

Über den Einfluß des Schwefels und Schwefelharnstoffs auf die Ausscheidung des Phenols.

Von

Dr. Kenji Kojo.

(Aus der chem. Abteilung des Pathologischen Instituts der Universität Berlin.)
(Der Redaktion zugegangen am 1. November 1911.)

Es ist jetzt wohl allgemein anerkannt, daß dem Organismus zugeführte Sulfate bei Phenolvergiftung nicht als Antidot wirken, daß der Organismus also nicht imstande ist, diese zur Bildung von Phenolätherschwefelsäure zu verwenden, daß vielmehr die Schwefelsäure, wenn sich Ätherschwefelsäure bilden soll, im Organismus entstehen muß. Indessen hat S. Tauber¹⁾ im Laboratorium von Hofmeister bei Versuchen, die darauf ausgingen, ein Antidot gegen die Phenolvergiftung zu finden, schon festgestellt, daß diese Bedingung allein nicht genügt, denn er fand zwar Natriumsulfit und die Aldehydverbindung desselben als Antidot wirksam, nicht aber Thiosulfat, obwohl auch dieses im Organismus zum großen Teil zu Schwefelsäure oxydiert wird. Um die Bindungsform des Schwefels kennen zu lernen, bei welcher er befähigt ist, Ätherschwefelsäure zu bilden, hat T. Sato²⁾ im Laboratorium von E. Salkowski Versuche angestellt. Die Versuche von Sato waren so angeordnet, daß Kaninchen bestimmte Quantitäten von Phenol erhielten, alsdann in einer folgenden Periode außer dem Phenol noch diejenige schwefelhaltige Substanz, deren Einfluß auf die Quantität der Ätherschwefelsäure festgestellt werden sollte. Die untersuchten Substanzen waren Isäthionsäure, Cystin, Albumosen aus Eialbumin, feinverteilter Schwefel (sog. Sulfidal) und Schwefelharnstoff. Sämtliche Substanzen wurden per os eingegeben, nur der Sulfoharnstoff subcutan. Es zeigte sich, daß nur 2 der untersuchten Körper eine wesentliche Vermehrung der Ätherschwefelsäure bewirkten, nämlich Cystin und Schwefel in Substanz, eine geringere der Sulfoharnstoff, eine zweifelhafte oder jedenfalls minimale die Isäthionsäure, während die Albumosen ohne Einfluß blieben.

2) *J* Diese Zeitschrift, Bd. 63, S. 163, 378 (1909).

1) *1* Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol., Bd. 36, S. 197 (1895).

In einem Versuche, in dem Sulfoharnstoff allein, ohne Phenol gegeben wurde, wurde nun die auffällige Beobachtung gemacht, daß auch dieser allein schon eine vermehrte Ätherschwefelsäureausscheidung zur Folge hatte. Diese Beobachtung war aber darum nicht ganz sicher, weil die Ätherschwefelsäureausscheidung an den Tagen vor Zuführung von Schwefelharnstoff nicht bestimmt war, sondern nur die nachher erfolgende.

Die Frage bedurfte also erneuter Untersuchung. Dies geschah in einer Arbeit von Masuda.¹⁾ Das Resultat dieser Versuche war, daß die subcutane Anwendung von Schwefelharnstoff zweifellos eine Vermehrung der Ätherschwefelsäure zur Folge hat. Welcher organische Paarling dabei mitvermehrt war, wurde nicht untersucht.

Fast genau gleichzeitig mit der Arbeit von Masuda erschien eine solche von A. Korschegg:²⁾ «Studien über das Verhalten des elementaren Schwefels im Organismus» aus dem Innsbrucker pharmakologischen Institut. In diesen an Hunden angestellten Versuchen zeigte sich u. a. ausnahmslos eine Vermehrung der Ätherschwefelsäure. In einer Versuchsreihe wurde auch die Quantität des Phenols (als Kresol berechnet) und des Indoxyls bestimmt, als Indigo berechnet. Die Ergebnisse dieses Versuches seien hier wiedergegeben. Bemerkenswerterweise ist gerade in diesem Versuche die Zunahme der Ätherschwefelsäure sehr unbedeutend.

Versuchstage	Harn		Ätherschwefelsäure	Indigo	Kresol	Anmerkung	
	Menge	Sp. G.					
Normaltage	I	475	1025	0,045	0,009	0,019	3 Tage vor Beginn der Versuchsperiode bekam der Hund täglich 4 g Sulfidal.
	II	415	1030	0,048	0,007	0,021	
	III	420	1024	0,026	0,005	0,017	
Versuchstage	IV	421	1030	0,040	0,001	0,058	Hund täglich 4 g Sulfidal.
	V	475	1023	0,035	0,000	0,040	
	VI	580	1020	0,054	0,004	0,040	

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 67, S. 28 (1910).

²⁾ Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmacol., Bd. 62, S. 502 (1910).

Bei dem unzweifelhaften Interesse, welches der Vorgang der vermehrten Phenolausscheidung unter dem Einfluß entstehender Schwefelsäure für unsere Kenntnisse des Chemismus im Tierkörper hat, schien es geboten, die Versuche von Korschegg zu wiederholen und zwar gleichfalls am Hund, da Korschegg Hunde benutzt hatte. Auf Veranlassung von Herrn Prof. E. Salkowski habe ich diese Aufgabe übernommen. In meinen Versuchen wurde gleichzeitig auch die Ätherschwefelsäure bestimmt, in dem Versuch mit Sulfidal auch die Sulfat-schwefelsäure und der Neutralschwefel.

Die Versuche wurden an einem großen weiblichen Hund ausgeführt, in dessen Harn unter normalen Verhältnissen sehr wenig oder nur Spuren von Phenol enthalten war. Das Gewicht des Hundes betrug 20 kg. Am Anfang wurden 500 g Pferdefleisch, 50 g Speck und 30 g Reis, alles zusammen mit Wasser gekocht, gefüttert. Da aber das Körpergewicht des Hundes immer weiter abnahm, so wurden eine Woche später 100 g Pferdefleisch hinzugefügt. War Stickstoffgleichgewicht erreicht, so wurde der Versuch mit den Schwefelverbindungen angefangen. Beim ersten und zweiten Versuch wurde Schwefelharnstoff in das Futter gemischt oder als wässrige Lösung subcutan injiziert, beim dritten, letzten Versuch erhielt das Tier äußerst fein verteilten Schwefel, sog. Sulfidal von der chemischen Fabrik v. Heyden in Radebeul bei Dresden, in das Futter gemischt.

Der Hund befand sich in einem Käfig, aus dem der öfters gelassene Harn in ein darunterstehendes Gefäß floß. Um den Harn alle 24 Stunden scharf abzugrenzen, wurde der Hund in einer bestimmten Tageszeit katheterisiert und die Harnblase von außen durch die Bauchwand stark gedrückt, bis kein Tropfen Harn mehr kam. Das Waschwasser des Käfigs und des Katheters wurde mit dem Harn vereinigt. Der 24 stündige Harn wurde sofort untersucht, jedoch stets der bleibende Rest bis zum Abschluß der ganzen Arbeit teils unter Zusatz von Chloroform, teils unter Zusatz von ca. 1^o Schwefelsäure aufbewahrt, um bei etwaigen zweifelhaften Fällen stets nochmals prüfen zu können. Der Harn wurde jedesmal sowohl auf Albumin mit Essigsäure — Ferrocyankalium

und Salpetersäure als auch auf Zucker mit Kupfersulfat + Natronlauge geprüft. Es zeigte niemals positive Reaktion. Der Hund wurde jedesmal gewogen, direkt nachdem er katheterisiert worden war.

Im ganzen wurden die Versuche dreimal an dem betreffenden Tier ausgeführt, beim ersten Mal konnte der Hund den innerlich gegebenen Schwefelharnstoff nicht gut vertragen, schon am zweiten Versuchstage sah er etwas krank aus; der Hund hustete öfters, zeigte Speichelfluß und lag fast den ganzen Tag in einer Ecke des Käfigs, hatte wenig Freßlust. Beim zweiten und dritten Versuch wurden der Schwefelharnstoff und das Sulfidal ganz gut vertragen, der Hund war immer munter wie gewöhnlich und zeigte sehr gute Freßlust.

Im Harn wurde der Gesamtstickstoff nach Kjeldahl bestimmt, ferner Ätherschwefelsäure¹⁾ und Phenol. Beim dritten Versuch wurde außerdem noch der Gesamtschwefel durch Schmelzen des eingedampften Harns mit Salpetermischung und dreimaliges Eindampfen der Lösung der Schmelze mit je 100 ccm Salzsäure usw. bestimmt. Durch Subtraktion des bei der Bestimmung der gesamten Schwefelsäure erhaltenen Schwefels von dem Gesamtschwefel ergab sich der sog. Neutralschwefel. Durch Subtraktion der Ätherschwefelsäure von der Gesamtschwefelsäure wurde die sog. Sulfatschwefelsäure erhalten. Das Phenol wurde nach dem Verfahren von Kossler und Penny²⁾ in der Modifikation von Neuberg³⁾ bestimmt. Bezüglich der Methode der Phenolbestimmung möchte ich hier bemerken, daß es sehr schwer war, sie an einem Tage durchzuführen.

500 ccm Harn wurden bei schwach alkalischer Reaktion mit Natriumcarbonat auf etwa 100 ccm eingedampft (dabei entweicht das vorhandene Aceton), in einem Destillationskolben mit ungefähr 5% der ursprünglichen Harnmenge Schwefelsäure versetzt und 5 mal nach erneuertem Zufügen von Wasser bis zum heftigen Stoßen destilliert. Dann wurde das Destillat mit Calciumcarbonat ordentlich geschüttelt (zur Bindung von Ameisensäure und salpetriger Säure) und nach Wasserzusatz 4 mal vom Rück-

1) Nach dem von E. Salkowski in seinem Praktikum d. Physiol. u. pathol. Chem. angegebenen Verfahren.

2) Diese Zeitschrift, Bd. 17, S. 117 (1893).

3) Diese Zeitschrift, Bd. 27, S. 123 (1899).

stand abdestilliert. Nun wurde das Destillat in einem großen Kolben mit 1 g Ätznatron und 6 g Bleizucker versetzt, etwa 15 Minuten auf einem lebhaft siedenden Wasserbad, dann etwa 5 Minuten am absteigenden Kühler auf freier Flamme erhitzt, bis wenige Kubikzentimeter des Destillates frische ammoniakalische Silbernitratlösung nicht mehr reduzierten. Der Kolbeninhalt wurde stark mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und das Phenol unter 2 maliger Ergänzung des Wassers abdestilliert und im übrigen das bekannte Verfahren angewendet.

Die Ergebnisse der Versuche zeigt die folgende Tabelle.

Bei dem ersten Versuche ist die Phenolausscheidung am ersten Versuchstage nicht bedeutend, am zweiten aber bedeutend vermehrt, dagegen am dritten und den nachfolgenden zwei Tagen nach dem Versuch wieder vermindert, weil der Hund an diesem Tage und den folgenden sein Futter sehr unvollständig resp. garnicht gefressen hat, am dritten Tage nach dem Versuch ist die Phenolausscheidung wieder vermehrt, weil sein Körperzustand sich schon wieder gebessert hatte, so daß er die anderthalbfache Ration Futter gefressen hat. Was die obige Tabelle anbetrifft, so scheint mir, daß die Phenolausscheidung zum Teil von der eingeführten Schwefelverbindung, zum Teil von der gefressenen Futtermenge beeinflusst wurde. Besonders an dem dritten Versuchstage und einigen darauffolgenden Tagen gehörte die ausgeschiedene Phenolmenge zu der zweiten Kategorie, denn als dem Hund am dritten Versuchstage 3 g Schwefelharnstoff subcutan injiziert worden, trat trotzdem sehr wenig Phenol im Harn auf, und an den 3 Tagen nach der Schwefelzufuhr nahm die ausgeschiedene Phenolmenge immer entsprechend der Menge der gefressenen Futter ab und zu. Bei dem zweiten und dritten Versuche ist die Phenolausscheidung jeden Tag ungefähr um das anderthalbfache gegenüber dem Normaltage vermehrt, und bei dem zweiten Versuche mit Schwefelharnstoff ist die gesteigerte Phenolausscheidung noch 2 Tage nach der Schwefelharnstoffzufuhr erfolgt, beim dritten Versuche mit Sulfidal jedoch nicht. Es ist sehr interessant, daß außerdem die Phenolmenge fast immer entsprechend der Menge der Ätherschwefelsäure ab- oder zugenommen hat.

Tabelle I.

Datum	Harnmenge	Reaktion	Körpergewicht	S-Eingabe	Gesamt-N	Ätherschwefelsäure		Phenol	Bemerkungen
						als BaSO ₄	als SO ₃		
9.—10. V.	—	—	—	—	—	—	—	—	500 g Pferdefleisch, 50 g Speck und 30 g Reis gefüttert. } Im Harn ziemlich viel Speichel. Vom 20. V. ab 600 g Pferdefleisch, 50 g Speck und 30 g Reis gefüttert. I. Versuch. Der Hund ist krank geworden, er hat Husten, sehr wenig gefressen. Noch nicht wohl, fast gar nicht gefressen. Husten abgenommen, zirka die Hälfte gefressen. Gestrige Futterreste und heutige Portion gefressen, kein Husten mehr. Der Hund ist ganz munter geworden wie gewöhnlich.
13.—14.	950	alkalisch	20 070	—	14,134	—	—	—	
14.—15.	1150	>	—	—	15,708	—	—	—	
15.—16.	1020	>	19 280	—	16,748	—	—	—	
16.—17.	1365	>	—	—	16,924	—	—	—	
17.—18.	1140	>	18 430	—	18,431	—	—	—	
18.—19.	1180	>	—	—	18,747	—	—	—	
19.—20.	1400	>	18 750	—	18,084	0,4696	0,1612	0,0088	
20.—21.	1300	>	19 210	—	20,216	0,5370	0,1794	0,0124	
21.—22.	1340	>	18 880	—	19,633	0,4663	0,1601	0,0114	
22.—23.	830	>	19 080	—	19,361	0,5578	0,1915	0,0200	
23.—24.	930	>	—	—	18,749	0,4566	0,1568	0,0175	
24.—25.	1015	>	—	—	20,022	0,5989	0,2056	0,0134	
25.—26.	1130	>	18 640	—	20,965	0,5198	0,1784	0,0149	
26.—27.	800	sauer	18 860	3 g Schwefelharnstoff per os	20,824	0,6745	0,2261	0,0173	
27.—28.	860	>	—	desgl.	20,253	0,6570	0,2261	0,0269	
28.—29.	500	>	—	3 g Schwefelharnstoff subcutan	14,941	0,3180	0,1092	0,0114	
29.—30.	620	>	18 060	—	14,938	0,1414	0,0485	0,0029	
30.—31.	830	>	—	—	18,198	0,2092	0,0718	0,0047	
31.—1. VI.	1740	>	17 570	—	22,207	0,6055	0,2079	0,0278	
1.—2.	1350	>	—	—	18,323	0,5616	0,1926	0,0190	
2.—3.	1200	>	—	—	15,282	0,4896	0,1681	0,0147	

Fortsetzung.

Tabelle I.

Datum	Harnmenge	Reaktion	Körpergewicht	S-Eingabe	Gesamt-N	Ätherschwefelsäure		Phenol	Bemerkungen
						als BaSO ₄	als SO ₃		
3.—4. VI.	940	alkalisch	—		16,132	0,5190	0,1782	0,0124	
4.—5.	750	>	—		16,738	0,5550	0,1905	0,0188	
5.—6.	860	>	—		16,651	0,5882	0,2019	0,0137	
6.—7.	1120	neutral	18 070	3 g Sulfoharnstoff subcutan	16,805	0,6638	0,2279	0,0307	II. Versuch. Sehr gut vertragen.
7.—8.	1070	sauer	—	desgl.	18,348	0,6543	0,2246	0,0295	>
8.—9.	1200	>	18 020		18,459	0,5656	0,1942	0,0244	>
9.—10.	1250	>	18 040		18,213	0,5470	0,1878	0,0234	>
10.—11.	1000	>	18 070		18,114	0,4540	0,1569	0,0203	>
11.—12.	980	alkalisch	—		18,824	0,3832	0,1316	0,0124	
12.—13.	1000	>	18 150		19,586	0,3960	0,1359	0,0160	
13.—14.	1000	>	18 220		20,230	0,4720	0,1620	0,0185	
14.—15.	1200	sauer	18 070	2 g Sulfidal per os	18,871	0,9612	0,2373	0,0226	III. Versuch. Sehr gut vertragen.
15.—16.	1100	>	17 980	>	20,465	0,8096	0,2779	0,0279	>
16.—17.	1100	>	17 920	>	19,851	0,8348	0,2866	0,0254	>
17.—18.	1000	>	17 870	>	19,053	0,6800	0,2334	0,0183	>
18.—19.	1100	>	17 930	>	19,741	0,6204	0,2130	0,0176	>
19.—20.	900	alkalisch	18 070	>	18,981	0,5742	0,1971	0,0127	>
20.—21.	900	>	18 325	>	18,585	0,6284	0,2157	0,0184	>
21.—22.	1000	>	18 100	>	18,122	0,6000	0,2060	0,0170	>
22.—23.	1000	neutral	18 250	>	19,029	0,5440	0,1868	0,0134	>
23.—24.	1010	>	18 270	>	18,862	0,5656	0,1942	0,0157	>

Sieht man die oben aufgestellte Tabelle durch, so erkennt man ohne Zweifel, daß die Ätherschwefelsäure bei allen drei Versuchen durch die Schwefel- resp. Schwefelharnstoffzufuhr bald mehr bald weniger vermehrt ist, mit Ausnahme des ersten Versuchs, wo der Gesundheitszustand des Hundes nicht normal war. Bei Sulfidalfzufuhr erstreckte sich die Wirkung bezüglich der gesteigerten Ausscheidung von Ätherschwefelsäure auch noch auf die folgende Periode, bei Schwefelharnstoff aber nicht.

In dem Versuche mit Sulfidal bestimmte ich auch Sulfatschwefelsäure, Ätherschwefelsäure und Neutralschwefel, um die Verteilung des Schwefels im Harn danach kennen zu lernen, für welche bisher nur die Angaben von Masuda am Kaninchen vorliegen.

Tabelle II.

Datum	S-Eingabe	als BaSO ₄		
		aus Gesamtschwefel	aus Gesamtschwefelsäure	aus Ätherschwefelsäure
11.—12. VI.		7,7302	5,6175	0,3832
12.—13.		7,8240	5,8738	0,3960
13.—14.		7,8600	5,9340	0,4720
14.—15.	2 g Sulfidal	12,1440	9,5096	0,6912
15.—16.	3 „ „	14,5376	11,3080	0,8096
16.—17.	3 „ „	16,9600	12,2140	0,8348
17.—18.		13,3200	8,7940	0,6800
18.—19.		8,8748	6,6858	0,6204
19.—20.		7,3512	5,2200	0,5742

Aus der obigen Tabelle ist ersichtlich, daß ein Teil des Schwefels von dem eingeführten Sulfidal eine absolut gesteigerte Ausscheidung der Ätherschwefelsäure bewirkt hat und diese Vermehrung in der danach folgenden Periode fortgedauert hat. Wie die Tabelle III zeigt, nahm während des Versuchs die Ätherschwefelsäure fast genau gleichmäßig mit der Sulfatschwefelsäure zu; einige Tage nach dem Versuch betrug die erste verhältnismäßig mehr als die zweite, sodaß das

Verhältnis von b : a am Versuchstag das gleiche war wie vorher, nach dem Versuch dagegen ein Sinken eintrat.

Tabelle III.

Datum	S-Eingabe	als SO ₂		Verhältnis von B : A
		A aus Sulfat- schwefelsäure	B aus Äther- schwefelsäure	
11.—12. VI.		1,7969	0,1316	1 : 12,1
12.—13.		1,8805	0,1359	1 : 13,8
13.—14.		1,8751	0,1620	1 : 11,6
14.—15.	2 g Sulfidal	3,0274	0,2373	1 : 12,7
15.—16.	3 „ „	3,6041	0,2779	1 : 12,9
16.—17.	3 „ „	3,9065	0,2866	1 : 13,6
17.—18.		2,7955	0,2334	1 : 11,9
18.—19.		2,0823	0,2130	1 : 9,8
19.—20.		1,5949	0,1971	1 : 8,1

Tabelle IV.

Datum	S-Eingabe	Schwefelausscheidung			Ins- gesamt
		als Sulfat- schwefel- säure	als Äther- schwefel- säure	als Neutral- schwefel	
11.—12. VI.		0,7187	0,0426	0,2901	1,0514
12.—13.		0,7521	0,0544	0,2671	1,0743
13.—14.		0,7499	0,0650	0,2644	1,0793
14.—15.	2 g Sulfidal	1,2108	0,0950	0,3615	1,6673
15.—16.	3 „ „	1,4414	0,1112	0,4434	1,9960
16.—17.	3 „ „	1,5624	0,1146	0,6516	2,3286
17.—18.		1,1278	0,0934	0,6214	1,8426
18.—19.		0,8328	0,0852	0,3006	1,2186
19.—20.		0,6379	0,0788	0,2926	1,0093

Der Neutralschwefel wuchs jedesmal bei Schwefeingabe und noch einen Tag nach dem Versuch dauerte die gesteigerte Ausscheidung desselben an.

Die Tabelle IV zeigt, daß der größte Teil des zugeführten Schwefels als Sulfatschwefelsäure und Neutralschwefel ausgeschieden wurde.

Wenn ich noch einmal kurz resumieren soll, so kann ich den Einfluß des zugeführten Schwefels auf die Bildung des Phenols dahin zusammenfassen, daß das betreffende Präparat die Phenolausscheidung im Harn vermehrte, aber die Vermehrung war nicht so stark, wie sie A. Kanschegg gefunden hat. Die Differenz erklärt sich vielleicht dadurch, daß Kanschegg zwar auch nach der Methode von Kossler und Penny, aber ohne die Modifikation von Neuberg gearbeitet hat, d. h. die aus den Kohlenhydraten des Harns beim Destillieren mit Säuren entstehende jodbindende Substanz nicht entfernt hat. Außerdem kommt auch, wenigstens für die absolute Quantität, der Umstand in Betracht, daß Kanschegg die jodbindende Substanz nicht als Phenol, sondern als Kresol berechnet hat.

Wie groß der durch Nichtberücksichtigung des Kohlenhydratgehaltes entstehende Fehler sein kann, wissen wir freilich nicht.

Bei meinem Versuch vermehrte sich das Phenol fast jedesmal pro Tag höchstens bis auf ca. 0,03 g gegen ca. 0,015 bis 0,018 g der Normaltagesmenge. Der größte Teil des zugeführten Schwefels vermehrte die Sulfatschwefelsäure, ein geringerer wurde als sogenannter Neutralschwefel im Harn entleert, ein kleiner Teil desselben wurde zur Bildung der Ätherschwefelsäure des Phenols u. a. benützt.

Es fragt sich nun, wie die gesteigerte Phenolausscheidung nach Zufuhr von Schwefelharnstoff resp. Schwefel zu erklären ist.

Offenbar bestehen zwei Möglichkeiten: entweder ist die Bildung von Phenol gesteigert oder es ist unter dem Einfluß der entstandenen Schwefelsäure, die einen Teil des Phenols in Beschlag nimmt, ein geringerer Bruchteil des Phenols als vorher oxydiert worden.

Von dem ersteren Vorgang können wir uns kaum eine Vorstellung machen. Wir wissen, daß bei einer Fütterung mit

Fleisch, Fett und Kohlenhydraten das Phenol nur im Darmkanal aus Eiweiß durch Fäulnisbakterien entstehen kann. Es ist durchaus nicht abzusehen, wie die angewendeten Substanzen auf diesen Vorgang von Einfluß sein könnten. Ganz besonders unverständlich wäre es, wie dieses durch subcutan zugeführten Schwefelharnstoff geschehen könnte.

Was die zweite Erklärung betrifft, so wird im allgemeinen viel zu wenig betont, daß das aus dem Harn durch Destillation mit Säuren erhaltene Phenol nur ein Bruchteil des im Organismus gebildeten ist. Vor langen Jahren hat E. Tauber¹⁾ im Laboratorium von E. Salkowski systematische Versuche über die Oxydation des Phenols, abhängig von der Quantität des zugeführten Phenols am Hund angestellt.

Es ergab sich, daß von

0,48 g Phenol	45,1%	oxydiert	wurden,
0,24 »	»	53,8%	»
0,12 »	»	68,7%	»
0,06 »	»	fast alles	» wurde.

Demnach wird man mit großer Wahrscheinlichkeit die zweite Erklärung als die richtige annehmen müssen: im Organismus bildet sich eine gewisse Quantität Phenol, abhängig von Fäulnisvorgängen im Darmkanal, dieses wird z. T. oxydiert, z. T. durch Bindung an Schwefelsäure resp. Glukuronsäure vor der Oxydation geschützt, oder es wird wenigstens die Oxydation dadurch erschwert. Vermehren wir die Quantität der entstehenden Schwefelsäure durch bestimmte schwefelhaltige Substanzen, so entgeht ein größerer Anteil als gewöhnlich der Oxydation.

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 2, S. 366.