

39.

A C T A  
BIOLOGIAE  
EXPERIMENTALIS  
VOL. XIII. 1939  
(pp. 57—68)

K. BIAŁASZEWICZ und J. WAJSBERG

ÜBER DIE RESORPTION DER AZOFABSTOFFE  
IM DÜNNDARM

V A R S O V I E  
RÉDACTION ET ADMINISTRATION:  
INSTITUT NENCKI (SOC. SCI. VARS.)  
8 RUE SNIADOCKI

Les **Acta Biologiae Experimentalis** publient uniquement des travaux originaux de caractère expérimental en langues allemande, anglaise, française, italienne et polonaise et paraissent par fascicules d'importance variable. Deux à quatre fascicules constituent un volume d'environ 320—360 pages.

Le prix de chaque volume (affranchissement compris) est fixé à 20 złoty pour les souscripteurs étrangers.

Tarif spécial pour les souscripteurs polonais.

On s'abonne:

à l'**Institut Nencki de Biologie Expérimentale**, 8 rue Sniadeckich, Varsovie,

à la **Caisse de Mianowski**, 72 Nowy Swiat (Palais Staszic), Varsovie.

Les auteurs sont priés de n'envoyer que des manuscrits dactylographiés dont la rédaction soit entièrement terminée.

Les auteurs reçoivent gratuitement 60 tirages à part de leurs travaux. Ils peuvent en obtenir un plus grande nombre à leurs frais.

On est prié d'adresser tout ce qui concerne la rédaction des „Acta” au Prof. K. Białaszewicz, Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki, 15 rue Wawelska, Varsovie.

### Sommaire du vol. XII (1938).

Jędrzej Śniadecki als Physiologe, von W. Mozołowski. — R. Truszkowski and R. L. Zwemer: Experimental alterations in blood potassium. — J. Konorski et L. Lubińska: À propos de l'action de la strychnine. — J. Dembowski: Über die Rhythmik der Parameciumteilungen. — G. Hevesy, T. Baranowski, A. J. Guthke, P. Ostern und J. K. Parnas: Untersuchungen über die Phosphorübertragungen in der Glykolyse und Glykogenolyse. — P. Ostern, T. Baranowski und J. Terszakowicz: Über die Phosphorylierung des Adenosin durch Hefe und die Bedeutung dieses Vorgangs für die alkoholische Gärung. — Z. Augustin: Vergleichende Untersuchungen über Anfangsvorgänge der Glykogenolyse im Muskel und im Herzen. — K. Białaszewicz et H. Głogowska: Sur le métabolisme minéral au cours du développement embryonnaire du Poulet et sur les fonctions de l'allantoïde. — W. Zakrzewski: Apparat zum Messen der Augengewölbe bei den Untersuchungstieren und das physiologische Messen bei Kaninchen, Meerschweinchen und weissen Ratten. — J. Miodoński: Über die monaurale akustische Isolation und deren physiologischen Grenzen. — F. Krajewski: Die Einwirkung des niedrigen Atmosphärendruckes und der Einatmung verschiedener Gasmischungen auf die Sekretionstätigkeit der Magendrüsen. — E. Hofer: Über künstliche Lecithino-Proteine. III. Teil: Lecithino-Serumalbumin. IV. Teil:

[Institut für Zoophysiology der J. Piłsudski Universität, Warszawa].

**K. Białaszewicz und J. Wajsberg.**

### **Über die Resorption der Azofarbstoffe im Dünndarm.**

Vorgelegt in der Sitzung der Abteilung Warszawa der Polnischen Physiologischen Gesellschaft am 9.III.1939.

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war die Auffindung einer Farbstoffverbindung, die im Dünndarm keiner Resorption unterliegt und demzufolge gestatten würde, den Verlauf der Wasseraufnahme und der Resorption anderer mit der Farbstofflösung in den Darm eingeführten Verbindungen durch die Schleimhaut genau zu verfolgen.

Im Laufe unserer diesbezüglichen Versuche gelang es uns einige derartige Verbindungen unter den Azofarbstoffen aufzufinden. Analoge Versuche mit Farbstoffen von verwandter chemischen Struktur führten zur unzweifelhaften Feststellung, dass zwischen der Konstitution der Farbstoffe und ihrer Resorptionsfähigkeit ein inniger Zusammenhang besteht.

#### **Methodisches.**

Unsere Versuche gründen sich in Prinzip auf dem kolorimetrischen bzw. photometrischen Vergleich der Menge des im Darm nach der teilweisen Resorption des Wassers übriggebliebenen Farbstoffes mit der eingeführten Farbstoffmenge.

Alle Versuche wurden an Katzen, die durch 24—28 Stunden nüchtern gehalten wurden, in Dialnarkose ausgeführt. Nach Öffnung der Bauchhöhle und Herausnahme des Darmes wurden an demselben vermittels sechs Ligaturen drei Darmschlingen von je 30 cm. Länge abgesondert. Dann wurde der Darm in die Bauchhöhle zurückgelegt und in jede Darmschlinge mittels einer Spritze eine bestimmte Menge wässriger, bis 37—39° aufgewärmten Farbstofflösung eingeführt. Die dazu benutzte Spritze besass eine metallene, mit einem Dreiweghahn versehene Ansatzvorrichtung, die mittels eines dünnen, dickwändigen Gummirohres mit einer Nadel verbun-

den war. Eine gleiche Menge Farbstofflösung wurde für den kolorimetrischen Vergleich in einen Messkolben abgemessen.

Nach Schliessung der Bauchhöhle wurde das Tier in Ruhe gelassen und mittels eines elektrischen Kissens bis zur normalen Körpertemperatur erwärmt.

Sobald der grössere Teil des anfänglich eingeführten Wassers in den Darmschlingen resorbiert wurde, wurde der Versuch unterbrochen.

Der nicht resorbierte Farbstoff wurde aus dem Darm auf folgende Weise entfernt. Nach Herausnahme des Darmes und Durchschneidung des ganzen Mesenteriums, wurde der Darm mit dest. Wasser abgespült, worauf die durch die Ligaturen abgeschlossenen Darmschlingen herauspräpariert wurden. Die Schlingen wurden dann einzeln an einer Stelle geöffnet und der nicht resorbierte Inhalt ausgepresst, worauf dessen Volumen bestimmt wurde. Dann wurden die Schlingen längs geöffnet und die der Schleimhaut oft sehr innig anhaftenden Farbstoffüberreste mittels eines feinen Pinsels und eines Stromes dest. Wassers entfernt. Schliesslich wurde die nicht resorbierte, bereits früher abgemessene Lösung mitsamt den abgespülten Farbstoffüberresten in einen Messkolben überführt, dessen Volumen dem des Vergleichskolbens gleich war, worauf eine entsprechende Menge einer klärenden und enteiweissenden Flüssigkeit zugesetzt wurde.

Eine beträchtliche Schwierigkeit bot in den ersten Versuchen die Befreiung der nicht resorbierten Reste von der Trübung, die sich mechanisch nicht entfernen liess und die Farbstoffbestimmung auf optischem Wege stark störte. Nach längeren Bemühungen gelang es uns eine optisch vollkommen leere Flüssigkeit dadurch zu erlangen, dass wir zu der Flüssigkeit in beiden Messkolben *Ethylalkohol* oder *Aceton* bis zu  $\frac{2}{3}$  des Volumens zusetzten und den Rest mit dest. Wasser ergänzten. Jedes der erwähnten Reagentien, in einer Konzentration benutzt, die eine vollkommene Auflösung des Farbstoffes ermöglicht, besitzt den Vorzug, dass es den Darmschleim entwässert und dadurch seine Aufnahmefähigkeit gegenüber Farbstoffen vermindert; ausserdem vermindern sie auch den Dissoziationsgrad der Salze und Farbstoffe und gleichen dadurch den Unterschied zwischen den Farbnuancen beider verglichenen Flüssigkeiten aus.

Nach Abzentrifugierung des Niederschlages wurden beide Flüssigkeiten im *Bürker'schen* Kolorimeter bzw. *Pulfrich'schen* Stufenphotometer verglichen.

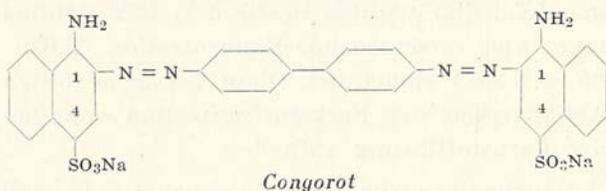
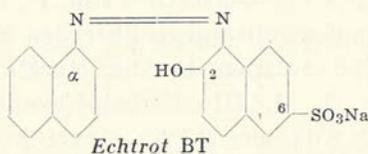
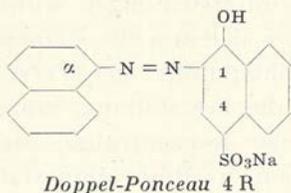
## Experimenteller Teil.

### 1. Schwer resorbierbare Farbstoffe.

In einer Reihe von Voruntersuchungen über das Verhalten allerlei, zu verschiedenen Farbstoffklassen gehörenden Farbstoffe (Stilben-, Azo-, Carbonium-, Anthracenfarbstoffe, indigoide Verbindungen) wurde festgestellt, dass am mindesten die

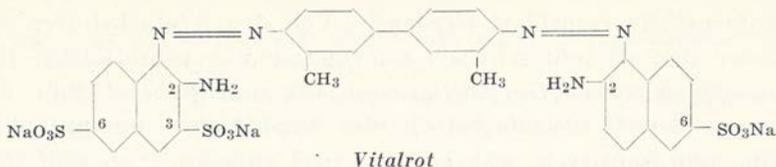
Azofarbstoffe resorbiert werden<sup>2)</sup>. Von den Azofarbstoffen erwiesen sich als sehr schwach resorbierbar vier saure Farbstoffe, von denen zwei (*Doppel-Ponceau 4 R* und *Echtrot BT*) die Gruppe der Monoazofarbstoffe der Naphthalin-azo-naphthalinreihe repräsentieren, während die zwei anderen (*Congorot* und *Vitalrot*) ein Produkt der Kupplung des tetraazotierten Benzidins bzw. o-Tolidins mit zwei entsprechend substituierten Naphthalinmolekülen sind.

Die chemischen Formeln dieser vier schwer resorbierbaren Farbstoffe stellen sich folgendermassen vor:



2) Unsere Versuche umfassten folgende Farbstoffe:

Stilbenfarbstoffe: Curcumin; Benzol-azo-naphthalinreihe: Ponceau PR, Brillantcrocein, Palatinscharlach; Naphthalin-azo-naphthalinreihe: Chromotrop 10 B, Azorbordeaux, Brillantbordeaux S, Kristallponceau 6 R, Doppel-Ponceau 4 R, Doppel-Ponceau 6 R, Bordeaux B, Echtrot BT, Palatinrot A, Lanacylblau; Diazofarbstoffe der Benzidinreihe: Vitalrot, Congorot, Benzopurpurin 4 B, Brillantcongloblau 2 R, Azoblau, Chicagoblau B, Chicagoblau 6 R, Diaminreinblau FF, Benzopurpurin 10 B, Diaminblau AZ, Trypanblau; Carboniumfarbstoffe: Fuchsin E, Malachitgrün Ia, Krystallviolett, Erioglaucin, Patentblau, Wasserblau, Phenolrot, Kresolrot, Eosin, Rhodamin B; Anthracenfarbstoffe: Anthrachinonviolett, Aminoanthrachinon, alizarinsulfosaures Natron.



Die erwähnten Farbstoffe kennzeichnen sich somit durch die Anwesenheit zweier Naphthalinkerne, die meistens eine verhältnissmässig kleine Anzahl eingeführter Auxochromgruppen enthalten.

Diese ersten Voruntersuchungen wurden weiter ausgebaut. Vor allem handelte es sich um die Erforschung des Einflusses gewisser, vom Gesichtspunkte der Versuchstechnik wichtigen Faktoren u. zw. um die Feststellung, inwieferne die Resorption der Farbstoffe von der Konzentration derselben und von dem Darmabschnitt, in dem die Resorption stattfindet, abhängig ist.

In der ersten Versuchsserie (Tab. I), die das Verhalten der einzelnen Darmabschnitte gegenüber den benutzten Farbstoffen aufklären sollte, wurden in die einzelnen, ca 30 cm langen Darmschlingen (I, II, III) Farbstofflösungen von identischer Konzentration (0.05 oder 0.1%) eingeführt. In der zweiten Serie dagegen (Tab. II) wurden in die drei Darmschlingen Farbstofflösungen von verschiedener Konzentration (0.025 — 0.1%, bzw. 0.05 — 0.2%) eingeführt. Diese Versuche sollten die Frage der Abhängigkeit der Farbstoffresorption von der Konzentration der Farbstofflösung aufhellen.

Die Versuche der ersten Serie, in denen — wie bereits früher erwähnt — als veränderliche Grösse die Entfernung des resorbierenden Abschnittes vom Duodenum auftritt, ergaben übereinstimmend, dass ein sichtbarer und unzweifelhafter Zusammenhang zwischen dem Ort der Resorption und der Menge des resorbierten Farbstoffes sich nicht feststellen lässt. Das Resorptionsepithel verhält sich gegenüber den aufgezählten, von uns als schwer resorbierbar befundenen Farbstoffen auf der ganzen Länge des Dünndarmes auf die gleiche Art und Weise.

Der Einfluss der Farbstoffkonzentration auf die Aufnahmefähigkeit bildete den Gegenstand der zweiten Versuchsserie, in welcher in die einzelnen gleich langen Darmschlingen Farb-

Tabelle I.

Farbstoff	Nr. der Versuches und Geschlecht des Tieres	Farbstoffkonzentration in der eingeführten Lösung %	Nr. der Darmschlinge	Dauer des Versuches St.	Volumen		Farbstoffmenge in der		Resorptionsgrad		
					der eingeführten Lösung ccm	der zurückgebliebenen Lösung ccm	eingeführten Lösung mg	zurückgebliebenen Lösung mg	des Wassers %	des Farbstoffes %	
<i>Doppel-Ponceau 4R</i>	40 (♀)	0.1	I	1.21	17.58	1.0	17.58	16.91	94	3.8	
		0.1	II	0.98	17.58	5.6	17.58	17.37	98	1.2	
		0.1	III	1.85	17.58	2.0	17.58	17.32	89	1.5	
	41 (♀)	0.1	I	1.25	11.72	3.0	11.72	11.15	74	4.9	
		0.1	II	1.60	11.72	1.0	11.72	11.29	91	3.7	
		0.1	III	1.80	11.72	1.0	11.72	11.26	91	3.9	
	<i>Echtrot BT</i>	53 (♀)	0.1	I	0.91	17.58	7.6	17.58	17.09	57	2.8
			0.1	II	0.98	17.58	2.0	17.58	16.95	89	3.6
			0.1	III	0.96	17.58	3.0	17.58	17.32	84	1.5
54 (♂)		0.1	I	0.96	11.72	5.2	11.72	11.35	56	3.2	
		0.1	II	0.93	11.72	2.0	11.72	11.38	83	2.9	
		0.1	III	0.91	11.72	5.8	11.72	11.39	50	2.8	
<i>Congorot</i>	50 (♂)	0.1	I	1.00	17.58	9.2	17.58	17.49	48	0.5	
		0.1	II	1.23	17.58	11.0	17.58	16.38	38	6.8	
		0.1	III	1.38	17.58	11.0	17.58	16.63	38	5.4	
	27 (♂)	0.05	I	1.25	13.12	(1.0)*	6.56	5.88	92	(11.1)*	
		0.05	II	1.55	13.12	2.5	6.56	6.40	81	2.4	
		0.05	III	1.83	13.12	4.5	6.56	6.49	66	1.0	
<i>Vitalrot</i>	12 (♂)	0.1	I	1.16	13.12	6.7	13.12	13.18	49	-0.5	
		0.1	II	1.25	13.12	3.1	13.12	13.05	77	0.5	
		0.1	III	1.50	13.12	ca 1.0	13.12	12.28	92	6.4	
	30 (♂)	0.1	I	1.16	13.12	8.4	13.12	13.05	36	0.5	
		0.1	II	1.50	13.12	5.6	13.12	12.79	57	2.5	
		0.1	III	1.83	13.12	4.8	13.12	12.77	63	2.7	

\*) Infolge der stärkeren Wasseraufnahme bot die Beseitigung des der Schleimhaut anhaftenden Farbstoffes gewisse Schwierigkeiten.

stoffe von wachsender Konzentration der Reihe nach eingeführt wurden. Diese Versuche (Tab. II) ergaben, dass die Permeabilität des Dünndarmepithels gegenüber Farbstoffen, deren Resorptionsgrad nicht einmal 2% der eingeführten Menge beträgt, im grossen und ganzen von der Konzentration der eingeführten Lösung vollständig unabhängig ist. Die Übereinstimmung der in Tab. II angeführten Resultate ist überdies ein Beweis der Genauigkeit der angewendeten Versuchstechnik und der Methoden der optischen Farbstoffbestimmung und dürfte zu weiteren Versuchen in der Richtung der Herabsetzung der unteren Konzentrationsgrenze der zu Resorptionsversuchen benutzten Farbstoffe anspornen.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass das Dünndarmepithel gegenüber den erwähnten Azofarbstoffen der Naphthalinreihe (*Doppel-Ponceau 4 R*, *Echtrot BT*, *Congorot* und *Vitalrot*), unabhängig von ihrer Konzentration, sich auf seiner ganzen Fläche als fast ganz undurchlässig erwies.

## 2. Die Farbstoffresorption und die chemische Konstitution der Farbstoffe.

Nach Feststellung der Tatsache, dass manche Farbstoffe praktisch genommen überhaupt nicht resorbiert werden, schien es uns interessant zu untersuchen, wie sich diesbezüglich andere, zu denselben chemischen Klassen hingehörende Farbstoffe verhalten. Auf diesem Wege könnte möglicherweise ein Licht auf die Frage geworfen werden, ob zwischen der chemischen Konstitution der Farbstoffe und ihrer Aufnahmefähigkeit durch die Darmschleimhaut irgendein Zusammenhang besteht.

Unsere diesbezüglichen Untersuchungen schreiten einstweilen über den Rahmen allgemeiner Orientierungsversuche nicht hinaus. Wir beschränkten uns nur auf eine Farbstoffgruppe u. zw. auf die Naphthalin-azo-naphthalinreihe, zu der auch *Doppel-Ponceau 4 R* und *Echtrot BT* gehören. Alle zu dieser Gruppe gehörenden Farbstoffe sind ein Kupplungsprodukt einer und derselben Base u. zw.  $\alpha$ -Naphthylamins mit den Derivaten von  $\alpha$ -u.  $\beta$ -Naphthol, die an verschiedenen Stellen des Ringes Hydroxyl- und Sulfogruppen besitzen. Ausser den bereits früher erwähnten nicht resorbierbaren zwei Farbstoffen benutzten wir

**Tabelle II.**  
Resorption der Farbstoffe bei variierender Konzentration. Länge der Darmschlingen — ca 30 cm.

Farbstoff	Nr. der Versuchs- und Geschlecht des Tieres	Farbstoffkonzentration in der eingeführten Lösung %	Nr. der Darmschlinge	Dauer des Versuches St.	Volumen		Farbstoffmenge in der		Resorptionsgrad		
					der eingeführten Lösung ccm	der zurückgebliebenen Lösung ccm	eingeführten Lösung mg	zurückgebliebenen Lösung mg	des Wässers %	des Farbstoffes in den einzelnen Versuchen %	im Mittel %
<i>Doppel-Ponceau 4R</i>	42 (♂)	0.05	III	1.33	17.58	7.0	8.79	8.72	60	0.8	-0.1
		0.1	II	1.25	17.58	9.8	17.58	17.77	44	-1.1	
		0.2	I	1.25	17.58	8.4	35.16	35.16	53	0	
	43 (♂)	0.05	III	1.30	17.58	2.0	8.79	8.70	89	1.0	1.3
		0.1	II	1.21	17.58	7.4	17.58	17.84	58	-1.5	
		0.2	I	1.00	17.58	5.2	35.16	33.58	70	4.5	
<i>Echtröt BT</i>	46 (♀)	0.025	III	1.16	11.72	5.2	2.93	2.90	56	1.0	1.5
		0.05	II	1.16	11.72	6.4	5.86	5.81	45	1.0	
		0.1	I	1.03	11.72	3.2	11.72	11.44	73	2.4	
	57 (♂)	0.025	III	1.16	11.72	5.2	2.93	2.87	56	2.2	1.7
		0.05	II	1.09	11.72	5.6	5.86	5.80	52	1.0	
		0.1	I	1.00	11.72	7.8	17.58	17.26	56	1.8	
<i>Congorot</i>	28 (♂)	0.025	III	1.85	13.12	6.6	3.28	3.33	50	-1.5	0.7
		0.05	II	1.76	13.12	4.2	6.56	6.43	68	2.0	
		0.1	I	1.43	13.12	4.8	13.12	12.92	63	1.5	
	29 (♂)	0.025	III	1.33	19.68	13.0	4.92	4.89	34	0.7	0.6
		0.05	II	1.13	19.68	6.8	9.84	9.69	66	1.5	
		0.1	I	1.00	19.68	4.4	19.68	19.78	78	-0.5	
<i>Vitalrot</i>	14 (♂)	0.025	III	1.83	19.68	4.6	4.92	4.92	77	0	-3.3
		0.05	II	1.58	19.68	13.0	9.84	10.33	34	-5.0	
		0.1	I	1.28	19.68	4.6	19.68	20.66	77	-5.0	
	31 (♂)	0.025	III	1.30	19.68	4.0	4.92	4.90	80	0.5	1.2
		0.05	II	1.16	19.68	5.0	9.84	9.94	75	2.0	
		0.1	I	0.80	19.68	5.6	19.68	14.96	72	(24.0)	

zu diesen Untersuchungen die folgenden Farbstoffe: *Doppel-Ponceau 6R*, *Palatinrot A*, *Brillantbordeaux S*, *Azobordeaux* und *Chromotrop 10B* ( $\alpha$ -Naphtholderivate) sowie *Bordeaux B* und *Kristallponceau 6R*, die eine Hydroxylgruppe in der Stellung  $\beta$  enthalten. Alle erwähnten Farbstoffe wurden in der gleichen Konzentration (0.1%) in die 30 cm langen Darmschlingen eingeführt. Sobald mehr als die Hälfte des anfangs eingeführten Wassers resorbiert wurde, wurden die Versuche unterbrochen. Die Untersuchungen ergaben, dass — wie aus Tab. III ersichtlich — zwischen der chemischen Konstitution der Monoazofarbstoffe und ihrer Durchdringungsfähigkeit durch das Darmepithel ein ganz deutlicher Zusammenhang besteht. Verbindungen die sich nur durch eine andere gegenseitige Stellung zweier Substituenten im Naphthalinkerne unterscheiden, können sich gegenüber der Adsorptionsfläche ganz abweichend verhalten.

Wie aus unseren Versuchen zu entnehmen, hängt die Resorptionsintensität der untersuchten Monoazofarbstoffe mindestens von drei Faktoren ab: 1° — von der allgemeinen Zahl der in die Kupplungskomponente eingeführten Gruppen: 2° — von der gegenseitigen Stellung dieser Gruppen im Molekül und 3° — von der Anzahl der eingeführten Sulfogruppen.

Vergleicht man die einen  $\alpha$ -Naphtholkern enthaltenden Farbstoffe, so kann man vor allem feststellen, dass sie desto leichter durch die Darmwand durchdringen, je mehr Hydroxyl- und Sulfogruppen sie enthalten. Umgekehrt — alle schwer resorbierbaren Farbstoffe kennzeichnen sich durch eine geringe Anzahl der in die Kupplungskomponenten eingeführten Atomgruppen. Diese Verhältnisse illustriert einerseits das schwer resorbierbare *Doppel-Ponceau 4R*, dessen Molekül 1-Naphthol-4-sulfosäure enthält und andererseits das intensiv resorbierbare *Chromotrop 10B*, das als Kupplungskomponent 1.8-Dioxy-naphthalin-3.6-disulfosäure enthält.

Der Einfluss der Stellung der Substituenten im Naphthalinkerne auf die Resorptionsintensität drückt sich darin aus, dass bei sonst identischen Konstitutionseigenschaften diejenigen Farbstoffe rascher aus dem Darmlumen verschwinden, in denen die Sulfogruppe in grösserer Entfernung von der Hydroxyl-

gruppe liegt. Von den disulfonierten  $\alpha$ - u.  $\beta$ -Naphtholderivaten kann man einerseits auf *Palatinrot A*, das zu 39% resorbiert wird und im Molekül 1-Naphthol-3.6-disulfosäure enthält, sowie auf *Azordeaux*, das zu 52% resorbiert wird und 1-Naphthol-4.8-disulfosäure enthält und andererseits auf *Bordeaux B* bzw. *Kristallponceau 6 R* hinweisen, die 2-Naphthol-3.6-disulfosäure bzw. 2-Naphthol-6.8-disulfosäure enthalten und dementsprechend zu 22% bzw. 32% resorbiert werden. Besonders bemerkenswert in dieser Hinsicht ist das Verhalten zweier isomeren Farbstoffe wie *Doppel-Ponceau 4 R* und *Doppel-Ponceau 6 R*, von denen der erste zu 3%, der zweite zu 27% resorbiert werden und die sich voneinander bloss durch die Lage der Sulfogruppe im Naphthalinring (Verschiebung um eine Stelle) unterscheiden.

Nicht minder deutlich ist der Zusammenhang zwischen der Durchlässigkeit der Darmschleimhaut gegenüber Farbstoffen und der Anzahl der Sulfogruppen im Molekül. Je mehr Sulfogruppen der Farbstoff enthält, desto rascher dringt er durch die Darmwand durch. Den Einfluss der Sulfogruppenzahl auf die Aufnahme der untersuchten Farbstoffe illustriert am besten ein Vergleich der Resorbierintensität derjenigen Farbstoffe, die 1-Naphthol-4-sulfosäure (*Doppel-Ponceau 4 R*) bzw. 1-Naphthol-4.8-disulfosäure (*Azordeaux*) oder 2-Naphthol-6-sulfosäure (*Echtrot BT*) oder schliesslich 2-Naphthol-3.6-disulfosäure (*Bordeaux B*) als Kupplungskomponenten enthalten. Aus dem zitierten Beispiel sieht man, wie stark die Ersetzung der Naphthalinkerne durch Sulforadikale auf die Diffundierbarkeit der Farbstoffe durch das Darmepithel einzuwirken vermag.

Im Zusammenhang damit wäre es vielleicht angezeigt, hier einige Angaben über den Einfluss des Sulfonierungsprozesses auf manche physikalisch-chemische Eigenschaften der Farbstoffe anzuführen. Vor allem seien hier die Untersuchungen über die Diffundierungsfähigkeit der Farbstoffe durch Kollodiummembranen, insbesondere die Arbeiten von Biltz u. Pfennig<sup>1)</sup> sowie Zsigmondy<sup>2)</sup> erwähnt. Die zitierten Auto-

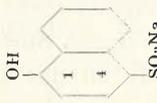
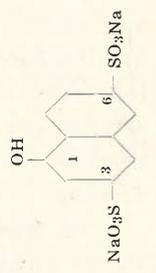
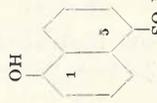
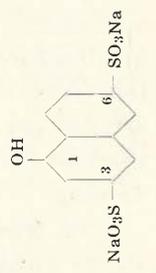
<sup>1)</sup> Biltz W. und F. Pfennig. 1911, Zeitschr. f. physik. Chem. A. 77 (91).

<sup>2)</sup> Zsigmondy R. 1924, Zeitschr. f. physik. Chem. A. 111 (211).

Tabelle III.

Resorption der Naphthalin-azo-naphthalinfarbstoffe.

In allen Farbstoffen  $\alpha$ -Naphthylamin als Diazotierungskomponente. — Farbstoffkonzentration — 0,1%. Länge der Darmschlingen — ca 30 cm.

Farbstoff	Kupplungskomponente	Versuchsnummer	Darmschlinge	Volumen der eingeführten Farbstofflösung cm	Resorptionsgrad								
					des Wassers %	in den einzelnen Versuchen %	des Farbstoffes im Mittel %						
<i>Doppel-Ponceau 4R</i>		40, 41	I II III	17.58	85	—	3.1						
								56	I II III	17.58 17.58 17.58	66 71 78	24.3 28.6 29.7	27.5
													
		<i>Doppel-Ponceau 6R</i>		44, 45	II III	11.72 11.72	88 92	33.1 45.9	39.5				
										<i>Palatinrot A</i>			

<i>Brillantbordeaux S</i>		47	III	17.58	89	42.2	42.2
		47	II	17.58	86	52.5	52.5
		38 39	II III	11.72 11.72	92 71	54.0 50.3	52.1
<i>Azobordeaux</i>		53, 54	I II III	17.58	70	—	—
		47	I	17.58	83	22.2	22.2
		38, 39	I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3
<i>Echtrot BT</i>		47	I	17.58	83	22.2	22.2
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	
<i>Bordeaux B</i>		47	I	17.58	83	22.2	22.2
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	
<i>Kristallponceau 6R</i>		47	I	17.58	83	22.2	22.2
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	
38, 39		I II	11.72 11.72	83 86	37.1 27.5	32.3	

β - Naphtholderivate als Kupplungskomponente

ren stellten auf Grund zahlreicher Untersuchungen fest, dass die Einführung neuer Sulfogruppen auf die Dialyse beschleunigend wirkt. Nicht minder bemerkenswert sind andererseits die Ergebnisse der Untersuchungen über den Mechanismus der Substantivitätsfärbung der Textilfasern im Zusammenhang mit der räumlichen Konfiguration der in den Farbstoff eingeführten Sulfogruppen; aus der Arbeit von Griffiths und Neale<sup>3)</sup> über die Aufnahme gewisser Derivate o-Dionisins, das mit verschiedenartig substituierten Naphthalinkernen gekuppelt ist, durch Baumwolle und Celophan scheint unzweifelhaft hervorzugehen, dass parallel zur Vermehrung der Sulfogruppen die Substantivität der Farbstoffe sich verringert und dass dieselbe in starkem Grade von der Stellung der Sulfogruppen im Naphthalinring abhängt.

Diese bemerkenswerte Analogie könnte ein interessanter Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen über den Diffusionsmechanismus der Farbstoffe durch lebende Tiermembranen sein.

#### Zusammenfassung.

1°. Von der ziemlich grossen Anzahl der von uns untersuchten Farbstoffe erwiesen sich als ganz unresorbierbar vom Dünndarm der Katze die folgenden Verbindungen der Naphthalin-azo-naphthalinreihe und der Benzidinreihe: *Doppel-Ponceau 4R*, *Echtrot BT*, *Congorot* und *Vitalrot*. Von der Gesamtmenge der in verschiedene Darmabschnitte eingeführten wässrigen, 0.025—0.2% konz. Farbstofflösung bleiben am Ende des Versuches ca 98% noch im Darmlumen zurück.

2°. Die Resorptionsfähigkeit der Farbstoffe der Naphthalin-azo-naphthalinreihe, die ein Kupplungsprodukt  $\alpha$ -Naphthylamins mit verschiedenen Sulfosäuren  $\alpha$ - und  $\beta$ -Naphthols repräsentieren, erwies sich von der Molekülkonstitution abhängig und zwar steigt dieselbe parallel zu der Anzahl der Substituenten, insbesondere der Sulfogruppen und ist ferner von ihrer Stellung im Naphthalinringe abhängig.

---

<sup>3)</sup> Griffiths L. H. and S. M. Neale. Trans. Faraday Soc. 1934. 30 (395). Zitiert nach Valkó: Kolloidchemische Grundlagen der Textilveredlung. Berlin 1937.

Extrahierbarkeit von Lecithin aus künstlichen Lecithino-Ovalbuminen durch Äther-Äthanol-Mischung. — St. J. von Przyłęcki: Untersuchungen über Polyoso-Proteine. XII Teil. D. Assenhajh: Die Unterschiede in der Bindungsfähigkeit der verschiedenen Tier-Euglobuline mit Amylose. — St. J. von Przyłęcki: Über die Art der Bindung von Polyosen mit Proteinen in den sogenannten Glyko-Proteinen aus Serum. — F. Goebel and S. Marczewski: The artificial acclimatisation of the human organism to low atmospheric pressures. — Br. Zawadzki: Der Einfluss von Allylformiat auf den Frostmuskel. — E. J. Bienka: Über Änderungen in der Menge der Chloride und der festen Bestandteile sowie über die Speichelreaktion der Submaxillardrüse in Abhängigkeit von der Art und Stärke des Reizes. — Br. Zawadzki: Einige Beobachtungen über Wendungseffekt. — J. Heller: Über den Einfluss der Temperatur auf die Ernährung, Gasaustausch und Wachstum der Raupen von *Deilephila Euphorbiae* (Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten, XII). — N. Berend: Über den Zusammenhang zwischen der Sekretionsgeschwindigkeit und der Zusammensetzung des Darmsaftes. — J. Walawski und Br. Zawadzki: Vorversuche zur Unterscheidung der Reizung und des Tonus des Vagus im Zusammenhang mit der Theorie der chemischen Übertragung von Nervenimpulsen. — T. Baranowski: Untersuchungen über die phosphatübertragenden Enzyme im Muskelextrakt. — R. Natolski: L'influence de l'acide lactique et de ses sels sur la pression arterielle. — A. Szwabowicz: The influence of the concentration of alcohol upon temperature, pulsrate and respiration at rabbits and dogs. — J. Fegler, H. Kowarzyk und Z. Lelusz-Lachowicz: Über den Azetylcholin - Gehalt des zentralen Nervensystems bei den Erregungszuständen nach Strychnin - und Tetanustoxin - Einführung. — J. V. Supniewski und M. Serafin-Gajewska: Über die pharmakologischen Eigenschaften des Cysteamins und des Merkaptothiazolins. — J. Szulc: Méthode d'angiostomie appliquée aux recherches sur l'absorption des sels du calcium par voie digestive. — Z. Bieliński: Einfluss der Gase bei ihrer direkten Durchleitung durch den Carotissinus. — M. Wierzuchowski und Z. Borkowski: Differentiation of the forms of glucose intoxication. — H. Steinhäus und M. Wierzuchowski: Diabetische Grenze der Glykoseverbrennungsfähigkeit beim normalen Wirbeltierorganismus im Ruhezustand. Versuch einer mathematischen Formulierung. — W. Niemierko: Über eine Methode zur Bestimmung sehr kleiner Zuckermengen. — L. Lubińska et H. Rosenber: Influence de la concentration des sels magnésiens sur le muscle de Grenouille. — E. A. Sym: Hydrolasenwirkung des Blindsackinhaltes des Pferdes und des Panseninhaltes des Rindes. I Teil. Einleitung, allgemeine Methoden und proteolytische Wirkungen. — B. Szabuniewicz: Die Polarisationsaufstellung der Muskeln des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). — J. Duszyńska: Cycle saisonnier de la sensibilité sexuelle à l'absence des gonades. — W. Niemierko und Ch. Łoszyce: Über den Fettstoffwechsel bei Sprotten. — M. Rubinstein: Recherches sur l'action exercé in vivo par l'extrait embryonnaire de Poule. — J. Heller: Über das Exkret des ausschließenden Schmetterlings. — K. Białaszczyk et M. Lewin: Sur la composition des cendres de la sécrétion du jabot des Pigeons en „lactation“. — A. Klisiecki und M. Niedbał: Die statisch-elastische Kräfte des Brustkorbes und ihre Bedeutung für die Atmungsbewegungen. — B. Szabuniewicz: Untersuchungen über die Elektronnegativität der verletzten Stelle im Muskel. — H. Krzymień: Sur les propriétés élastiques des ongles. — K. Białaszczyk et Ch. Landau: Sur la composition minérale de l'hémolymphe des vers à soie et sur les changements qu'elle subit au cours de la croissance et pendant la métamorphose.

DRUK PIOTR PYZ I SPA WARSZAWA