwiesen, der sich intensiv mit den Ursachen der Lichtwirkung auf Färbungen befaßte. Der eine von uns stellte seinerzeit<sup>2)</sup> fest, daß mit dem Verschleßen von Färbungen in vielen Fällen eine kräftige Schwächung des Substrates Hand in Hand geht, und einer der Farbstoffe, der sich in besonders charakteristischer Weise derart verhielt, war das Anthraflavon.

In der vorliegenden Arbeit sollten einerseits die damals gewonnenen Gesichtspunkte weiter verfolgt, dann der Einfluß der Provenienz des Substrates und der verschiedenen Vorbehandlungen desselben weiter studiert werden. Dann sollte an Färbungen mit Vertretern der verschiedenen Farbstoffgruppen festgestellt werden, ob gewisse Beziehungen zwischen Konstitution und Lichtwirkung bestehen.

Um die Lichtwirkung auf den Färbungen zweckmäßig erfassen zu können, wurde von dem einen von uns<sup>3)</sup> auf Grund der Ostwaldschen Farblehre eine neue Methode zur Bestimmung des Ausbleichgrades ausgearbeitet, die sich in der Folge gut bewährte.

Zuletzt wurde versucht, die Wirkung des Lichtes, durch Anwendung von verschiedenen Nachbehandlungen mit einer großen Reihe von Reagenzien zu beeinflussen.

### a) Ausfärbungen und Belichtungen.

Als Substrate wurden für die Ausfärbungen fünf verschiedene Gewebeproben gewählt, und zwar:

I. Satin der Fadenstellung 21/26 aus 36/33er Garnen. Reine amerikanische Baumwolle. Die Ware war gesengt, gebäucht und mit Hypochlorit gebleicht.

II. Wie Probe I, doch war die Ware vor der Bleiche mercerisiert.

III. Satin der Fadenstellung 26/44 aus 60/50er Garnen. Reine ägyptische Makobaumwolle (Sakellarides). Die Ware war gesengt, gebäucht und mit Hypochlorit gebleicht.

IV. Wie Probe III, doch war die Ware vor der Bleiche mercerisiert.

V. Satin der Fadenstellung 21/28 aus 36/33er Garnen. Amerikanische Baumwolle, etwas langstapeliger als bei Probe I. Die Ware war gesengt, gebäucht und mit Hypochlorit gebleicht.

Die Versuchsergebnisse sind unter den genannten römischen Ziffern in der Tabelle auf S. 212 für jede einzelne Gewebeprobe angeführt. Für die Auswahl der Farbstoffe waren praktische Gesichtspunkte entscheidend. Es sollten aus allen färberischen Gruppen einige untersucht werden, die heute noch im Färbereibetrieb eine größere Rolle spielen. So kamen 19 substantive, 6 basische, 6 Küpen- und 3 Schwefelfarbstoffe, sowie zwei Eisfarben und zwei auf der Faser diazotierte und gekuppelte Baumwollfarbstoffe zur Anwendung. Sie finden sich in der genannten Tabelle mit ihrem Handelsnamen unter Angabe der färberischen Methode und chemischen Gruppe, der sie angehören, aufgeführt.

Abschnitte der fünf bezeichneten Gewebeproben wurden nun miteinander in den verschiedenen Farbbädern, die nach den Vorschriften der Farbenfabriken angesetzt waren, ausgefärbt. Die Farbstoffeinwaage betrug jedesmal 2% vom Fasergewicht bei einem Flottenverhältnis von 1–20. Nach einer Färbedauer von einer halben Stunde wurden die mercerisierten Proben gespült. Die unmercerisierten Gewebestreifen hatten naturgemäß weniger Farbstoff aufgenommen. Man setzte der Flotte dementsprechend weitere Farbstoffmengen zu, die erforderlich waren, um die unmercerisierten Stücke auf die Nuance der mercerisierten aufzufärben (etwa 25% bis 30% der ursprünglichen Farbstoffeinwaage). Es gelang nicht immer, auf allen Abschnitten völlige Nuancengleichheit herzustellen, denn die mercerisierte Ware färbte sich, vor allem bei Verwendung von blauen Farbstoffen, rotstichiger an. Für die Färberei der basischen Farbstoffe waren die Proben mit 2% Katanol O vorgebeizt. Diazobrillantscharlach und Diazobrillantorange wurden auf der Faser diazotiert und mit Entwickler A (Betanaphthol) gekuppelt. Ebenso Diaminschwarz BH. Alle Färbungen mit Küpenfarbstoffen ließ man zur Entwicklung der Farbe an der Luft hängen und passierte sie schließlich noch durch eine warme 2%ige Perboratlösung. Hydronblau R war mit Hydrosulfit verküpt. — Bei der Färberei der Eisfarben galten die Rezepturen für normalstarke Färbungen. — Schwefelschwarz und Immedialkhaki wurden mit 12% Farbstoff und Zusätzen von 10% Glaubersalz ausgefärbt. Alle Färbungen sowie Proben von katanolisierter und ungefärbter Ware setzte man darauf gleichzeitig — zur Hälfte abgedeckt — in einem Belichtungskasten unter Glas den Einflüssen des natürlichen Tageslichtes aus. Nachdem die Summe der Lichtintensität zu 110 Bleichstunden gemessen war, wurden die Prüflinge gewendet. Es kam dann die linke Gewebeseite in derselben Musterhälfte zur Bestrahlung. Diese dauerte wiederum 100 Bleichstunden lang. — Im Verlauf der Belichtungszeit konnten große Differenzen zwischen dem Ausbleichtempo der einzelnen Färbungen konstatiert werden. Manche Muster zeigten schon sehr bald stärkere Veränderungen der Farberscheinung, während andere sich zunächst gut hielten, um dann schwach zu verschleßen. Teils blichen die Farbstoffe fortschreitend aus, z. B. bei substantiven Farbstoffen (vollständig bei Isaminblau und Diazobrillantorange), teils trübte sich anfangs die Nuance, z. B. bei Indigo, Methylenblau, Thioflavin, bei den Eisfarben und anderen. Aus alledem geht hervor, daß die photochemische Zersetzung für die Summe aller Farbstoffe zu recht unterschiedlichen, sichtbaren Veränderungen führt. Zu gleichen Resultaten kam auch der eine von uns<sup>4)</sup>. Doch während er beobachtete, daß tannierte Baumwolle nach der Belichtung keine positive Reaktion auf Tannin gibt, konnte hier festgestellt werden, daß Fasern, die mit Katanol O gebeizt und belichtet waren, eine unverringerte Anfärbbarkeit für basische Farbstoffe aufweisen. Zwar ist auch Katanol gegenüber Lichteinflüssen nicht stabil, was aus der tiefen Bräunung des ursprünglich fast farblosen gebeizten Gutes bei der Bestrahlung gefolgert werden darf. Doch scheinen die Lichtzersetzungsprodukte immer noch den Charakter einer Beize zu haben.

<sup>1)</sup> Ztschr. angew. Chem. 22, 1390 [1909]; 27, 4 [1914]. Chem.-Ztg. 1913, 752.

<sup>2)</sup> Textilbericht 1924, 543.

<sup>3)</sup> Dr. Ziersch.

<sup>4)</sup> Haller, Textilbericht 1924, 541.

### b) Chemische und optische Untersuchungen.

Unmittelbar nach Beendigung der Belichtung wurden die Proben auf die Bildung von Peroxyden untersucht. Als Nachweisreagenzien verwendete man einerseits eine Kaliumjodidlösung, die mit Stärke versetzt war nach den Angaben von G e b h a r d (l. c.), und andererseits eine Mischung von Ferrichlorid- und Ferricyankalilösungen. Zur Untersuchung kamen hierbei sowohl belichtete wie unbelichtete Teile aller Färbungen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle auf Seite 212 für jeden einzelnen Farbstoff aufgezählt, und zwar in der Senkrechten unter den Kennbuchstaben J. St. solche der Kaliumjodidprobe, und andererseits unter den Buchstaben B. Bl. solche mit dem zweitgenannten Reagens. Ein positiver Befund ist mit +, ein negativer mit — angegeben.

Überblickt man diese Einzelangaben, so läßt sich erkennen, daß bei fast allen basischen und Schwefelfarbstoffen sowie bei den Eisfarben die Reaktion positiv verlief. Unregelmäßig konnte man bei einigen substantiven Diazofarbstoffen, vor allem bei solchen aus Diaminen, nach den Befunden auf Peroxydbildung schließen. Eine allgemeine ordnende Gesetzmäßigkeit läßt sich nicht aufstellen. Vorläufig kann nur gesagt werden, daß eine Bildung von nachweisbaren Farbstoffperoxyden während des Autoxydationsprozesses am Licht weder mit der Festigkeitseinbuße der bestrahlten Färbungen noch mit dem sichtbaren Ausbleichgrad dieser im Zusammenhang steht. Sie ist sicherlich durch die Konstitution des Farbstoffes bedingt, und es muß dem eingehenderen Studium der photochemischen Zersetzung überlassen bleiben, hier aufklärend zu wirken. — Von Interesse dürfte die Feststellung sein, daß Schwefelfarbstoffe auch vor jeder Bestrahlung in der Mischung der Eisensalzlösungen eine Fällung von Berlinerblau bewirken, wie kürzlich E r m e n <sup>5)</sup> bestätigte. Dieselbe Erscheinung zeigt ebenfalls unbelichtete, katanolisierte Baumwolle, was wohl mit dem phenolischen Charakter der Katanolbeize zusammenhängt.

Um die weiteren Untersuchungen über die Abhängigkeit des Ausbleichgrades von der Art und Vorbehandlung des Substrates durchführen zu können, war eine genaue optische Messung der Farbveränderungen erforderlich. Sie geschah nach der Ostwaldschen Farbenlehre. Für jede Probe wurden sowohl im unbelichteten als auch im belichteten Teil die Werte für jene drei Grundelemente der Farbe (Farbton, Schwarz- und Weißgehalt) bestimmt. Als Analysator diente das bekannte Stufenphotometer von Pulfrich (l. c.). Die Anordnung der zu prüfenden Färbungen (rechte Musterseite) war während der Messung einheitlich so gewählt, daß die Kettfäden senkrecht zum einfallenden Lichte lagen. — Aus der individuellen Empfindlichkeit des analysierenden Auges entstehen bei allen optischen Untersuchungsmethoden Meßungenauigkeiten. Um diese auszuschalten, wurden alle Muster auch von dritter Seite nachgemessen<sup>6)</sup>. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung der Resultate.

### c) Eine neue Methode zur Beurteilung des Ausbleichgrades<sup>7)</sup>.

Auf Grund der optischen Ausmessung von Veränderungen, welche Farbton, Schwarz- und Weißgehalt einer

Färbung infolge der stattgehabten Lichteinflüsse, aufweisen, lassen sich nun gewisse Angaben über die Art der Farbabwandlung machen. Man beobachtet, daß der belichtete Musterteil meist einen höheren Weißgehalt hat als der unbelichtete Abschnitt. Der Schwarzgehalt nimmt häufig zu, doch nicht bei allen Farbstoffen. Noch unregelmäßiger ist die Verschiebung des Farbtons. Während einige substantive Farbstoffe stark ausbleichen, ohne sich im Farbton zu verändern, zeigen vor allem die basischen Farbstoffe ein gegensätzliches Verhalten. Hier geht mit dem Anwachsen des Schwarz- und Weißgehaltes eine Abwandlung des Farbtons Hand in Hand. Dazu ist die Richtung dieser Farbtonveränderung eine recht unterschiedliche. Teils weist sie nach höheren, teils nach niedrigeren Nummern der Ostwaldschen Farbtöne hin, wie aus der Übersicht auf Seite 212 hervorgeht. Sie enthält in der Rubrik unter f (Farbtonveränderung) die diesbezüglichen Analysenergebnisse in Stufen des 24teiligen Farbkreises. Ein Plus- oder Minuszeichen gibt die Richtung im Sinne der Ostwaldschen Numerierung an.

Bei solch großen Unterschieden in der Veränderung für die drei Grundelemente der Farbe kann eine direkte Verwertung der analytischen Zahlen beim Vergleich verschiedener Farbstoffe nur beschränkt brauchbar sein, denn die Lichtechtheitsbeurteilung fordert trotz der Vielfältigkeit, daß der Ausbleichgrad in einem einheitlichen und für alle Farbstoffe oder Farbnuancen gültigen Ausdruck wiedergegeben werden kann. Wie lassen sich nun die Meßwerte durch einfache Rechnung zu einem zahlenmäßigen Ausdruck zusammenstellen, der die Lichtechtheit des Prüflings maßstäblich bezieht?

Mit dieser Frage beschäftigte sich erstmalig eine frühere Arbeit<sup>8)</sup>, welche die Lichtechtheit von Naphthol AS-Färbungen systematisch abhandelte. Hier wurde folgende Methode eingeschlagen: Wenn sich das Ausbleichen einer Färbung in einer Verschiebung der drei Ostwaldschen Farbelemente optisch meßbar äußert, hat die Berechnung einer einheitlichen Echtheitszahl grundsätzlich auch mit drei veränderlichen Komponenten zu operieren. Es gilt also, den Weg rechnerisch zu erfassen, der durch das Verschießen im dreidimensionalen Farbkörper zurückgelegt wurde. Eine solche Rechnung wird sehr umfangreich und verwickelt, wie man leicht einsieht. Da aber bei der Belichtung Naphthol AS-Färbungen die Verschiebung des Farbtons meist sehr gering, in jedem Falle aber proportional der Veränderung jener beiden anderen Komponenten war, konnte mit Recht auf eine Berücksichtigung der Farbtonabwandlung verzichtet werden. So beschränkte sich die Formulierung der Lichtechtheitszahl auf den Gebrauch der Werte von Schwarz- und Weißgehalt. Bezüglich ihrer eingehenden Deutung muß auf die Originalliteratur verwiesen werden. Es sei nur gesagt, daß die nach dieser Formel errechneten Zahlen vornehmlich von der Veränderung des Weißgehaltes abhängig waren. Denn es hatte sich im Laufe der Untersuchungen gezeigt, daß der Weißgehalt auch bei diesen bunten Farben als „Reiz“ im Sinne des F e c h n e r s c h e n Gesetzes rangiert. Seinem Wertzuwachs beim Verschießen mußte also im besonderen Maße Rechnung getragen werden.

Während nun die vorgeschlagene Methode für die Klasse der Naphthol-AS-Farben durchgängig sehr brauchbare, d. h. mit der visuellen Schätzung übereinstimmende Resultate ergab, erwies sie sich für die Auswertung der vorliegenden Belichtungsreihen unbrauchbar. Hier hatte man es nicht nur mit roten Farbstoffen, sondern

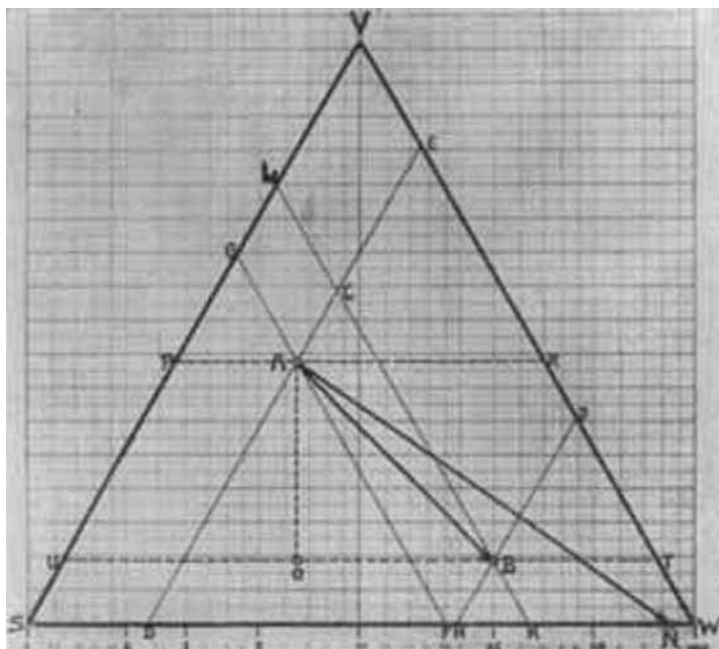
<sup>5)</sup> Journ. Soc. Dyers Colourists 1928, 303.

<sup>6)</sup> Für diese Kontrollmessungen danke ich Herrn Dr. Flinzer, Leverkusen.

<sup>7)</sup> Herrn Dr. Miescher, Basel, sind wir für anregende Unterstützung in diesem Teil der vorliegenden Arbeit zu besonderem Dank verpflichtet.

<sup>8)</sup> Diplomarbeit, Dresden 1927, und Ztschr. angew. Chem. 41, 638 [1928].

mit Färbungen jeder Nuance zu tun, und die Verhältnisse lagen wesentlich komplizierter. Umfangreiche und langwierige Versuche führten schließlich zu einer Berechnungsart, die im folgenden wiedergegeben und an Hand beigefügter Zeichnung für den Fall einer Brillantgrünfärbung (Gewebeprobe III) erläutert sei.



Von vornherein wurde darauf gesehen, die Rechnung möglichst zu vereinfachen, um sie praktisch leicht anwendbar zu machen. Die Verschiebung des Farbtons bezog man deshalb nicht ein, denn in Erweiterung früherer Befunde konnte bei Farbstoffen der verschiedensten Klassen beobachtet werden, daß diese beim Verschießen nur dort auftritt, wo eine weitgehende Veränderung von Weiß- und Schwarzgehalt meßbar war. Sie stellt also einen gewissen Korrektionsfaktor von geringer Bedeutung dar, was auch Wagner<sup>9)</sup> bestätigt. Allerdings ist eine Farbtonmessung sowohl im belichteten wie im unbelichteten Musterteil unbedingt Voraussetzung, denn nach ihr entscheidet sich erst die richtige Wahl der jeweils zu benutzenden Sperr- und Paßfilter. — Stellt man nun die Berechnung des optischen Ausbleichgrades auf die Verwendung der analysierten Weiß- und Schwarzgehalte ab, so wird der jeweilige Effekt im farbtongleichen Dreieck darstellbar. Nach dem psychophysischen Gesetz von Fechner müssen die „Reize“ gemäß einer geometrischen oder logarithmischen Reihe abgestuft sein, damit die Empfindungen sich um gleiche Stufen ändern. Die Gültigkeit dieses Gesetzes ließ sich auch hier wieder beweisen, und es erschien daher geboten, die logarithmische Ordnung zu benutzen. Dieser Forderung kommt man praktisch am einfachsten nach, indem man die analytischen in ein gleichseitiges Dreieck einträgt, dessen W-S-Achse logarithmisch unterteilt ist. — Bei der Brillantgrünfärbung wurden z. B. folgende Werte gemessen:

W unbelichtet = 2,3; W belichtet = 19,5.  
H unbelichtet = 18,2; H belichtet = 32,0.

(H bedeutet nichts anderes als das Supplement zum Schwarzwert. Die Zahlen für diese Größe sind durch die direkte Trommelablesung bei Messungen mit Paßfiltern gegeben. Sie werden zweckmäßig an Stelle der Schwarzwerte für die Darstellungsart verwendet.) Man findet durch Zeichnung für die unbelichtete Färbung den

Punkt A als Schnittpunkt der Weißgleichen DE und der Schwarzgleichen FG. Andererseits liegt der Punkt B für die belichtete Färbung dort, wo sich die Strecken HJ und KL schneiden. Verbindet man nun A mit B, so muß die Länge dieser Geraden ein Maß für den Ausbleicheffekt geben. Sie hängt in erster Linie von der Differenz der beiden Weißwerte ab. Also ist auch hier die Rolle des Weißgehaltes als „Reiz“ weitgehend berücksichtigt. — Es war zunächst versucht worden, mit der Veränderung der Sättigung einer Färbung, wie sie beim Belichten auftritt, zu rechnen. Diese ist durch den senkrechten Abstand der Schattenreihen RP und TU für die Punkte A und B gegeben. Ihr Wert entspräche also der Länge von AO. Eine solche Rechnung erwies sich aber als unzureichend, da in ihr die Veränderung des Schwarzgehaltes nicht berücksichtigt ist. In dem Maß der Verbindungsstrecke der beiden Punkte A und B hingegen ist sowohl die Sättigungsabnahme wie auch die Abwandlung des Schwarzwertes inbegriffen. Rechnet man mit dieser Linie, so ordnen sich selbst die schwarzen Färbungen richtig in die Gesamtskala ein. Solche schwarzen Farbnuancen haben nämlich die Eigentümlichkeit, beim Ausbleichen zunächst „bunter“ zu werden. Ihre Ausgleichkurven zeigen nicht wie AB nach unten zur Grauachse, sondern nach oben zum Punkt V hin. Das bedeutet: die Sättigung nimmt zu, und es ist damit ein schwer berechenbarer Sonderfall geschaffen, wenn man die Sättigungsveränderung einer Farbe beim Verschießen als Grundlage der Berechnung wählt. Allen diesen Schwierigkeiten geht die vorgeschlagene Methode aus dem Wege, denn bei ihr findet jede Veränderung — gleich welcher Art — Berücksichtigung.

Bleicht ein Farbstoff auf Baumwolle vollständig (100%) aus, so muß sich ein rein weißes Substrat ergeben. Der höchst erzielbare Weißgehalt für Baumwollgewebe dürfte ein solcher mit 85% Weiß sein. Man nimmt nun diesen Wert auf der Grauachse als Normpunkt N an. Wäre die Brillantgrünfärbung, die auf gebleichtem Gewebe angefertigt wurde, durch die Lichteinflüsse restlos zersetzt, so würde als Ausgleichkurve die Gerade AN anzusehen sein. Das Verhältnis AB:AN gibt jetzt prozentual in absoluter Maßeinheit den tatsächlichen Ausbleicheffekt an. Sind die Strecken AB und AN gezeichnet und auf 1 mm genau ausgemessen, so bedarf es nur noch einer einfachen Division dieser Maßzahlen, um den Ausgleichgrad, wie er sich tatsächlich ergab, in Prozenten angeben zu können. Man erhält für das aufgezeigte Beispiel:

$$A = \frac{83}{136} = 61\%.$$

So darf wohl gesagt werden, daß mit dieser Methode ein Weg gewiesen ist, auf dem man an Hand optischer Messungen zu exakten numerischen Werten für den Ausbleicheffekt gelangt. Die Genauigkeit der Methode ist derart, daß die Zahlen bis auf 1/100 angegeben werden können. Für die vorliegende Versuchsreihe ergaben sich Werte innerhalb einer Skala von 2 bis 89%. Beurteilt man dieselben Proben nach der von der Echtheitskommission vorgeschriebenen Art, so wären sie mit Typenzahlen von 1—8 zu bezeichnen. Aus dieser Gegenüberstellung geht hervor, um wieviel feiner und differenzierter der neue Maßstab ist, abgesehen davon, daß er sich auf genaue Analysen und nicht auf mutmaßliche, oft schwierige Schätzungen stützt. Die Angabe der Ausbleichzahl in Prozenten verschafft auch jedem, der mit der Berechnungsart nicht näher vertraut ist, sofort ein vorstellbares Bild von dem stattgehabten Ausbleich-

<sup>9)</sup> Ztschr. angew. Chem. 38, 1191 [1925].

Nr.	Handelsname	Färbe-Methode	Chemische Gruppe	un- belichtet J.St. B.Bl.	belichtet J.St. B.Bl.	f	Ausbleichgrad (A) in %					Festigkeitseinbuße in Prozenten der Bruchlast				
							I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	Naphthylaminechrot R	direkt	Monozofarbstoffe	—	—	0	35	30	32	28	40	6	0	10	10	9
2	Benzolichgelb 4GL extra	"	Primärer Diazofarbstoff	—	—	0	23	20	21	18	24	9	0	0	3	8
3	Siriusrot 2B	"	Sekundärer Diazofarbstoff	—	(+)	0	41,5	38	35	32	38	12	5	4	2	9
4	Diaminechviolett FFBN	"	"	—	—	0	43	35	44	29	43	16	8,5	15	7	12
5	Diazobrantantorange GR extra	nachgekuppelt	"	—	—	vollst.	83	78	80	78	80	34	23	25	24	33
6	Diazobrantantorange GR extra	"	"	—	—	1,5	59	46	53	51	59	43	22	41	29	43
7	Brillantbenzoechviolett 2RL	direkt	"	—	—	0,25	36	32	36	31	40	14	8	11	10	19
8	Benzoechscharlach 4BS	"	Teritärer Diazofarbstoff	—	(+)	0	34	30	35	20	34	17	11	17	14	19
9	Siriuschlarlach B	"	"	—	—	0,15	24	20,5	22	20	25	6	0	3,5	0	6
10	Benzolichorange 2RL	"	"	—	—	0,1	24	21	21	20	24	7	1	13	9	16
11	Diaminschwarz BH	nachgekuppelt	"	—	—	—	27	21	30	22	26,5	50	42	40	38	47
12	Diaminechrot F	direkt	Diazofarbstoffe aus Diaminen	—	—	0,75	31	30	31,5	27,5	31	0	1,5	0	0	2
13	Benzolichblau 4GL	"	Diazofarbstoffe	—	—	0	11	8	8	6	11	0	0	1	0	0
14	Siriusbraun G	"	"	—	—	0,15	18	9	13	10	15	5	1,5	0	0	5
15	Diaminbraun GG	"	Triazofarbstoffe	—	—	1,0	31	29	34	30	34	31	11	30	18	31
16	Benzogrün G	"	"	—	—	—	47	37	38	36	49	7	8	0	1	12
17	Diaminechgelb A	"	"	—	(+)	—19,5	27	26	27,5	26,5	30	13	7	13	7	13
18	Siriusblau 6G	"	Stilbenfarbstoff	—	—	0,35	19	11	18,5	8,5	18,5	3	1,5	1,5	0	7
19	Chloranthlichgrün BL	"	Polyazofarbstoff	—	—	0,15	29,5	20,5	25	20	29,5	9	5	8	10	7
20	Diaminechblau FFG	"	"	—	—	0,25	29	20	26	20	30,5	9	0	14	10	15
21	Iseminblau R	eigene Methode	Triphenylmethanfarbstoff	—	—	vollst.	89	88	89	87,5	88	27	21	33	21	33
22	Brilliantgrün krist.	basisch	"	—	—	6,05	61	55	61	56	58	87	77	83	83	92
23	Methylviolett BB	"	Thiazinfarbstoff	—	—	1,5	42,5	37,5	40	39	43	83	92	83	87	87
24	Methylenblau BB	"	"	—	—	4,25	42,5	37	43	34	44	71	69	63	59	76
25	Neumethylenblau N	"	"	—	—	2,15	32,5	26	36,5	24	32	71	70	65	65	68
26	Thioflavin TCN	"	Thiazolfarbstoff	—	—	1,75	43	35	43	40	45	96	100	94	100	96
27	Auramin G	"	Diphenylmethanfarbstoff	—	—	—	50	41	50,5	40	50	95	94	91	94	94
28	Schwefelschwarz PK	Schwefelfarbe	—	—	—	—	3	2,5	3	2,5	2	43	65	60	63	42
29	Immedialkaki D pat.	"	—	—	—	0	50,5	42	47	38	52,5	21	16	17	21	24
30	Hydronblau R	"	—	—	—	0	8	4	3	2	5	4	2	8	1	8
31	Indanthrengoldorange G	Küpenfarbe	Pyranthron	—	(+)	0	5,5	2,5	7	3,5	8	4	6	20	19	6
32	Indanthrenrot RK	"	Anthracinonderivat	—	—	0	2,5	2,5	2,5	3	2,5	42	35	41	42	45
33	Indanthrenbrilliantgrün B	"	"	—	—	0	3,5	4	5,5	2,5	3,5	6	8	13	12	17
34	Indanthrenblau GCD	"	"	—	—	0	3	4	5,5	3	3	6	5	12	8	8
35	Indanthrenrotviolett RH	"	Thioindigoderivat	—	—	0	5	7	7	4,5	5	45	41	39	38	49
36	Indigo MLB/6B	"	Bromindigo	—	(+)	0,35	8	7,5	8	6,5	10	35	29	32	27	38
37	Paranitranilinrot	Eisfarben	Monozofarbstoff	—	(+)	—	12	8	10	5	15,5	29	31	29	29	34
38	Naphthylaminbordeaux	"	"	—	—	0,35	24	19	23	20,5	23	33	33	30	28	36
39	Katanol O	"	"	—	—	—	—	—	—	—	—	58	48	47	49	52
40	Ungefärbte Baumwolle	—	Geschwefelte Phenole	—	—	—	—	—	—	—	—	29	31	32	29	22

Alle Farbstoffe außer Schwefelschwarz und Chloranthlichgrün (Ciba) waren von der Iagag geliefert.  
 J. St. = Jodkali-Stärkeprobe. Lösungsgemisch von Ferrichlorid und Ferricyankali.  
 B. Bl. = Probe mit einem Lösungsgemisch von Ferrichlorid und Ferricyankali.  
 f = Farbtonverschiebung im 2teiligen Farbkreis.

Die römischen Ziffern am Kopf der Tabelle sind Bezeichnungen für die einzelnen Gewebeproben. I, II und V = amerikanische Baumwolle, III und IV = ägyptische Baumwolle. II und IV = merzerisierte, I, III und V = unmerzerisierte.

28,9 24,9 28,8 25,7 29,3 29,4 25,8 28,5 26,7 31,0 Mittelwerte

effekt. Das bedeutet einen großen Vorteil gegenüber allen anderen bisherigen Beurteilungsmethoden. Die zeichnerische Darstellung der Ausbleichgraden teilt weiterhin dem Prüfenden nähere Einzelheiten über die optische Äußerung des untersuchten Lichtprozesses gleichzeitig mit. — Für die Praxis der Lichtechtheitsangaben kann die Nennung der Ausbleichzahl A genügen. Will man darüber hinaus den Effekt vollständig beschreiben, so wäre vielleicht als Ergänzung noch die erfolgte Farbtonverschiebung aufzuzeichnen.

d) Einfluß der Baumwollsorte und der Mercerisation auf das Verschleßen von Färbungen.

Hat man eine Methode gefunden, den sichtbaren Grad der Veränderung, welche Färbungen am Licht erleiden, zu messen und einheitlich zu beziffern, so können vergleichende Untersuchungen über die Lichtechtheit von gefärbten Textilien vorgenommen werden. In der Tabelle sind die Ausbleichzahlen für 38 Farbstoffe auf fünf verschiedenen Gewebeproben zusammengestellt. Die mannigfaltige Stufenreihe der Zahlen gibt ein Bild von den großen Echtheitsunterschieden aller Farbstoffe. Sichtbar wird der Lichteffect erst bei einer Ausbleichzahl (A) von 5% an. Die Färbungen von Indanthrenrot RK, Indanthrenbrillantgrün B und Indanthrenblau GCD ließen somit bei augenscheinlicher Beurteilung keine Veränderung erkennen. — Vergleicht man die Ausfärbungen irgendeines Farbstoffes auf den Baumwollproben I, III und V, so wird erkannt, daß die Ziffern meist in derselben Höhe liegen. Besonders verdeutlicht dies die Gegenüberstellung der Mittelwerte, die sich am Ende der Tabelle aufgezeichnet finden. Man kann daraus folgern, daß die Baumwollsorte von gar keinem oder äußerst geringem Einfluß auf die Lichtechtheit von Färbungen ist. Gelegentlich erweisen sich die Proben mit ägyptischer Baumwolle (III) etwas echter. Das kann auf den höheren Glanz dieser Fasersorte, verglichen mit amerikanischer Baumwolle, zurückgeführt werden, denn der Glanz seiner Oberfläche ist die Folge ihrer Lichtreflektion. Alle reflektierte Strahlung geht aber der Absorption und damit der Möglichkeit, am belichteten Körper sichtbar zu sein, verloren.

Die unterschiedlichen Ausbleichzahlen für die Muster I und II oder III und IV lassen Schlüsse auf den Einfluß der Mercerisation zu. Hier zeigt sich sowohl für amerikanische als auch für ägyptische Baumwolle, daß die Färbungen auf mercerisierter Ware durchgängig eine höhere Lichtechtheit besitzen. Graduell sind die Differenzen der gefundenen Ziffern nicht einheitlich. Bei einem Ausbleichgrad von etwa 50% treten sie am deutlichsten hervor, während sie sich naturgemäß bei Farbstoffen, die kaum oder in besonders hohem Maße verändert waren, weniger äußern. Das eindeutigste Bild über die Verhältnisse gewinnt man wiederum bei dem Vergleich der Mittelwerte. Aus diesen läßt sich errechnen, daß die Ausbleichzahlen für mercerisierte Färbungen durchschnittlich um 15% niedriger liegen als für unmercerisierte. Eine Erklärung dieser somit bewiesenen günstigen Wirkung der Mercerisation auf die Lichtechtheit von Baumwollfärbungen kann wohl folgendermaßen abgegeben werden: Die mercerisierte Faser hat ihre Cuticula eingebüßt. Sie ermöglicht so auch größeren Farbstoffteilchen den Eintritt durch die Micellarabstände. Die Geschwindigkeit der photochemischen Zersetzung einer Substanz ist aber von der Größe des Einzelteilchens abhängig (siehe S. 210). Da mit zunehmender Dispersität die Lichtabsorption steigt, wie H e b l e r (loc. cit.) bewies, so müssen die größeren Farb-

stoffablagerungen in der mercerisierten Faser zu einer Verminderung des Ausbleichtempos führen, was ja in der Tat auch durch die Untersuchungen deutlich wurde. — Weiterhin könnte man daran erinnern, daß der Querschnitt der Baumwollfaser durch die Mercerisation gleichmäßiger wird. Es wächst also der Glanz des Substrates, und die vermehrte Lichtreflektion bedeutet — wie soeben geschildert — eine Verminderung der schädigenden Lichtwirkungen. Wenn sich der günstige Einfluß der Mercerisation auf die Lichtechtheit von Baumwollfärbungen auch in engeren Grenzen bewegt, so dürfte seine Kennzeichnung für die Praxis der Textilveredlung doch von Wert sein.

e) Die mechanische Festigkeit belichteter Färbungen.

An die chemischen und optischen Untersuchungen schlossen sich Studien über die mechanische Festigkeit der belichteten Baumwollfärbungen an. Bei einer Spannlänge von 50 mm und einer Gewebebreite von 25 mm wurden die Muster im unbelichteten wie im belichteten Teil auf einem Schopperschen Festigkeitsprüfer zerrissen. Die erhaltenen Bruchlastwerte zeigten, inwieweit die Bestrahlung auch an den mechanischen Eigenschaften der Proben Veränderungen hervorgerufen hatte. Sie sind in der Tabelle als Mittelwerte aus mehreren Einzelversuchen zusammengestellt und umgerechnet in Prozentzahlen der Einbuße, bezogen auf die Bruchlastwerte der unbelichteten Musterhälften. Aus den Resultaten lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

Durch die Färbeoperation an sich war bei keinem untersuchten Farbstoff eine namhafte Schwächung des Textilmaterials entstanden. Die ungefärbte Faser hatte nach der Bestrahlung etwa 30% ihrer ursprünglichen Festigkeit eingebüßt. Dagegen wiesen alle Färbungen mit substantiven Farbstoffen, die gleich lang belichtet waren, niedrigere Verlustzahlen auf. Die direktziehenden Farbstoffe schützten also die Baumwollfaser vor Schädigungen durch das Licht. Am größten war diese Schutzwirkung bei den Diazofarbstoffen, Diaminechrot F und Benzolichtblau 4GL. Hier hatte sich die Festigkeit der Proben nach der Lichteinwirkung praktisch überhaupt nicht geändert. Bei den übrigen Färbungen mit substantiven Farbstoffen betrug die Einbuße der mechanischen Haltbarkeit 5–30%. Ihr Wert lag also nirgends oberhalb der Ziffern für ungefärbte Waren. — Für Farbstoffe, die auf der Faser nachgekuppelt waren, läßt sich eine solche Schutzwirkung nicht mehr konstatieren. Hier fand man durchschnittlich Zahlen zwischen 33% und 50%. — Alle Färbungen mit basischen Farbstoffen hatten nach stattgehabter Bestrahlung ihre Festigkeit praktisch völlig verloren. Ob gewisse photochemische Zersetzungsprodukte der Farblacke diese großen Schädigungen herbeiführen, oder ob man auf eine besonders aktive Mitwirkung der Cellulose bei jenen Ausbleichvorgängen schließen darf, konnte bisher nicht aufgeklärt werden. Jedenfalls sind nicht nur die Veränderungen des Farbstoffes, sondern auch die des Beizmittels für solche Einflüsse haftbar zu machen, denn katalonisierte Baumwolle war um etwa 25% mehr geschwächt als gebleichte Ware. — Färbungen mit Schwefelwasserstoffen zeigten ein unterschiedliches Verhalten. Während Schwefelschwarz zu größeren Schädigungen Anlaß gab, wirkten Hydronblau und Immedialkhaki schützend. Für die meisten Färbungen mit Küpenfarbstoffen der Anthrachinonreihe errechneten sich nach der Belichtung sehr niedrige Verlustzahlen. Auffallend ist nur die große Festigkeitseinbuße bestrahlter Indan-

threnrotmuster. Sie paßt sich den Werten an, die man an Färbungen mit indigoiden Küpenfarbstoffen ermittelte. Auch diese werden durch das Licht stärker als ungefärbte Gewebe geschwächt, obwohl ihr Ausbleichgrad recht gering ist. — Die Eisfarben endlich scheinen keinen Einfluß auf den Festigkeitsverlust auszuüben. Hier entsprach die prozentuale Schwächung der gefärbten Muster etwa jener der ungefärbten Proben.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die mechanische Festigkeit von ungefärbten und gefärbten Baumwollgeweben im Licht fast immer abnimmt. Die Größe dieser Einbuße steht bei den Färbungen nicht unbedingt in Parallele mit deren Ausbleichgrad. Sie scheint von der Zersetzungsart jedes einzelnen Farbstoffes und damit von dessen Konstitution abhängig zu sein. Ordnet man die Farbstoffe nach ihren färberischen Eigenschaften, so ergibt sich innerhalb jeder Gruppe eine gewisse Übereinstimmung der Schwächungswerte. Die basischen Baumwollfärbungen stehen in dieser Beziehung den substantiven Färbungen gegenüber. In der Praxis muß die schwere Faserschädigung, die sich beim Ausbleichen basisch gefärbter Cellulose einstellt, ebenso Berücksichtigung finden wie die Schutzwirkung, welche substantive Farbstoffe am Licht auf die Festigkeit ihres Substrates ausüben. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang auch die kürzlich veröffentlichten Arbeiten von Cunliffe und Farrow<sup>10)</sup>, die ganz ähnliche Ergebnisse zeigten.

Beim Vergleich der Bruchlastwerte für unmercerisierte und mercerisierte Gewebe konnte festgestellt werden, daß die mechanische Festigkeit der Baumwolle durch den Mercerisationsprozeß um 3% bis 5% gesteigert war. Es ließen sich damit frühere Angaben anderer Forscher bestätigen. Nach der Belichtung aller Färbungen wiesen die mercerisierten Muster eine etwa 10% geringere Festigkeitseinbuße auf als die übrigen Proben, wie die Mittelwerte am Schluß der Tabelle auf S. 212 erläutern. Demnach wirkt die Mercerisation auch den faserschwächenden Einflüssen des Lichtes, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, entgegen. Hier ergibt sich also eine Analogie zu den Zusammenhängen zwischen Mercerisation und Ausbleichgrad von Färbungen. — Endlich beweist die Gegenüberstellung der Zahlen, welche nach der Bestrahlung von Mustern verschiedener Baumwollsorten für deren Festigkeitseinbuße erhalten wurden, daß die ägyptische Makobaumwolle von etwas größerer Stabilität ist als die amerikanische Qualität.

#### f) Der Einfluß von Nachbehandlungsmitteln.

Zum Studium der Wirkung verschiedenartigster Reagenzien auf die photochemische Zersetzung der untersuchten Farbstoffe wurden diese Ausfärbungen etwa mit 70 Mitteln nachbehandelt. Man legte die Muster eine halbe Stunde lang in Lösungen dieser Reagenzien ein, entwässerte sie dann gleichmäßig durch Abquetschen und ließ sie an der Luft eintrocknen. Die Bestrahlung all dieser Proben, die in einem Belichtungskasten unter Glas aufgereiht waren, geschah nebeneinander zur gleichen Zeit am Sonnenlicht während fünf Wintermonaten. Die Lichtintensität betrug, mit Viktoriablaupapier gemessen, insgesamt 200 Bleichstunden. Für die Auswahl der Nachbehandlungsmittel dienten die in der Literatur für Baumwollfärbungen ganz allgemein zu findenden diesbezüglichen Angaben. Alle Säuren, Alkalien sowie anorganischen Salze kamen in  $\frac{1}{10}$  normalen und alle

organischen Mitte in  $\frac{1}{10}$  molarischen Lösungen zur Verwendung, während die Bäder der Verdickungsmittel 50 g Substanz im Liter enthielten. Das Ergebnis der Versuchsreihen war folgendes:

1. Keinen Einfluß auf das Verschießen der untersuchten Färbungen zeigten:

Säuren (wie: Essigsäure, Ameisensäure, Citronensäure und Borsäure), einige leicht zersetzliche Oxydationsmittel (wie: Natriumperoxyd und Ammoniumpersulfat), einige Reduktionsmittel (wie: Natriumthiosulfat, Natriumhydrosulfit, Natriumsulfid, Salze der arsenigen Säure, Hydrazin und Hydroxylamin) und organische Salze (wie: Natrium- und Kaliumchlorid, Natriumnitrat, Natrium-, Kalium-, Magnesium- und Aluminiumsulfat). Außerdem: Nitroprussidnatrium, Formaldehyd, Harnstoff, Glucose und Verdickungsmittel: Dextrin und Bristischgummi.

2. Beschleunigt wurde die Zersetzung durch Nachbehandlung mit Lösungen von:

Alkali (wie: Natrium- und Kaliumhydroxyd), Natriumcarbonat und Wasserglas. Von Oxydationsmitteln (wie: Natriumperborat, Kalium- und Natriumnitrit, Kaliumbichromat, Natriumchlorat, Oxalsäure und vor allem Chlorkalk). Von Zinkpolyglykosat, von Terpentinöl und Glycerin, von Verdickungsmitteln (wie: Stärke, Traganth, Blutalbumin, Casein und Gelatine), von wasserdichtmachenden Präparaten (wie: Aluminiumseifen, Ramasit und Kautschuk enthaltenden Mitteln), sowie von Türkischrotöl und überhaupt allen Appreturoilen.

3. Ganz besonders günstig für die Stabilisierung der Farbstoffe gegenüber Lichteinflüssen erwiesen sich Nachbehandlungen mit Natrium-meta-phosphat, Natrium-meta-phosphat-glucose und vor allem mit Thioharnstoff. — In einer weiteren Gruppe müssen solche Mittel genannt werden, die zwar die Lichteinheit der Ausfärbungen erhöhen, gleichzeitig aber die Nuance des Farbstoffes empfindlich nach Braun hin trüben. Hier sind zu nennen: Kupfersulfat, Ferrocyan kupfer, Ammoniak, Türkischrotöl, Kupferammoniakkomplexe sowie diese letzteren in Gemeinschaft mit Türkischrotöl.

Eine eigenartige Erscheinung zeigen die Proben, die mit Lösungen von Eisensalzen (Ferrosulfat, Ferrocyanalkali, Ferricyanalkali), von Ammonium-Molybdat oder von Salzen der Phosphorwolframsäuren (Auxanin B) nachträglich geklotzt waren. Auf der belichteten Oberfläche der Muster trat nämlich eine tiefe Violett färbung auf. Erklären läßt sich dies wohl damit, daß gewisse photochemische Zersetzungsprodukte der Farbstoffe — zu denken ist an die hochmolekularen Phenole oder an die Oxynaphthochinone (Isonaphthazarin) — dunkelgefärbte Schwermetallsalze oder Komplexe bilden, wie sie in den Eisensalzen vieler phenolischer Verbindungen schon bekannt sind.

Überblickt man zum Schluß die große Zahl der untersuchten Nachbehandlungsmittel und ihre Wirksamkeit, so erkennt man, daß die Resultate einerseits in guter Übereinstimmung mit früheren Befunden stehen, die bereits im allgemeinen Teil dieser Arbeit mitgeteilt sind. Auf der anderen Seite sprechen die Ergebnisse deutlich für die Richtigkeit des aufgezeigten photochemischen Reaktionsablaufes der Monoazofarbstoffe. Denn ist dieser ein Oxydationsprozeß, so müssen Oxydationsmittel das Ausbleichen beschleunigen. Kupfersalze und noch besser Kupferkomplexsalze führen zu Anlagerungsverbindungen und blockieren damit die Stellen im Farbstoffmolekül, an denen die Peroxyd-

<sup>10)</sup> Journ. Textile Inst. 1928, 169.



bildung vermutlich vor sich geht. Die günstige Wirkung von Thioharnstoffen glaubt man mit einer Stabilisierung von Peroxyden erklären zu dürfen. Tritt sie auf, so darf man wohl auch umgekehrt daraus auf die Bildung von Farbstoffperoxyden beim Autoxydationsprozeß schließen. Natrium-meta-phosphat endlich soll infolge von Additionen an Iminogruppen die Lichtechtheit der Farbstoffe erhöhen. Eine solche Imidogruppe

ist im Molekül der Monoazofarbstoffe vorhanden, wenn man chinoido Struktur annimmt.

Für die Praxis können Natrium-meta-phosphat und Thioharnstoff als Hilfsmittel für die Verbesserung der Lichtechtheit hier empfohlen werden. Die beiden Salze zeigten optimale Stabilisierungsfähigkeit, und die Farbnuancen ändern sich durch Nachbehandlung in ihren Lösungen nicht. [A. 173.]

## Die technischen und wirtschaftlichen Unterlagen der Holzverzuckerung.

Von Dr. MAX NAPHTALI, Berlin.

(Eingeg. 14. Februar 1930.)

Die Holzverzuckerung, die neuerdings durch eine Reihe von Veröffentlichungen der Tageszeitungen und durch Verhandlungen im Preussischen Landtag in den Vordergrund des Interesses gerückt wurde, ist in chemischer Beziehung auf der Hydrolyse des Holzes mit 40%iger Salzsäure nach Willstätter (1913) aufgebaut. Das Problem, diese Reaktion in technisch wirtschaftlicher Weise durchzuführen und dadurch die Kohlehydrate der Cellulose für menschliche oder tierische Ernährung nutzbar zu machen, hat Bergius seit dem Jahre 1916 bearbeitet. Das Verfahren ist im Jahre 1927 in der Genfer Anlage der Gesellschaft „La Cellulose, S. A.“ in Betrieb genommen worden in einem Maßstabe, der gestattet, 1 t Holzzucker täglich zu erzeugen. In dieser Anlage, die also als großzügiger Versuchsbetrieb zu bezeichnen ist, wird das Abfallholz zu Spänen zerkleinert, die nach der Trocknung im Trommeltrockner in eine Batterie von 18 Diffuseuren aus Prodorit von je 3,5 m<sup>3</sup> gelangen, wo sie mit der starken Salzsäure im Gegenstrom in Berührung kommen. Ein Netz von Steinzeugleitungen dient zur Verbindung der Apparate und Weiterleitung der Zuckerlösung. Diese rohe Zuckerlösung enthält etwa 60–70% der Kohlehydrate des angewandten Rohmaterials in Gestalt eines Gemisches löslicher Zucker, deren chemische Natur im einzelnen noch nicht völlig geklärt ist, ferner etwa 30% Lignin, das durch Lochsteine, die in den Prodoritgefäßen eingebaut sind, abfiltriert wird. Die säurehaltige Zuckerlösung gelangt dann nach weiterer Filtrierung in die Verdampfanlage. Hier findet die eigenartige Durchsprudelung des fein verteilten Salzsäure-Zuckersyrups durch heißes Gasöl statt, durch die das Produkt vom größten Teil der Salzsäure und einem erheblichen Teil des Wassers befreit wird. Das entstandene Öl-Zucker-Gemisch wird mittels Zentrifugen getrennt. Das Öl wird durch Heißwasserheizung wieder aufgeheizt und gelangt in den Betrieb zurück.

Der aus der Verdampfungsanlage kommende Syrup wird dann in einer Zerstäubungsanlage bis zum Trocknen eingedampft. Der Trockenzucker wird in einem Zyklon zur Ausscheidung gebracht und daraus von Zeit zu Zeit abgeschieden. Die aus dem Verdampfungsapparat und aus der Zerstäubungsanlage resultierende verdünnte Säure wird einer Konzentrationsanlage zugeführt, diese, mittels hochprozentigen Salzsäuregases (das in einer Zahnschen Bisulfatanlage hergestellt wird) verstärkt, als 40%ige Gebrauchssäure verläßt.

Das aus den Diffuseuren anfallende Lignin ist ein hochwertiger Heizstoff und kann ohne jeden Zusatz brikketiert werden. Bei der Reinheit dieses Produktes liegt eine Veredelung durch Hydrierung durchaus im Bereich des Möglichen. Endlich muß noch erwähnt werden, daß auch Essigsäure unter den Produkten der Verdampfung anfällt, und zwar, wie Bergius im „Deutschen Forstwirt“ 11, 834 [1929], berichtet, in der gleichen Menge wie bei der Holzverkohlung.

Die Nährwirkung des Kohlehydratfuttersmittels aus Holz ist von Prof. Dr. Lehmann vom Institut für Tierernährungslehre, Göttingen, 1928 geprüft worden. Versuche an Schweinen haben ergeben, daß der Holzzucker als Bestandteil des Schweinefutters vollkommen brauchbar ist und daß er durchschnittlich bis zu 20% des Gesamtnährstoffes verfüttert werden kann.

Die Frage der Reinigung dieses Zuckers und seine Verwendung für die menschliche Ernährung ist nach keiner Richtung hin spruchreif und kann daher hier übergangen werden. Ebenso ist für Deutschland eine Vergärung dieses Zuckers zu Alkohol nicht beabsichtigt und würde wohl an dem Einspruch der Reichsmonopolverwaltung scheitern.

In diesem Zusammenhang muß das Verfahren von Scholler zur Herstellung von Alkohol aus Holz erwähnt werden, das in der Brennerei Tornesch (Holstein) ausgeübt wird und für das die Reichsmonopolverwaltung ein Kontingent von 35 000 hl, die aber nur für den Export bestimmt sind, zugelassen hat<sup>1)</sup>. Das Verfahren arbeitet bei etwa 170° und 7–10 at in sehr verdünnten Lösungen. Wegen der zu verdampfenden großen Flüssigkeitsmengen kommt es wirtschaftlich zur Herstellung von Futterzucker nicht in Betracht, sondern nur zur Vergärung. Es würden beim Torneschverfahren auch nur 40–50% des Rohguts als Zucker anfallen gegenüber 60–70% nach dem Bergiusverfahren.

Betreffs der volkswirtschaftlichen Seite des Verfahrens wird auf der einen Seite behauptet, daß durch dieses neue, billige Futtermittel ein wesentlicher Teil der 700 Millionen Mark, die Deutschland für 3–4 Millionen t Gerste und Mais alljährlich dem Ausland zahlt, erspart werden kann. Als Rohmaterial kommt dabei nur das Abfallholz der deutschen Wälder in Betracht, das bisher zur Holzverkohlung verwendet wurde. Nachdem diese Verwendungsart aber durch die Methanolsynthese der I. G. an Rentabilität erheblich eingebüßt hat, ist durch die Verzuckerung der Verwendung des Abfallholzes ein neuer Weg gewiesen.

Auf der anderen Seite fürchtet ein Teil der Landwirtschaft im Holzzucker oder Lignozucker, wie er auch genannt wird, eine Konkurrenz für die Kartoffelflocken. Da sich aber die Kartoffelflocken der ostdeutschen Landwirtschaft einmal wegen der Trockenkosten, sodann infolge der Fracht für die westdeutschen Schweinezüchterei zu teuer stellen, ist der Westen bisher auf die eingeführten Futtermittel angewiesen.

Wenn sich der Plan einer Anlage nach Bergius in Stettin durchführen läßt, so kann man aus Holzzucker und Kartoffelflocken ein Mischprodukt erzeugen, das sich auf dem westdeutschen Markt entsprechend billiger stellt. Nicht nur im Inland, sondern auch im Ausland besteht reges Interesse für das Verfahren; das beweist u. a. die Nachricht, daß Bergius zu Verhandlungen mit den Sowjets im Februar d. J. nach Moskau gereist ist. [A. 24.]

<sup>1)</sup> Vgl. Ztschr. angew. Chem. 42, 790, 1120 [1929].