

Zur Kenntnis der Schwefelverbindungen des Nervensystems.

Von
W. Koch.

(Aus dem physiologischen Laboratorium der University of Chicago.)
(Der Redaktion zugegangen am 19. Oktober 1907.)

Mit Ausnahme von Kühne und Chittendens¹⁾ Arbeit über das Neurokeratin und der Beobachtung Kossels,²⁾ daß Protogon Schwefel enthält, liegen über das Studium der Schwefelverbindungen des Nervensystems nur sehr wenige Untersuchungen vor. Selbst die sonst so gründlichen Arbeiten von Thudichum³⁾ berühren kaum dieses Gebiet. Bei meinen quantitativen Untersuchungen des Nervensystems verteilen sich die verschiedenen Schwefelverbindungen nach ihren Löslichkeitsverhältnissen auf vier Gruppen, welche ich mit S₁, S₂, S₃, S₄ bezeichnen werde.

S₁; Lipoide: Löslich in Alkohol oder Äther oder beiden, unlöslich in 0,5%iger mit Chloroform gesättigter Salzsäure.

S₂; Extraktivstoffe: Durch 95%igen Alkohol aus den feuchten Geweben zu entfernen. Löslich in 0,5%iger mit Chloroform gesättigter Salzsäure und auf diese Weise von den Lipoiden zu trennen.

S₃; Extraktivstoffe: Durch fünf- bis sechsmalige, jedesmal 24 Stunden andauernde Extraktion mit kaltem Wasser aus den in siedendem Alkohol und Äther unlöslichen Anteil der Gewebe zu erhalten. Es ist besser, bei diesen Extraktionen etwas Chloroform zuzusetzen.

¹⁾ Kühne u. Chittenden, Zeitschrift für Biologie, 1890, Bd. XXVI, S. 291.

²⁾ Kossel und Freytag, Diese Zeitschrift, 1892, Bd. XVII, S. 431.

³⁾ Thudichum, Die chemische Konstitution des Gehirns des Menschen und der Tiere, 1901. F. Piezcker, Tübingen.

S₄; Proteinkörper: Durch andauernde Behandlung mit heißem Alkohol und Äther und sechsmalige Extraktion mit kaltem Wasser von allen anderen Substanzen bis auf einen kleinen Rest anorganischer Substanz befreit.

S₁: Lipoidschwefel.

(Schwefelgehalt des Protagens: 0,88 %))

Bei Versuchen, hier eine Fraktion zu erhalten, welche besonders reich an Schwefel, kam ich auf ein Präparat, das ungefähr die gewöhnlich für das Protagon angegebenen Löslichkeitsverhältnisse besaß. Die Analyse gab folgendes Resultat:

1.	1,000 g Substanz	verbrauchten	15,0 ccm	n/10-Säure,	d. i.	2,1 % N
2.	1,500 »	»	21,6 »	»	»	2,0 % N
3.	0,500 »	»	lieferten	0,0185 g	Mg ₂ P ₂ O ₇ ,	d. i. 1,03 % P
4.	0,500 »	»	»	0,0319 »	BaSO ₄ ,	» » 0,88 % S
	Gefunden		Cramers ¹⁾		Nolls ²⁾	Kossels ³⁾
			Analysen		Analysen	Analysen
	N 2,10		2,29		2,57	3,25
	P 1,03		1,04		1,15	0,97
	S 0,88		0,71		0,65	0,51

Die analytischen Resultate stimmen also auch mit den bis jetzt für Protagone angegebenen annähernd überein. Nur ist zu bemerken, daß mein Präparat aus Menschengehirnen dargestellt, bei welchen nach meinen bisherigen Erfahrungen das Protagon mehr Schwefel enthält. Die bisherigen Untersuchungen über das Protagon von Thierfelder⁴⁾ und Gies⁵⁾ beschäftigen sich hauptsächlich mit dem wechselnden Phosphorgehalt und mit Versuchen, aus dem Präparat reines Cerebrin herzustellen. Cramer betrachtet sein Präparat als einheitlich und bestimmt die Menge des abspaltbaren Cholins, welches nach meiner Berechnung dem Phosphorgehalt ungefähr proportional ist. Um die Zusammensetzung des Protagens annähernd zu bestimmen, habe ich folgende Analysen unternommen.

¹⁾ W. Cramer, Journal of Physiology, 1904, Bd. XXXI, S. 31.

²⁾ Noll, Diese Zeitschrift, 1899, Bd. XXVII, S. 370.

³⁾ Kossel und Freytag, Diese Zeitschrift, 1892, Bd. XVII, S. 431.

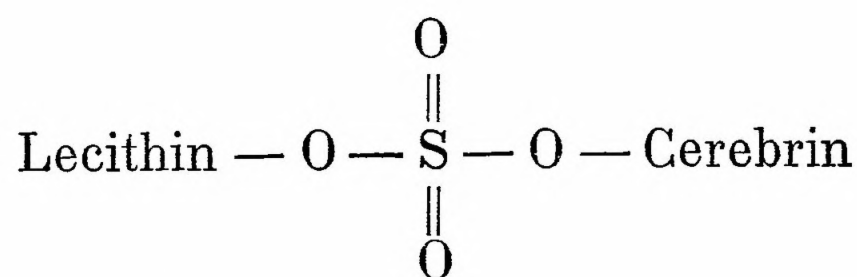
⁴⁾ Thierfelder, Diese Zeitschrift, 1904, Bd. XLIII, S. 21.

⁵⁾ Gies, The Journal of Biological Chemistry, 1905, Bd. I, S. 59.

1. 0,2257 g Substanz mit 1,0%iger Salzsäure 24 Stunden am Rückflußkühler gekocht gaben 0,0120 g BaSO₄, d. i. 0,73% S.
2. 0,300 g Substanz mit 1,0%iger Salzsäure 24 Stunden am Rückflußkühler gekocht reduzierten 0,1123 g CuO, d. i. 16,0 Dextrose.¹⁾
3. 0,300 g Substanz, nach der Methode von Koch und Woods²⁾ auf Lecithin untersucht, gaben 0,0080 g Mg₂P₂O₇, d. i. 0,75% Lecithinphosphor.

	I.	II.	Gefunden
	Berechnet auf 1 Molekül Lecithin, 3 Moleküle Cerebrin und 1 Molekül Schwefelsäure	Berechnet auf 1 Molekül Lecithin, 3 Moleküle Cerebrin, 1 Molekül Schwefelsäure und 1 Molekül Stickstoff	
N	1,63	2,07	2,1
P	0,90	0,89	0,75
S	0,95	0,94	0,73
Dextrose ^{1, 3)}	15,7	15,5	16,0

Die unter II gegebene Berechnung stimmt besser mit der zuerst angegebenen Gesamtanalyse des Protagonen wie mit den hier gefundenen Zahlen überein. Es wird sich auch wohl kaum um einen einheitlichen Körper handeln. Die recht nahe Übereinstimmung mit den molekularen Verhältniszahlen des Lecithinphosphors und des als Schwefelsäure abgespaltenen Schwefels deutet jedoch auf die womögliche Existenz der folgenden Verbindung:



Eine derartige Verbindung würde eine einfache Erklärung für die wohlbekanntete Tatsache geben, daß Lecithin sich nicht mit kaltem Alkohol oder Äther, in welchen es im reinen Zustande leicht löslich ist, aus Protagon entfernen läßt. Daß die Schwefelsäure wirklich in esterartiger Verbindung mit dem

¹⁾ Wegen der Ungenauigkeit der Zahlen für Galaktose als Dextrose berechnet.

²⁾ Koch und Woods, Journal of Biological Chemistry, 1905, Bd. I, S. 203.

³⁾ Mit Zugrundelegen von Thierfelders Bestimmung berechnet.

Cerebrin sich befindet, geht daraus hervor, daß sich aus dem Präparat durch Behandlung mit Chloroform gesättigter 5%iger Salzsäure in der Kälte nur minimale Mengen Schwefelsäure gewinnen lassen (aus 1,5 g nur 0,003 g BaSO₄).

Aus der mehr salzartigen Verbindung mit Lecithin könnte die Schwefelsäure wohl eher auf diese Weise entfernt werden. Nimmt man an, daß der reduzierende Zucker nur aus Cerebrin stammt, so ergibt die Berechnung mehr Cerebrin, wie in obiger Verbindung vorhanden sein kann. Der Überschuß ist wohl auf Gamgees Pseudocerebrin oder Thierfelders Cerebron zu beziehen. Wie mir nun Dr. Levene persönlich mitteilt, läßt sich im Protagon mit der Orcinprobe eine Pentose nachweisen. Die Verhältnisse liegen also ziemlich verwickelt und das Studium der Zusammensetzung des Protagogemisches scheint mir daher zurzeit wichtiger als langwierige Untersuchungen darüber, ob ein einheitlicher Körper vorliegt oder nicht.¹⁾ Obgleich mein Präparat weniger Stickstoff und mehr Schwefel enthält, wie man bisher gefunden, ist mir die Darstellung der Verbindung von Lecithin und Cerebrin mit Schwefelsäure noch nicht gelungen. Auch müssen noch weitere Untersuchungen darüber entscheiden, welchem Anteil des Protagons der Überschuß von einem Molekül Stickstoff zukommt.

Interessant ist, daß, wie schon Noll für das Cerebrin angegeben, auch der hier untersuchte Schwefel, den ich von jetzt ab als Lipoidschwefel bezeichnen werde, vorwiegend in der weißen Substanz vorhanden, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich.

Lipoidschwefel in Prozent der Trockensubstanz
berechnet

Muskel	0,008
Submaxillardrüse	0,018
Hoden	0,023
Leber	0,036
Graue Nervensubstanz	0,040
Weißer » (corpus callosum)	0,180

Weitere schwefelhaltige Körper aus den Lipoiden zu gewinnen, ist mir noch nicht gelungen, obgleich alle Präparate,

¹⁾ W. Cramer und H. C. Lockhead M. C., The Biochemical Journal, 1907, Bd. II, S. 355.

sogar Cerebrin, wenn nicht besonders sorgfältig gereinigt, etwas Schwefel enthalten, was aber wohl auf Verunreinigungen zu beziehen ist. Der im Protagogemisch vorhandene Schwefelkörper wird wohl der einzige Lipoidschwefelkörper sein, denn das Verhältnis von Schwefel zu Cerebrin berechnet sich im Corpus callosum beinahe genau so wie im Protagon.

Schwefel : Cerebrin = 1 : 86 im corpus callosum

» : » = 1 : 83 » Protagon.

S_2 : Neutralschwefel.

1. *Anorganische Sulfate.*

2. *Taurinartige Schwefelverbindung.*

Diese Gruppe enthält ungefähr ein Zehntel ihres Gesamtschwefels in Form anorganischer Sulfate, welche sich mit Baryumchlorid direkt bestimmen lassen. Im Filtrat vom Baryumsulfat befindet sich der bei weitem größere Teil des Schwefels, welcher sich jedoch selbst nach andauerndem Kochen mit einprozentiger Salzsäure nicht als Baryumsulfat gewinnen läßt. Setzt man dieser Lösung Phosphorwolframsäure zu, so entsteht ein Niederschlag, welcher aber keinen Schwefel enthält. Im Filtrat, welches durch Baryumhydrat vom Überschuß der Phosphorwolframsäure befreit, befindet sich ein Körper, welcher mit Naphthylisocyanat reagiert. Durch anhaltende Behandlung mit Naphthylisocyanat kann die Lösung beinahe ganz von Schwefel befreit werden. Die Naphthylisocyanatverbindung enthält 0,8% Schwefel und gibt keine Orcinreaktion. Obgleich es mir hier ebenfalls nicht gelungen ist, einen einheitlichen Körper darzustellen, glaube ich doch annehmen zu sollen, daß es sich um ein Gemisch von Monoaminosäuren handelt. Die Eigenschaften des Schwefelkörpers würden am besten mit denen des Taurins oder einer komplizierten Vorstufe desselben übereinstimmen. Der Übersicht halber werde ich von jetzt ab S_2 als die Neutralschwefelgruppe bezeichnen. Cystinartiger oder bleischwärzender Schwefel läßt sich aber nicht nachweisen.

S_3 : Anorganische Sulfate.

Enthält außer den anorganischen Sulfaten noch proteinähnliche Schwefelverbindungen (Gelatine?)

Diese Gruppe enthält sehr wenig organische Substanz, nie mehr als ein Prozent der Gesamttrockensubstanz des Gehirns. Wahrscheinlich handelt es sich um proteinartige Körper, welche durch die Alkoholbehandlung in Wasser nicht ganz unlöslich gemacht worden sind. Mit Phosphorwolframsäure läßt sich aus der Lösung ein ungefähr 0,3% Schwefel enthaltender Körper in geringer Menge gewinnen. Durch Behandlung mit heißem Wasser ist es mir gelungen, aus einer größeren Menge Gehirnschubstanz nach vorheriger Behandlung mit Alkohol und Äther einen gelatineartigen Körper zu erhalten, welcher Millons Reaktion, aber nicht die Reaktion auf Tryptophan gibt. Über zwei Drittel des Schwefels dieser Gruppe läßt sich durch Baryumchlorid direkt als anorganisches Sulfat nachweisen.

S₄: Proteinschwefel.

1. Schwefelgehalt des Neurokeratins: 1,60—2,24%.
2. Schwefelgehalt des Nucleoproteins: 1,29%, Levene,¹⁾ Halliburton.²⁾
3. Globulin koaguliert bei 47°—50° C. } Schwefelgehalt
4. " " " 70° C. } nicht bestimmt.

Das Neurokeratin wurde zuerst von Kühne und Chittenden eingehender studiert und seine Ähnlichkeit mit den aus Horn gewonnenen Keratinen klargelegt. Am Stoffwechsel des Nervensystems wird es sich wohl kaum beteiligen, da es hauptsächlich in den markhaltigen Fasern die Rolle einer Gerüstsubstanz versieht.

Das Nucleoprotein, welches Levene studiert, ist nach Halliburton³⁾ mit seinem bei 57° C. koagulierenden Nucleoprotein identisch. Halliburton²⁾ gibt an, daß sich dieser Körper nur in der grauen Substanz befindet und nicht aus

¹⁾ P. S. Levene, Archiv of Neurology and Psychopathology, 1899, Bd. VII, S. 14.

²⁾ Halliburton, Collected papers from the Physiological Laboratory of King's College London, 1893, Nr. 1. Siehe auch: British Medical Journal, 1893. Goulstonian Lectures.

³⁾ Halliburton, Ergebnisse der Physiologie, 1905, Bd. IV, S. 31.

weißer Substanz gewinnen läßt. Interessant ist, wie später bei meiner Berechnung der Verteilung des Proteinschwefels ersichtlich, daß das Nucleoprotein im corpus callosum beinahe gar keinen Schwefel enthält, während nach Levenes und meinen Berechnungen das Nucleoprotein aus der grauen Substanz verhältnismäßig reich daran ist. Es wird sich also im Gehirn um mindestens zwei Nucleoproteine handeln: ein in der grauen Substanz befindliches schwefelhaltiges und ein sowohl in der grauen wie in der weißen Substanz in den Kernen der Gliazellen befindliches, schwefelarmes. Letzteres Nucleoprotein ist meines Wissens bis jetzt noch nicht isoliert worden. Ob das erstere von Levene und Halliburton studierte mit der Nisslsubstanz in irgend welcher Beziehung steht, was ja nach dem Verhalten der Nisslsubstanz zu basischen Farbstoffen nicht unmöglich, ist bis jetzt noch nicht untersucht. Interessant ist hier die Beobachtung von Mott,¹⁾ welcher findet, daß bei der amaurotischen Idiocie, mit einem Verschwinden der Nisslsubstanz, eine Verminderung des Nucleoproteinphosphors der grauen Substanz parallel verläuft. Die Globuline von Halliburton sind bis jetzt noch nicht auf ihren Schwefelgehalt untersucht worden.

Obgleich es mir noch nicht gelungen ist, wegen der Schwierigkeit in der Beschaffung von Menschengehirnen, welche sich zu diesen Arbeiten am besten eignen, einen wirklich reinen Schwefelkörper herzustellen, ist es doch interessant, die quantitative Verteilung des Schwefels auf die verschiedenen Gruppen zu vergleichen. Die in folgender Tabelle angegebenen analytischen Resultate wurden an einem vollkommen normalen, frischen, beinahe blutfreien Gehirne eines neunzehnjährigen Mannes gewonnen, welcher an Verblutung aus der Art. carotis interna gestorben war. Das Gehirn wurde mir von meinem Kollegen Dr. H. G. Wells gütigst zur Verfügung gestellt. Die vollkommene chemische Analyse wird demnächst an anderer Stelle erscheinen.

¹⁾ F. W. Mott, Archives of Neurology, 1907, Bd. III, S. 244.

	Graue Rinden- substanz		Corpus callosum	
	In Prozent der Trocken- substanz	In Prozent des Gesamt- schwefels	In Prozent der Trocken- substanz	In Prozent des Gesamt- schwefels
S ₁ Lipoid	0,033	7,2	0,180	35,9
{ S ₂ Neutral	0,050	10,9	0,025	5,0
{ S ₂ Sulfate	0,007	5,9	0,006	3,4
{ S ₃ Sulfate	0,020		0,011	
{ S ₃ Proteinähnlich . . .	0,013	2,8	0,023	4,6
{ S ₄ Globulin ¹⁾	0,125	27,2	0,040	8,0
{ S ₄ Nucleoprotein ²⁾ . .	0,166	36,0		
{ S ₄ Neurokeratin ³⁾ . . .	0,046	10,0		
	<u>0,460</u>		<u>0,501</u>	
Gesamtschwefel (Kontrollbestimmung)	0,430		0,420	

Die obigen Zahlen deuten darauf hin, daß:
in der grauen Substanz Nucleoprotein, Globulin und
Neutralschwefel vorherrschen;

in der weißen Substanz bei weitem der größte Anteil
auf Neurokeratin und Lipoidschwefel zu beziehen ist.

Das in der grauen Substanz vorhandene Neurokeratin
und der Lipoidschwefel stehen ungefähr im selben relativen
Verhältnis zu einander wie im corpus callosum und es scheint
daher die Annahme berechtigt, daß es sich bei beiden um
charakteristische Bestandteile der markhaltigen Fasern handelt.
Ganz frei von weißer Substanz läßt sich ja bekanntlich graue
Substanz nicht gewinnen.

¹⁾ Aus der Differenz zwischen Nucleoprotein- plus Neurokeratin-
schwefel und dem direkt bestimmten Gesamtproteinschwefel berechnet.

²⁾ Aus meiner Proteinphosphorbestimmung auf Grund von Levenes
Schwefelbestimmung berechnet. Das Resultat wird etwas zu hoch sein,
da nicht alles Nucleoprotein in der grauen Substanz mit der von Levene
studierten Substanz identisch ist.

³⁾ Aus Chittendens analytischen Befunden an einem 21jährigen
Manne annähernd berechnet.

Ehe ich auf die Bedeutung der obigen Befunde für die Erklärung des Stoffwechsels des Nervensystems näher eingehe, scheint es angebracht, unsere bisherigen Kenntnisse über dieses interessante Gebiet zusammenzustellen.

Stellen wir uns ein lebendes Gewebe nicht als eine Anzahl sogenannter lebender Moleküle, sondern als den Ort der Zusammenwirkung mehrerer chemischer Reaktionen vor, so handelt es sich darum, die einzelnen Reaktionen zu erkennen und zu studieren. Dies kann man nun auf dreierlei Weise erreichen.

1. Am lebenden Gewebe, wie dies Hill¹⁾ bei seinen Untersuchungen über die CO₂-Produktion des Nervensystems getan.

2. Am überlebenden Gewebe wie bei den Arbeiten von Hofmeister²⁾ über Methylstoffwechsel und zahlreichen Arbeiten anderer Forscher über Autolyse.

3. An toten Geweben, wie bei meinen hier zu schildernden Versuchen, durch das Studium der unter den Extraktivstoffen befindlichen Stoffwechselprodukten des Gehirns in normalen und pathologischen Fällen.

Obgleich nun der geringe Gewichtsverlust des Nervensystems beim Hungern die von mehreren Forschern beobachtete sehr langsam verlaufende Autolyse, sowohl wie die oben erwähnten Beobachtungen von Hill und Hofmeister darauf hindeuten, daß im Nervensystem die chemischen Reaktionen sehr langsam verlaufen, beweisen die Versuche von Ehrlich,³⁾ Hill,¹⁾ Baeyer,⁴⁾ Bondy⁵⁾ und Mott und Sherrington,⁶⁾ daß das Gehirn fortwährend mit einem großen Sauerstoffüberschuß versorgt sein muß, um normal zu funktionieren. Nun

¹⁾ L. Hill, *Journal of Physiology*, 1895, Bd. XVIII, S. 334.

²⁾ Hofmeister, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, 1894, Bd. XXXIII, S. 198.

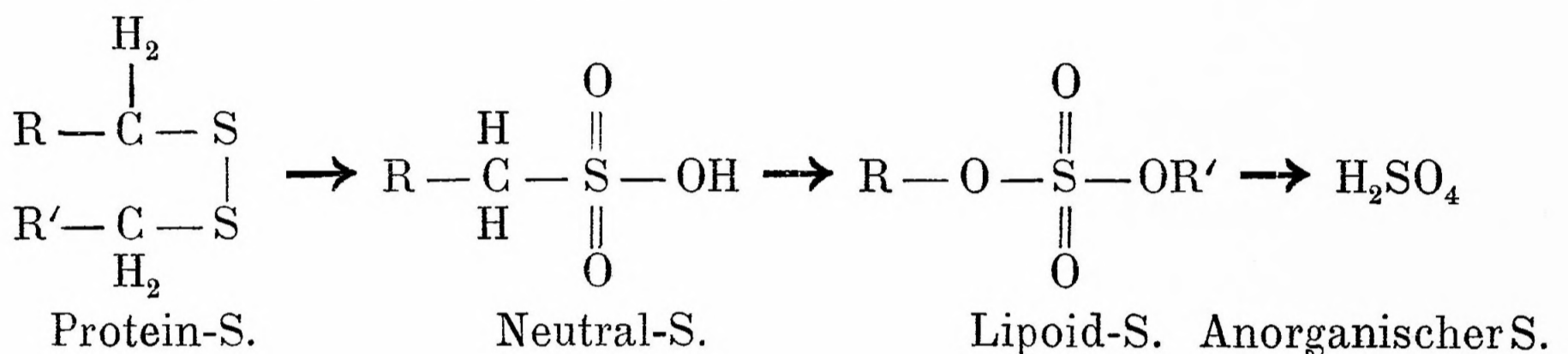
³⁾ P. Ehrlich, *Sauerstoffbedürfnis des Organismus*.

⁴⁾ H. v. Baeyer, *Zeitschrift für allgemeine Physiologie*, 1902, Bd. I, S. 265.

⁵⁾ Bondy, O., *Zeitschrift für allgemeine Physiologie*, 1903, Bd. III, S. 180.

⁶⁾ Mott u. Sherrington, *Croonian Lectures*, London, 1900, S. 50.

bedingt aber eine gute Sauerstoffversorgung nicht zugleich einen großen Sauerstoffverbrauch, sondern es mag sich lediglich um das Bedürfnis einer hohen Sauerstoffspannung handeln. So deuten die Beobachtungen von Baeyer bei der Strychninvergiftung darauf hin, daß nur bei Gegenwart eines genügenden Sauerstoffpotentials die Entladung der Nervenzelle stattfinden kann. Bei welcher Art Reaktionen sich dieser Sauerstoff beteiligt, wissen wir noch nicht. Unter anderem wird es sich wohl auch um die Oxydation von Proteinschwefel handeln, welches den oben angegebenen Tatsachen entsprechend ungefähr folgendermaßen verlaufen würde.



Lipoidschwefel braucht natürlich nicht in jedem Falle gebildet zu werden, sondern es kann sich auch um direkte Oxydation von Neutralschwefel zu anorganischen Sulfaten handeln.

Es ist nun schon oft, besonders von Kraepelin, die Ansicht ausgesprochen worden, daß es sich bei gewissen Geisteskrankheiten um einen gestörten Stoffwechsel des Nervensystems handeln kann. Da es nun gerade Oxydationsreaktionen wie die oben angedeuteten sind, bei welchen man unter pathologischen Verhältnissen der Gewebe am ersten Veränderungen erwarten kann, nahm ich gerne die Gelegenheit wahr, welche mir von Dr. F. W. Mott, F. R. S. angeboten wurde, dieses Thema an Fällen von Dementia praecox im Pathologischen Institut der London County Asylum zu studieren. Über die klinische und histologische Untersuchung der Fälle wird an anderer Stelle berichtet (Archives of Neurology, F. W. Mott).

In folgender Tabelle sind die analytischen Resultate der grauen Rindensubstanz von vier Fällen angegeben. Zum Vergleich füge ich die Zahlen von drei normalen Gehirnen bei. Die Zahlen sind in Prozent des Gesamt-Nicht-Proteinschwefels

berechnet. Es ist von Interesse, hier zu erwähnen, daß diese Fälle von Dementia praecox, was alle anderen bekannten Bestandteile des Nervensystems anbelangt, bei der chemischen Analyse Resultate ergaben, welche vom Normalen nicht zu unterscheiden sind.

In Prozent des Gesamt-Nicht-Proteinschwefels der grauen Rindensubstanz.

Fall Nr.	Lipoid-S ₁	Neutral-S ₂	Anorganische Sulfate S ₃
7. K. R. Normal	27	51	21
14. E. Mc C. »	24	42	33
15. R. A. G. »	27	46	27
Durchschnitt . .	26	46	27
10. M. A. N. Dementia praecox	27	30	44
11. C. E. N. » »	16	35	49
12. F. L. M. O. » »	17	34	48
17. H. F. R. » »	40	22	38
Durchschnitt . .	25	30	44

Zuerst fällt bei allen Fällen der Dementia praecox eine Verringerung des Neutralschwefels auf (35% im Durchschnitt). Die höhere Zahl für anorganische Sulfate beruht nicht, wie wohl zuerst anzunehmen, auf einer gesteigerten Oxydation von Neutralschwefel.

Bei 17. H. F. R. handelt es sich bei dieser Art der Berechnung um eine relative Erhöhung der Zahl für Lipoid- und anorganischen Schwefel, wegen des Verlustes an Neutralschwefel. Bei 11. C. E. N. und 12. F. L. M. O. kommt dann noch eine tatsächliche Verminderung des Lipoidschwefels hinzu, aus welchem ja anorganische Sulfate ohne Oxydation entstehen können. Bei Fall 10. M. A. N. läßt sich die höhere Zahl für anorganische Sulfate auf diese Weise nicht ganz erklären. Die analytischen Resultate für das corpus callosum zeigen eine bedeutend geringere Veränderung in den pathologischen Fällen.

Es tritt also ziemlich klar zutage, daß es sich bei der Dementia praecox um eine gestörte Oxydation handelt und zwar auf Kosten des intermediär gebildeten Neutralschwefels.

Ich bin jetzt dabei, diese Beobachtungen an weiteren Fällen nachzuprüfen und zu erörtern, inwieweit die Lungentuberkulose, an welcher alle Fälle gestorben sind, für die chemischen Veränderungen verantwortlich zu machen ist. Eine gewisse Bestätigung finden obige Beobachtungen in der Untersuchung eines sechs Wochen alten Gehirns, in welchem man wegen des raschen Wachstums in diesem Alter einen gesteigerten Stoffwechsel erwarten kann.

Fall Nr.	Lipoid-S ₁	Neutral-S ₂	Anorganische Sulfate S ₃
13. S. H.	16	68	16

Es findet sich also gerade die Schwefelgruppe vermehrt, welche bei der Dementia praecox verringert ist.

Über den Umfang des durch obige Beobachtungen sehr wahrscheinlich gemachten Schwefelstoffwechsel des Nervensystems läßt sich nichts Bestimmtes aussagen. Untersuchungen über Schwefelausscheidung im Urin bei geistiger Tätigkeit dürften wohl ebensowenig Aussicht auf Erfolg haben, wie die bisherigen Versuche, die Phosphorausscheidung auf ähnliche Weise zu beeinflussen. Es wäre unrichtig, diesen Stoffwechsel als für das Nervensystem charakteristisch anzusehen, denn in ihren chemischen Reaktionen werden sich wohl die verschiedenen Gewebe des Körpers viel näher stehen, wie in ihrem anatomischen Aufbau.

Diese Arbeit wurde von dem Rockefeller Institut for Medical Research unterstützt.