

CCA - 63

535.371:542.978

Studien über die Löschung der Fluoreszenz III. Die Löschung der Fluoreszenz optischer Bleicher¹

K. Weber und Z. Skurić

Medizinische Fakultät der Universität und Hygienisches Institut der Stadtverwaltung,
Zagreb, Kroatien, Jugoslawien

Eingegangen am 31. Mai 1957.

Es wurde die Konzentrationslöschung und Fremdlöschung der Fluoreszenz einer Reihe von optischen Bleicher in Lösung und im adsorbierten Zustand an Filtrierpapier durch fluorometrische Messungen untersucht. Die Adsorbate besitzen eine grössere oder kleinere Fluoreszenzfähigkeit als die wässrigen Lösungen derselben Bleicher. Die verwendeten optischen Bleicher weisen in Lösung und in Adsorbaten kaum eine ausgeprägtere Konzentrationslöschung auf. Geringfügigere Konzentrationslösungen in Lösung können in einigen Fällen durch die Adsorption aufgehoben werden.

Anorganische Salze, deren Anionen die Fluoreszenz anderer Stoffe gewöhnlich wirksam löschen (J^- , CNS^- , NO_3^- , Br^-), erhöhen die Fluoreszenzfähigkeit optischer Bleicher. Diese *Elektrolytwirkung* tritt besonders an Adsorbaten in Erscheinung. Schwermetallionen (Cu^{++} , Co^{++}) löschen die Fluoreszenz der Bleicher in Lösung und Adsorbaten mit verhältnismässig kleiner Halbwertskonzentration. Kupferspuren in Geweben beeinträchtigen demgemäss den Effekt der optischen Bleicher. Auch Hydrochinon und Pyrogallol wirken in gleichem Sinne, während Phenol und Anilinsulfat kaum eine Löschung verursachen. Saure und basische organische Farbstoffe sind gute Löscher der Fluoreszenz der Bleicher, was für die praktische Verwendung dieser Stoffe beim Weisstönen gefärbter Gewebe von Bedeutung sein kann.

Die beobachteten Löschwirkungen durch Fremdstoffe haben vorwiegend einen *statischen Mechanismus*. Bei der Wirkung der Farbstoffe muss auch deren Lichtabsorption berücksichtigt werden. Die Stern-Volmersche Gleichung bzw. eine Modifikation derselben, ist auf die Mehrzahl der beobachteten Wirkungen durch organische Löscher gut anwendbar.

Optische Bleicher sind bekanntlich Stoffe, denen im adsorbierten Zustand die Fähigkeit zukommt bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht intensiv zu fluoreszieren². Diese Fluoreszenz ergänzt das Remissionsspektrum des Adsorbates — z. B. des Papiers oder der Textilfaser mit dem adsorbierten Bleicher —, dessen Körperfarbe dadurch als wesentlich besseres, als »gebleichtes« Weiss erscheint. Der optische Bleicheffekt ist umso ausgeprägter je intensiver das Adsorbat fluoresziert, weshalb Löschwirkungen durch zu hoch gewählte Konzentration des Bleichers, oder durch Fremdstoffe, bei der praktischen Verwendung der Bleicher unerwünscht sind. In diesem Zusammenhang war es von Interesse festzustellen in welchem Masse die Fluoreszenz optischer

Bleicher in Lösung, bzw. im adsorbierten Zustand, einer Konzentrationslöschung oder Fremdlöschung zugänglich ist. Da es sich aber bei den optischen Bleicher um eine neue besondere Stoffgruppe handelt, z. B. um Derivate der Diamino-stilben-disulfonsäure, um Verbindungen deren chemische Konstitution sich oft wesentlich von der gewöhnlichen fluoreszierenden organischen Verbindungen unterscheidet, war es auch in theoretischer Hinsicht reizvoll festzustellen wie sich optische Bleicher bezüglich der Fluoreszenzlöschung verhalten.

DIE VERSUCHSMETHODEN

Die Fluoreszenzintensität der optischer Bleicher wurde in wässriger Lösung, sowie im adsorbierten Zustand an Filtrierpapier (Whatman No. 1.) feucht und trocken mit früher beschriebener Apparatur und Methodik gemessen³. Als optische Bleicher wurden Handelsprodukte folgender Firmen verwendet: Farbwerke »Bayer« Leverkusen, Badische Anilin- & Sodafabrik Ludwigshafen, »Ciba« A. G. Basel und »Sandoz« A. G. Basel. Es handelte sich vorwiegend um hochkonzentrierte Produkte der Praxis, jedoch keineswegs um chemisch reine Stoffe. Da ausserdem die chemische Konstitution und das Molekulargewicht dieser Verbindungen nur annähernd bekannt wurde, wird in dieser Arbeit ihre Konzentration in Gewichtsprozenten (g in 100 ml Lösung) angegeben. Bei den Versuchen über die Konzentrationslöschung wurde die Konzentration der Bleicher in Grenzen variiert, die durch ihre Löslichkeit in Wasser beding waren. Bei den Versuchen über die Fremdlöschung wurde stets die Fluoreszenz 0,01%-iger wässriger Lösungen der Bleicher, ohne und mit entsprechendem Löscherzusatz gemessen, bzw. wurden in 20 ml solcher Lösungen Papierfilter (Durchmesser 7 cm) 5 Minuten gebadet und nachher die Fluoreszenz der Adsorbate feucht und lufttrocken gemessen. Als Löscherstoffe wurden Halogenionen, Phenole, organische Farbstoffe und Schwermetallionen verwendet. Das sind Stoffe, die bekanntlich die Fluoreszenz verschiedener Verbindungen in Lösung gut löschen.

Bei allen Messungen der Fluoreszenzintensität wurde als Standard das Filterglas GG3 von Schott u. Gen. (Vorkriegsfabrikat) verwendet und die relativen Werte der Fluoreszenzintensität in Prozenten (Φ), die als Resultate der Messungen der Konzentrationslöschung angeführt werden, beziehen sich auf die Fluoreszenz dieses Glases als Standard ($\Phi_0 = 100$). Bei den Versuchen über die Fremdlöschung wurden die Werte auf die Fluoreszenzintensität der löscherfreien Lösung bzw. Adsorbat, gleichfalls in Prozenten, bezogen. Die Löscherkonzentrationen sind stets in Mol/l angegeben und als *Halbwertskonzentration* ($c_{1/2}$) wird die molare Konzentration des Löschers bezeichnet, bei der die Intensität der Fluoreszenz, bezogen auf das löscherfreie Objekt, zur Hälfte gelöscht erscheint.

DIE ERGEBNISSE

Einige Ergebnisse von Messungen der relativen Fluoreszenzintensität verschiedener optischer Bleicher in Lösung und im adsorbierten Zustand, feucht und lufttrocken, sind in der Tabelle 1. angeführt. Es ist ersichtlich, dass manche der Bleicher in Lösung intensiver fluoreszieren als im Adsorbat, bei anderen ist es aber umgekehrt der Fall. Ausserdem spielt der Wassergehalt des Adsorbats bei einigen Bleicher eine nicht unwesentliche Rolle⁴.

Bei Messungen über den Einfluss der Konzentration der optischen Bleicher auf ihre Fluoreszenzintensität wurde festgestellt, dass die Fluoreszenz dieser Stoffe anscheinend nur in sehr geringem Masse einer Konzentrationslöschung zugänglich ist. Für den Bleicher Uvitex RBS zeigt Konzentrations-Intensitätskurven die Abb. 1. Es ist ersichtlich, dass bis zu einer Konzentration von 3%,

TABELLE I.
Relative Fluoreszenzintensitäten (Φ) optischer Bleicher

Bezeichnung des Bleichers	Φ		
	in 0.01%-iger wässriger Lösung	adsorbiert an Papier, feucht	adsorbiert an Papier, trocken
Blankophor R extr.	187	950	690
Blankophor B extr.	393	1192	848
Ultraporph WT	2856	284	288
Uvitex GS	1221	411	417
Uvitex RBS	1016	443	466
Uvitex RS	1021	483	515
Leukophor WS	778	1291	853
Leukophor BB	64	1117	833

die näherungsweise einer molaren Konzentration von 0,1 entsprechen dürfte, in Lösungen und an feuchten Adsorbaten nur eine geringe Konzentrationslöschung zu beobachten ist, während an den trockenen Adsorbaten die Fluoreszenz durch Konzentrationserhöhung überhaupt nicht gelöscht wird. Die Fluoreszenz des Bleichers Uvitex RS, bzw. Uvitex GS, wird bis zu einer Konzentration von 4%, bzw. 2% in Lösung und im adsorbierten Zustand nicht

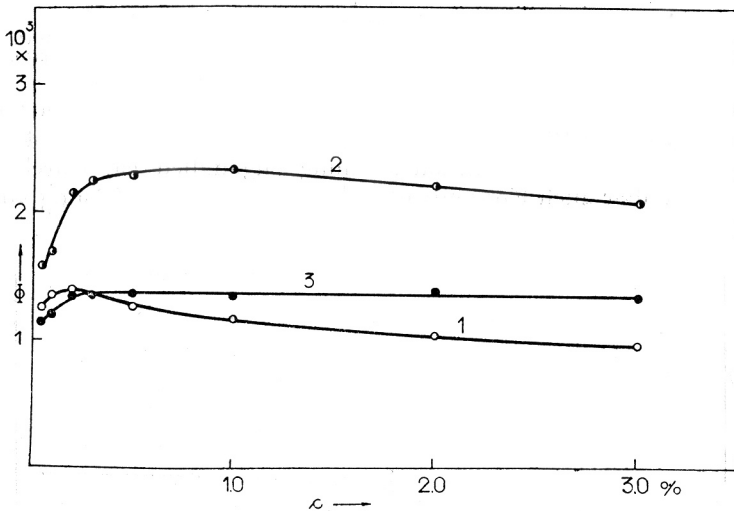


Abb. 1. Konzentrations-Intensitätskurven des Bleichers »Uvitex RBS«, Φ relative Fluoreszenzintensität, c Konzentration des Bleichers in %. 1 in Lösung, 2 feuchte Adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

gelöscht. Bei Versuchen mit dem Bleicher Ultraporph WT wurden nur sehr schwache Konzentrationslöschungen festgestellt.

Zum Vergleich wurde nun unter gleichen Versuchsbedingungen auch die Konzentrationslöschung des Chinins in schwefelsaurer Lösung (0.1 M H_2SO_4) gemessen (Abb. 2.). Chinin wurde deshalb zum Vergleich herangezogen, weil es in optischer Beziehung (langwellige Grenze des Absorptionsspektrums,

Fluoreszenzfarbe und Intensität) den Bleicher sehr ähnlich ist. Aus dem Verlauf der Kurven der Abb. 2. ist ersichtlich, dass die Fluoreszenz des Chinins in Lösung und am feuchten Adsorbat durch Konzentrationserhöhung wesentlich gelöscht wird, nicht aber am trockenen Adsorbat.

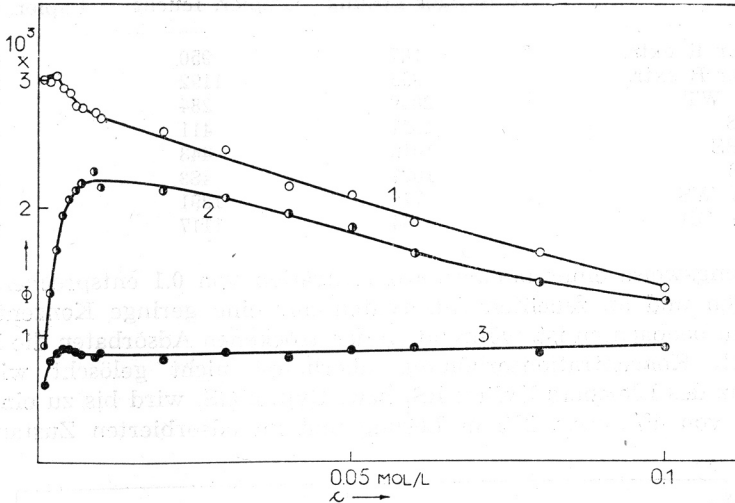


Abb. 2. Konzentrationslöschung des Chininsulfates. Φ relative Fluoreszenzintensität, c Konzentration in Mol/l. 1 in Lösung, 2 feuchte Adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

Allgemein kann man wohl feststellen, dass die Fluoreszenz der hier verwendeten optischen Bleicher in Lösung und im adsorbierten Zustand kaum einer ausgeprägteren Konzentrationslöschung zugänglich ist. Durch die Adsorption können aber auch Konzentrationslösungen, die in Lösung vorhanden sind, aufgehoben werden.

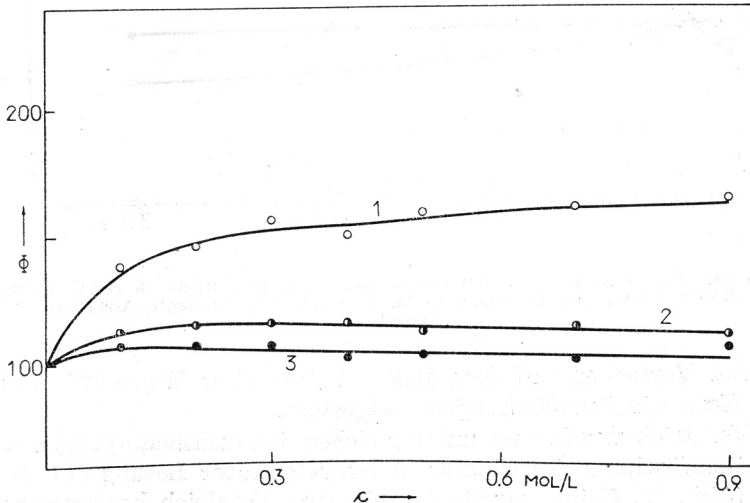


Abb. 3. Die Wirkung von KJ auf die Fluoreszenz des »Blankophor B extr.«. Φ relative Fluoreszenzintensität, c KJ-Konzentration. 1 in Lösung, 2 feuchte Adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

Bei Versuchen über die Fremdlösung wurde zunächst festgestellt, dass Halogenionen (Kaliumsalze der Halogene) und andere Anionen nur in einigen Fällen schwach löschend auf die Fluoreszenz der optischen Bleicher wirken. Vorwiegend wurde eine Erhöhung der Fluoreszenzfähigkeit der Bleicher durch Zusatz von KJ, KCNS, KBr und KNO_3 beobachtet. Diese *Elektrolytwirkungen* können sehr ausgeprägt sein (Abb. 3. und 4.) und in einigen Fällen verursachen sie eine Verdoppelung der Fluoreszenzintensität durch Elektrolytkonzentrationen von 1.0 M. Kaliumjodid, das allgemein als besonders wirksamer Löscher bekannt ist, vermag die Fluoreszenz einiger Bleicher in Lösung nur sehr schwach zu löschen (vergl. die Tab. 2.), diese Löschung wird aber fast immer durch den Adsorptionsvorgang aufgehoben, bzw. in eine Erhöhung der Fluoreszenzfähigkeit verwandelt.

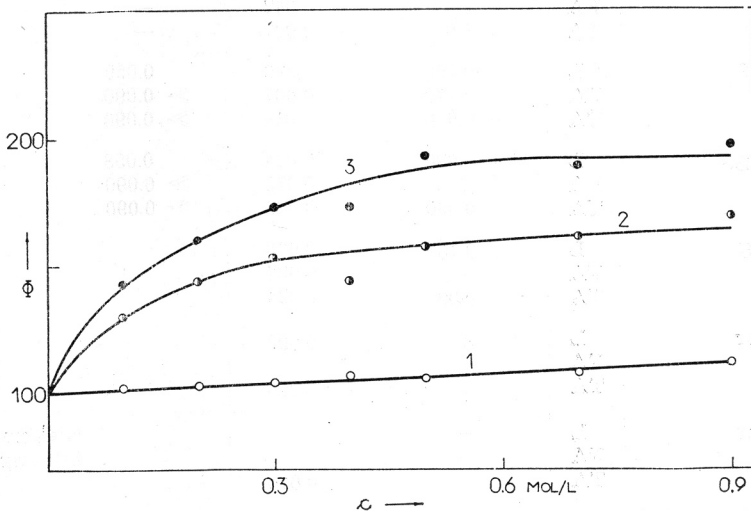


Abb. 4. Die Wirkung von KCNS auf die Fluoreszenz des »Ultraphor WT«. Φ relative Fluoreszenzintensität, c KCNS-Konzentration. 1 in Lösung, 2 feuchte Adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

Kationen der Schwermetalle (CuSO_4 , CoSO_4) wirken hingegen in der Regel ausgesprochen löschend auf die Fluoreszenz der Bleicher. Auch Hydrochinon und Pyrogallol sind gute Löscher der Fluoreszenz optischer Bleicher, während Phenol, Resorcin und Anilinsulfat nur in Lösung, oder überhaupt nicht löschend wirken auf die Fluoreszenz dieser Stoffe.

Einige der erhaltenen Löschkurven zeigen die Abb. 5. und 6. Die Werte der Halbwertskonzentrationen der Löschung sind in der Tabelle 2. verzeichnet. Aus dem Vergleich dieser Werte, die sich auf Lösungen bzw. Adsorbate beziehen, kann gefolgert werden, dass es sich anscheinend in allen Fällen die Löschung ergaben, um einen *statischen Mechanismus* der Löschung handelt.

Saure und basische organische Farbstoffe sind sehr gute Löscher der Fluoreszenz optischer Bleicher. Diese Löschung ist am ausgeprägtesten in Lösungen. Sie wird durch die Adsorption teilweise aufgehoben, beim Eintrocknen der Adsorbate aber wieder verstärkt. Einige Halbwertskonzentrationen solcher

TABELLE II.
 Halbwertskonzentrationen der Fremdlösung in Moll.
 L Lösungen, FA feuchte Adsorbate, TA trockene Adsorbate

Bleicher	Löscher	KJ	Hydrochinon	Phenol	CuSO ₄
Brankophor R extra	L	≥ 1.0	≥ 0.1	+	0.220
	FA	+	—	≥ 0.7	0.260
	TA	+	> 0.1	≥ 0.7	0.024
Brankophor B extra	L	+	0.068	≥ 0.09	0.007
	FA	+	≥ 0.09	≥ 0.09	0.100
	TA	+	0.075	+	0.003
Ultraphor WT	L	0.330	0.031	—	0.010
	FA	≥ 1.0	0.047	—	0.069
	TA	≥ 1.0	0.027	—	0.009
Uvitex GS	L	0.150	0.036	0.059	0.031
	FA	0.270	0.067	≥ 0.090	
	TA	≥ 0.900	0.019	≥ 0.090	0.075
Uvitex RBS	L	> 0.090	0.034	0.058	0.013
	FA	+	0.075	≥ 0.090	≥ 0.090
	TA	≥ 0.090	0.023	≥ 0.090	0.005
Uvitex RS	L	0.101	0.038		0.019
	FA	+	0.087		0.005
	TA	0.09	0.024		≥ 0.090
Leukophor WS	L	+	0.090		≥ 0.090
	FA	+			0.005
	TA	+	≥ 0.090		0.003
Leukophor BB	L	+			Niederschlag- bildung
	FA	+			
	TA	+	0.070		

+ bedeutet eine Erhöhung der Fluoreszenzintensität
 — keine Lösung

Lösungen sind in der Tab. 3. verzeichnet und den Verlauf der Löschkurven für Blankophor R extr. + Bengalrosa zeigt die Abb. 7. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass bei diesen Systemen offenbar auch die Lichtabsorption der Farbstoffe eine Rolle spielt und es sich deshalb nicht um reine Löscheffekte der Fluoreszenz handeln kann. Die Farbstoffe können nämlich sowohl das anregende ultraviolette Licht, als auch das (sekundäre) Fluoreszenzlicht absorbieren, wodurch rechnerisch schwer erfassbare Schwächungen der Fluoreszenzintensität verursacht werden, die als Fremdlösung in Erscheinung treten. Bei der Verwendung optischer Bleicher zum »Aufhellen« gefärbter Gewebe werden aber auch solche Gesamteffekte der Fluoreszenzlösung eine gewisse Bedeutung haben.

Da die Anionen anorganischer Salze, wie angeführt wurde, schlechte Löscher, die Kationen der Schwermetallsalze aber gute Löscher der Fluoreszenz der optischen Bleicher sind, was es von Interesse festzustellen, ob die fluoreszierenden Anteile der Bleicher Kationen oder Anionen darstellen. Es

wurden deshalb *Kapillarisationsversuche* mit den Bleicher auf Filtrierpapier durchgeführt. Diese Versuche ergaben nach der üblichen Methodik⁵, dass es sich mit Ausnahme des Ultraphor WT, offenbar bei allen der verwendeten Bleicher um Stoffe mit positiver Ladung handelt, die vom negativ geladenen Papier gut adsorbiert werden. Bei einigen der Bleicher scheint zwar auch noch eine negativ geladene fluoresezierende Komponente vorhanden zu sein (Blankophor B extr., Blankophor R extr., Leukophor WS und Leukophor BB,

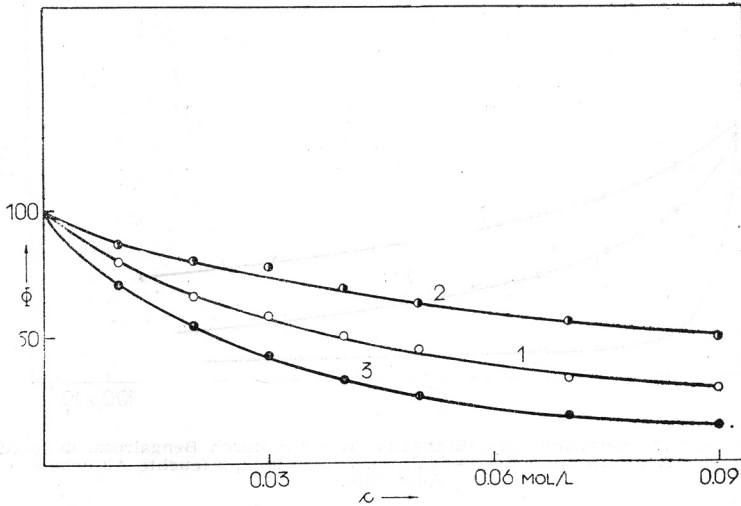


Abb. 5. Löschung der Fluoreszenz des »Uvitex RS« durch Hydrochinon. Φ relative Fluoreszenzintensität, c Konzentration des Hydrochinon. 1 in Lösung, 2 feuchte adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

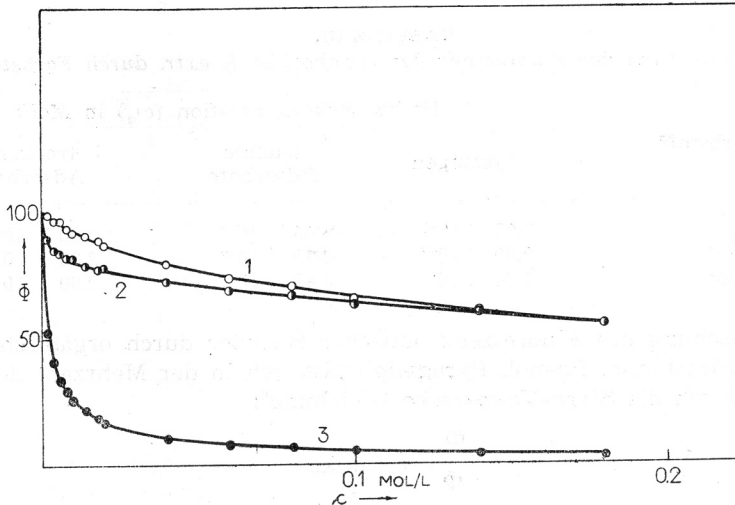


Abb. 6. Löschung der Fluoreszenz des »Blankophor R extr.« durch Kupfersulfat. Φ relative Fluoreszenzintensität, c Konzentration des CuSO_4 . 1 in Lösung, 2 feuchte Adsorbate, 3 trockene Adsorbate.

bedeuten. Diese empirische Gleichung konnte oft sowohl auf Lösungen, als auch auf feuchte, bzw. trockene Adsorbate angewendet werden. In einigen Fällen wurde aber festgestellt, dass das Verhältnis der Fluoreszenzfähigkeiten $\frac{\Phi_0}{\Phi}$ schneller mit zunehmender Konzentration des Lösers (c) wächst, als es der linearen Beziehung obiger Gleichung entspricht. Diese *positiven Abweichungen* von der Stern-Volmerschen Gleichung konnten in einigen Fällen durch die Anwendung der modifizierten Form:

$$\frac{\Phi_0}{\Phi} = 1 + k_1 c + k_2 c^2 \quad (2)$$

die von Rollefson und Boaz gegeben wurde⁷, mitberücksichtigt werden. In anderen Fällen, besonders bei der Löschung an trockenen Adsorbaten (Ultrapher WT + Hydrochinon, Uvitex GS + Hydrochinon), reicht auch dieser Ausdruck zur Erfassung der sehr ausgeprägten positiven Abweichungen von der

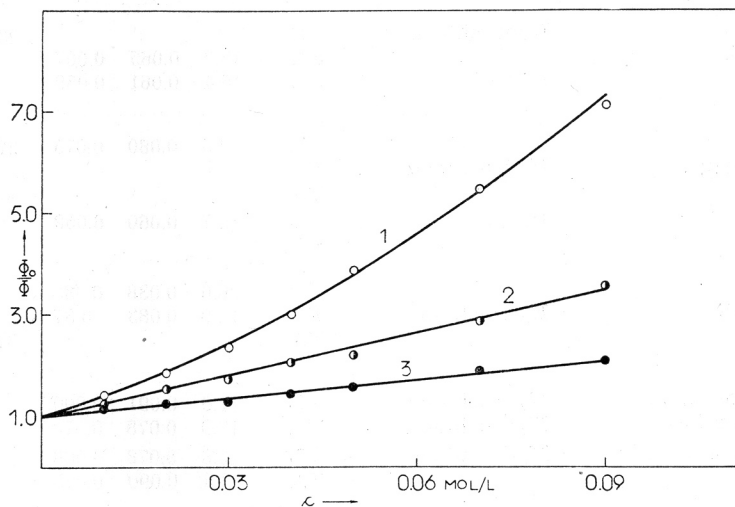


Abb. 8. Löschung der Fluoreszenz des «Unitex RS» durch Hydrochinon. 1 trockene Adsorbate, 2 Lösungen, 3 feuchte Adsorbate.

Gleichung (1) nicht aus. In der Tabelle 4. sind die nach den angeführten Gleichungen erhaltenen Werte der Löschkonstanten verzeichnet, wobei sich k auf die Gleichung (1), k_1 und k_2 aber auf die Gleichung (2) beziehen. Da nach Gleichung (1) der reciproke Wert der errechneten Löschkonstante (k) der empirisch ermittelten Halbwertskonzentration ($c_{1/2}$) gleich sein soll, kann man durch Vergleich dieser Werte Schlüsse über die mehr oder weniger strenge Gültigkeit der Stern-Volmerschen Gleichung ziehen. Die Abb. 8. zeigt die graphische Darstellung der Löschung der Fluoreszenz des Bleichers Uvitex RS durch Hydrochinon entsprechend der Gleichung (1) bzw. (2). Für Lösungen und feuchte Adsorbate (Kurven 2 und 3) ist im Sinne der Gleichung (1) die lineare Beziehung erfüllt und für feuchte Adsorbate (Kurve 1) wurde der

eingezeichnete Verlauf der Kurve nach der Gleichung (2) mit den Werten der Konstanten aus der Tabelle 4. berechnet.

Die Löschung der Fluoreszenz aller untersuchten optischen Bleicher durch Schwermetallsalze und Farbstoffe ergaben sehr ausgeprägte *negative Abweichungen* von der Stern-Volmerschen Gleichung (verminderte Zunahme des

TABELLE IV.
Werte der Löschkonstante. L Lösungen, FA feuchte Adsorbate,
TA trockene Adsorbate

Optischer Bleicher	Löscher	Objekt	k	$\frac{1}{k}$	$c_{1/2}$	k_1	k_2
Ultraphor WT	Hydrochinon	L				27.7	180.0
		FA				19.0	63.6
	Pyrogallol	L	30.9	0.032	0.034		
		FA	16.9	0.059	0.057		
		TA	34.4	0.029	0.026		
Uvitex GS	Hydrochinon	L				23.4	141.7
	Phenol	FA	15.3	0.065	0.067		
		L	16.4	0.061	0.059		
Uvitex RBS	Hydrochinon	L	12.5	0.080	0.075	22.0	175.0
		FA				41.5	305.5
		TA					
	Phenol	L	16.7	0.060	0.058		
Uvitex RS	Hydrochinon	L	26.0	0.038	0.038		
		FA	12.0	0.083	0.87		
		TA				37.7	370.0
Leukophor WS	Hydrochinon	L	11.0	0.091	0.090		
Leukophor BB	Hydrochinon	TA	12.9	0.078	0.070		
Blankophor B extr.	Hydrochinon	L	12.8	0.078	0.068		
		TA	11.1	0.090	0.075		

Verhältnisses der Fluoreszenzfähigkeiten mit zunehmender Löscherkonzentration), die rechnerisch durch einfache Modifizierungen der Gleichung (1) nicht berücksichtigt werden konnten. Im ersten Falle scheint es um direkte chemische Reaktionen zwischen dem optischen Bleicher und dem Löscher zu handeln, im zweiten Falle aber um innere Filterwirkung und um den Einfluss der Eigenfluoreszenz der als Löscher benutzten Farbstoffe.

LITERATUR

- I. und II. Mitteil. K. Weber und M. Lokar, *Transac. Faraday Soc.* 44 (1948) 959, 51 (1955) 1362.
- Von den zahlreichen Veröffentlichungen über *optische Bleicher, Aufheller, oder Weisstöner*, können hier angeführt werden:
 - P. Kraus, *Melliand Textilber.* 10 (1929) 468.
 - S. Petersen, *Angew. Chem.* 61 (1949) 17.
 - E. C. Caspar, *J. Soc. Dyers Colourists* 66 (1950) 177;

- Melliand Textilber. 33 (1952) 518; Textil-Rdsch. 1953. 1;
 SVF Facherg. Textilveredl. 8 (1953) 13;
 A. Schlachter, Fette u. Seifen 53 (1951) 735, 56 (1954) 9.
 Sippel, Textil-Praxis 7 (1952) 220.
 F. Weber, Melliand Textilind. 34 (1953) 63.
 H. Veter, Z. ges. Textilind. 55 (1953) 42.
3. Siehe die I. und II. Mittel, weiterhin K. Weber, Z. Physikal. Chem. (B) 30 (1935) 69, K. Weber und G. Karahanjan, Acta Medic. Jugosl. 2 (1948) 64.
 4. Über den Einfluss der Befeuchtung auf die Fluoreszenz adsorbierter Farbstoffe vergl. F. Bandow, Z. physikal. Chem. (B) 42 (1939) 67.
 5. Vergl. z. B. E. Sauer, Kolloidchemisches Praktikum, J. Springer-Verlag, Berlin 1935. S. 61.
 6. O. Stern und M. Volmer, Physikal. Z. 20 (1919) 183.
 7. G. K. Rollefson und H. Boaz, J. Phys. & Colloid Chem. 52 (1948) 518; J. Amer. chem. Soc. 72 (1950) 3435. R. Livingston und Chum-Lin Ke, J. Amer. chem. Soc. 72 (1950) 909.
 R. Livingston, L. Thompson und M. V. Ramaro, J. Amer. chem. Soc. 74 (1952) 1073.

IZVOD

Studije o gašenju fluorescencije III. Gašenje fluorescencije optičkih bjelila

K. Weber i Z. Skurić

Fluorometrijskim mjerenjima ispitivano je koncentracijsko gašenje fluorescencije, kao i gašenje dodavanjem tuđih tvari, u otopinama, te mokrim i suhim adsorbatima na filterpapiru, niza optičkih bjelila. Optička bjelila su organski spojevi, koji intenzivno fluoresciraju utjecajem ljubičastog i ultraljubičastog svjetla naročito u adsorbatima, a upotrebljavaju se praktički za poboljšanje bjeline tekstila i papira. Ispitivana bjelila u nekim slučajevima fluoresciraju intenzivnije u otopinama, a u drugim slučajevima pak intenzivnije u adsorbiranom stanju. Pojava koncentracijskog gašenja, t. j. gašenje fluorescencije pri prevelikoj koncentraciji tvari koja fluorescira, jedva dolazi do izražaja u otopinama tih bjelila, a uslijed adsorpcije na papiru eliminira se i slabo koncentracijsko gašenje.

Anorganske soli, čiji anioni (J^- , CNS^- , Br^- , NO_3^-) redovito više ili manje intenzivno gase fluorescenciju raznih tvari, povećavaju sposobnost fluoresciranja optičkih bjelila. Može se smatrati, da se kod toga radi o nespecifičnom *elektrolitnom djelovanju*, koje je naročito izrazito na adsorbatima. Kationi teških kovina (Cu^{++} , Co^{++}) gase fluorescenciju optičkih bjelila u razmjerno malim koncentracijama u otopinama, na mokrim i na suhim adsorbatima. Ova činjenica može biti značajna kod praktičke primjene bjelila, jer tragovi bakra u tekstilu i papiru očito mogu znatnije utjecati na efekt bjelenja. Od organskih inhibitora hidrokinon i pirogalol znatnije gase fluorescenciju optičkih bjelila, dok fenol gasi samo u otopinama, a anilinsulfat je bez utjecaja. Kisela i bazična organska bojila gase fluorescenciju bjelila već u veoma malenim koncentracijama. Na obojenoj tkanini i papiru će prema tome djelovanje bjelila manje doći do izražaja. Kod utjecaja organskih bojila na fluorescenciju se ne radi međutim o čistim procesima gašenja, jer očito je, da će kod toga igrati određenu ulogu još i apsorpcija svjetla u molekulama bojila, kao i njihova vlastita fluorescencija.

U vezi s rezultatima prijašnjih radova¹ može se ustanoviti da procesima gašenja fluorescencije optičkih bjelila pripada poglavito *statički mehanizam*. Ovisnost intenziteta fluorescencije o koncentraciji gasila kod većine sistema dobro interpretira Stern-Volmerova jednadžba (1), međutim kod suhih adsorbata često je bilo potrebno računati s modificiranim oblikom (2) ove jednadžbe².