

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Zürich. — Direktor: Professor
W. R. Hess.)

Histologische Befunde bei Vogelberiberi und bei Blausäurevergiftung.

Von
N. Messerle.

(*Eingegangen am 1. Mai 1926.*)

Weitgehende Übereinstimmung im Krankheitsbild einer akuten Blausäurevergiftung bei Tauben mit dem Bild der Tauben-Beriberi veranlaßte *W. R. Hess*¹⁾ eine Wesensverwandtschaft der beiden Symptomkomplexe anzunehmen, welche in einer *gestörten Sauerstoffverwertung im Gewebe* besteht. Durch frühere Untersuchungen ist es festgestellt worden²⁾, daß infolge einer Erkrankung an Vogelberiberi die Tauben eine *in vitro* aufweisbare Herabsetzung der Gewebeatmung aufweisen. Die Herabsetzung der Atmungskatalyse durch Blausäure ist ebenfalls schon seit langem bekannt.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von *Geppert*³⁾ im akuten Versuch fanden wir⁴⁾ auch bei chronisch mit Blausäure vergifteten Tauben eine Hemmung des respiratorischen Gaswechsels.

Um auf weitere Anhaltspunkte für das Vorhandensein einer Beziehung zwischen den in Frage stehenden Krankheitsbildern zu prüfen, haben wir uns die Aufgabe gestellt, die Auswirkung chronischer Blausäurevergiftung auf die histologische Struktur mit den histologischen Bildern zu vergleichen, welche bei Vogelberiberi in Erscheinung treten. Neben diesem speziellen Versuchsziel erachteten wir vom allgemeinen Interesse, die Wirkung einer besonders lang hingezogenen Dauerzufuhr von HCN kennen zu lernen. Wir verfügen in unserem Institut über eine Einrichtung, welche eine sehr feine Dosierung der Beibringung durch die Atmungsluft ermöglicht.

Collins und *Martland*⁵⁾ versuchten Kaninchen chronisch mit Blausäure zu vergiften, indem sie diesen Tieren jeden zweiten Tag 2 mgr Cyankalium in die Blutadern spritzten. Diese Forscher beobachteten

1) *W. R. Hess*, Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. **117**, 284. 1921.
— *W. R. Hess*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **103**, 366. 1924.

2) *W. R. Hess*, l. c., *Hess* und *Messerle*, Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. **119**, 176. 1922. — *Abderhalden* und *Schmidt*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **185**, 141. 1920. — *Abderhalden* und *Wertheimer*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **192**, 174. 1921.

3) *Geppert*, Zeitschr. f. klin. Med. **15**, 307. 1889.

4) *N. Messerle*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **213**, 419. 1926.

5) *Collins* und *Martland*, Journ. of nerv. a. ment. dis. **35**, 417. 1908.

nach 10—16 Tagen eine schlaffe Lähmung der Hinterbeine; die Tiere waren hilflos und es trat der Tod unter Lähmungserscheinungen ein.

Die *histologische* Untersuchung zeigte eine deutliche *Degeneration* der *peripheren Nerven*. Schnitte aus dem mittleren und dem unteren Rückenmark lassen eine Zerstörung von Vorderhörnzzellen erkennen. — Infolge des raschen Abklingens der akuten Vergiftungserscheinungen nach den einzelnen Einspritzungen erschien es uns unumgänglich, die HCN-Wirkung durch Einbringen der Tiere in eine dauernd mit Spuren von HCN durchsetzte Kammer, herbeizuführen. Denn nur so kann ein *wirklich chronischer* Einfluß zustande kommen.

Durch die erwähnte Methode kamen wir dazu, Tauben über 3 Monate lang in einem Zustand stark herabgesetzten oxydativen Stoffwechsels zu halten; dabei war der Gaswechsel auf 55—45% der Norm herabgesetzt.

Um die Ergebnisse unserer Untersuchungen mit den bis dahin bekannt gegebenen Befunden vergleichen zu können, wollen wir hier darüber berichten, was in der Literatur niedergelegt ist:

Nach *Funk*¹⁾ zeigt bei Beriberitauben das Nervensystem die auffälligsten Veränderungen und zwar um so stärker, je näher der Peripherie. Die Nerven der unteren Extremitäten erleiden stärkere Veränderungen als die der oberen. Es findet sich eine fettige Degeneration auch in Fällen, wo keine sichtbaren Lähmungen vorhanden waren. Die Zahl der degenerierten Fasern steht jedoch in keinem erkennbaren Verhältnis zu der Schwere der Lähmungen; leichte Fälle können starke Degeneration, schwere Fälle oft nur 4—16% der degenerierten Fasern zeigen.

*Utsumi*²⁾ findet eine Anschwellung der Achsenzylinder, Vakuolisierung, Fragmentation und körnige Degeneration. Ähnliche Veränderungen finden sich auch in den dorsalen und ventralen Nervenwurzeln, sowie in sämtlichen Strängen des Rückenmarkes.

Es sind auch Veränderungen an Zellen der Vorder- und Hinterhörner des lumbosakralen Rückenmarkes festgestellt worden. Ferner finden sich verschiedene Veränderungen in anderen Organen. Die *Körpermuskulatur* ist atrophisch, in verschiedenem Grade fettig degeneriert; wachsartige Degeneration, Fragmentation der Muskelfasern, Bindegewebswucherung werden vorgefunden. Ferner sind Degenerationszeichen in Nieren, Herz, Leber, Milz, Pankreas nachgewiesen; die Schilddrüse zeigt keine ständigen Veränderungen. Die Erythrocyten sind bis um 25% vermindert.

*Mc. Garrison*³⁾ beschrieb eine Nebennierenhypertrophie als Folge einer von Vitamin B freien Ernährung. Seine Befunde wurden von *Verzár* und *Beznák*⁴⁾ und *Kellaway*⁵⁾ bestätigt. Beim Vergleich zwischen dem Zustand der B-Avitaminose und dem Effekt der durch HCN andauernd gehemmten Gewebeatmung wendeten wir unsere Aufmerksamkeit auch dem letzterwähnten Symptom zu.

Methodik.

Die Methode der chronischen Blausäureapplikation ist schon früher von *W. R. Hess*⁶⁾ und von *N. Messerle*⁷⁾ ausführlich beschrieben, so daß wir auf die an anderer Stelle gemachten Angaben verweisen können.

¹⁾ *Kasimir Funk*, Die Vitamine. München: Verlag Bergmann 1922. (Daselbst ausführliche Literaturangaben.)

²⁾ *Utsumi*, Japan. journ. of med. science 1, Nr. 1.

³⁾ *Mc. Garrison*, Brit. med. journ. 1919, I, 177—178.

⁴⁾ *Verzár* und *Beznák*, Verhandl. d. St. Tisca-Ges. in Debreszen 1923; *Verzár* und *Peter*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 206, 659. 1924.

⁵⁾ *Kellaway*, Proc. of the roy. soc. of Landon, Ser. B. 99. 1923.

⁶⁾ *W. R. Hess*, l. c., S. 305.

⁷⁾ *N. Messerle*, l. c., S. 305.

Die Organe der gestorbenen Tiere haben wir meist sofort nach dem Tode entnommen und z. T. zur Cholesterinbestimmung, z. T. für histologische Untersuchung verwendet. Über den Cholesteringehalt der Gewebe von chronisch mit Blausäure vergifteten Tauben haben wir schon früher¹⁾ berichtet.

Es kamen zur histologischen Untersuchung Herz, Milz, Leber, Brust- und Beinmuskulatur, Nebennieren, Pankreas, Schilddrüse, Rückenmark, Flügel- und Beinerven. Die für die histologische Untersuchung bestimmten Organe fixierten wir in 4% Formaldehydlösung.

An den Paraffinschnitten führten wir folgende Färbungen aus: Hämalaun-Eosin, Berliner-Blaufärbung, Sudan, Van Gison, Glykogen-Färbung der Leber. Für das Nervengewebe verwendeten wir die Weigertsche Markscheiden-Färbung und Tolluidin-Blaufärbung.

Die Nebennieren-Gewichte wurden sofort nach Entnahme mittelst der Torsions-Wage bestimmt.

Zum Vergleich untersuchten wir neben den Beriberi-Tauben auch Material von gesunden Tieren. Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf 6 gesunde, 6 beriberikranke und 8 mit Blausäure vergiftete Tauben. Vor dem Versuch erhielten die gesunden und die Blausäure-Tauben als Nahrung das gleiche gemischte Futter, bestehend aus Mais, Hafer, Hirse- und Gerstekörnern. Die Beriberi-Tauben erhielten ungekochten polierten Reis und verdünnte Ringerlösung als Getränk.

Die Überprüfung der ersten Reihe unserer Präparate besorgte Prof. Hedinger†; Prof. v. Meyenburg übernahm die Durchsicht der 2. Reihe unserer Präparate. Ich verdanke an dieser Stelle die mir dadurch zu Teil gewordene, wertvolle Unterstützung.

Versuchsergebnisse.

Das Verhalten des Nebennierengewichtes bei gesunden-, beriberikranken und Blausäure-Tauben ist in Tab. 1 dargestellt.

Tabelle 1.

Nebennierengewichte bei Beriberi und bei chronischer Blausäurevergiftung, verglichen mit den Normalgewichten.

Nr.	Gesunde Tauben			Nr.	Blausäurevergiftete Tauben			Nr.	Beriberi-Tauben			
	rechts	links	rechts und links		rechts	links	rechts und links		rechts	links	rechts und links	Ver- suchs- dauer
1	9,0	12,5	21,5	1	25,0	26,0	51,0	96 Tg.	1	28,5	26,5	55,0
2	13,0	10,0	23,0	2	21,0	20,0	41,0	87 "	2	37,5	19,5	57,0
3	14,0	13,0	27,0	3	18,5	29,5	48,0	79 "	3	34,0	38,0	72,0
4	13,0	13,0	26,0	4	24,0	21,0	45,0	92 "	4	28,5	32,5	61,0
5	17,0	15,0	32,0	5	30,0	22,5	52,5	84 "	5	26,5	22,0	48,5
6	16,5	12,5	29,0	6	27,5	26,5	54,0	50 "	6	42,0	39,0	81,0
Mittel			26,4				49,0					62,4

1) N. Messerle, Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. 149, 103. 1925.

Wir finden dabei, wie *Carrison*, *Verzár* u. a. eine beträchtliche Zunahme des Nebennierengewichtes bei beriberi-kranken Tauben. Die Nebennieren der Blausäure-Tauben sind erheblich schwerer, als die der gesunden, wenn auch durchschnittlich weniger schwer wie bei Beriberi-Tauben.

Unsere pathologisch-anatomischen Befunde bei Beriberi-Tauben bestätigen und erweitern die bisherigen.

Untersuchungen der Organe bei experimentell erzeugter chronischer Blausäurevergiftung liegen bisher außer den bereits erwähnten von *Collins* und *Martland* unserem Wissens nicht vor.

Unsere eigenen Befunde ergaben — unter organweiser Gegenüberstellung von Blausäure- und Beriberitauben berichtet — folgendes:

In der *Leber* der *Blausäuretauben* finden wir normalen Läppchenbau, helle Leberzellen mit deutlich hervortretenden Kernen. Manchmal findet sich eine Verbreiterung des interstitiellen Gewebes und der Glissionschen Scheiden mit größeren oder kleineren Infiltraten aus Lymphocyten und polymorphkernigen Leukocyten bestehend. Die Leberzellen sind fast frei von Glykogen und Eisen; selten enthalten sie feinste Eisenkörnchen. Einzelne Leberzellen sind atrophisch. Kupfersche Sternzellen finden wir mehr oder weniger stark diffus eisenhaltig.

Das interstitielle Gewebe enthält in wechselnder Menge Zellen mit eisenhaltigem Pigment in Form von Schollen. Auch in den Glissionschen Scheiden finden wir viel Eisen. Die Kupferschen Sternzellen sind deutlich verfettet und gelegentlich an Zahl vermehrt.

In der *Leber* der *Beriberitauben* finden wir folgendes: Die Abgrenzung der Leberläppchen ist fast stets undeutlich. Die Leberzellbalken sind zum Teil unregelmäßig angeordnet, einzelne Zellen sind atrophisch. Die Leberzellen sind trübe, dunkel; die Kerne treten weniger deutlich hervor. Es findet sich eine geringe oder fast keine Verfettung. Die Leberzellen sind vollständig glykogenfrei. Die Kupferschen Sternzellen enthalten fast immer Fett in wechselnder Menge. Selten finden sich interstitielle Infiltrate aus Lymphocyten und polymorphkernigen Leukocyten. Die Kupferschen Sternzellen sind stark mit Eisen beladen, manchmal auch einzelne Zellen der Infiltrate. Die Leberzellen sind diffus mit Eisenkörnchen bestäubt. Es besteht keine Verbreiterung der Glissonischen Scheiden.

Zur Orientierung sei noch angeführt, daß bei den *gesunden Tauben* das Bindegewebe in der *Leber* ganz wenig vertreten ist, die Glissionschen Scheiden sind schmal. Die Leberzellen sind fast eisenfrei, dagegen mit Glykogenkörnchen vollgepfropft.

Auch hier finden sich gelegentlich interstitielle Infiltrate aus Lympho- und polymorphkernigen Leukocyten.

In der *Brustumskulatur* der *Blausäuretauben* finden wir eine geringe Atrophie mit Kernvermehrung und geringe bis sehr starke feintröpfige Verfettung der Muskelfasern. Gelegentlich findet sich eine wachsartige Degeneration und Wucherung der Sarkolemmkerne. Die Beinmuskulatur zeigt gleiche Veränderungen, wie die Brustumskulatur. Hier findet sich aber eine starke Verfettung vieler oder fast aller Fasern.

Die *Brustumskulatur* der *Beriberitauben* ist auch atrophisch, die Fasern sind schmäler und sarkolemmreicher. Auch bei den *Beriberitauben* finden wir eine Verfettung der Muskelfasern der Beinmuskulatur weniger der Brustumskulatur. Die Fettröpfchen sind hier etwas größer wie in der Muskulatur der HCN-Tauben.

Bei *gesunden Tauben* finden wir nie eine Verfettung der *Muskelfasern*, dagegen zwischen den Muskelfasern oft Einlagerungen von Fettzellen mit großen Fettröpfchen gefüllt.

Die *Herzmuskulatur* der *Blausäure*- wie auch der *Beriberitauben* zeigt eine von Fall zu Fall mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Verfettung, die meistens fleckweise angeordnet ist.

Die *Milz* der *Blausäuretauben* ist im allgemeinen vergrößert, die Kapsel, Balken und Gefäßscheiden sind verbreitert. Eisenhaltiges Pigment findet sich in wechselnder Menge vor. Gewöhnlich liegt es fast ausschließlich perivasculär in Gruppen von großen blauen Zellen; selten finden sich feinste Eisenkörnchen extracellulär.

In 3 Fällen fanden wir die Pulpastränge bestehend aus auffallend großen, rundlichen Zellen mit oft exzentrisch gelegenem Kern. Die Kerne derselben zeigen radspeichenförmige Anordnung des Chromatins. Die Zellen gleichen in ihrem Aufbau den Plasmazellen, am meisten den Radspeichenplasmazellen. Wir fanden auch große Zellen mit dunklem Protoplasma und großem oft eingekerbten Kern (Myelocyten). Ob in diesen Fällen eine unserer Beachtung entgangene Komplikation (Infekt oder Parasiten) als Ursache dieser Veränderung in Frage kommt können wir nicht entscheiden.

Die *Milz* der *Beriberitauben* ist sehr klein, d. h. fast verschwunden. Parallel damit geht eine perivasculäre Fibrosis und Ablagerung von intracellulärem eisenhaltigen Pigment. Pathologische Zellen haben wir keine gefunden.

Die *Nierenepithelien* der *Blausäuretauben* sind stellenweise deutlich feintröpfig verfettet, stellenweise sind sie trübe und gequollen. In den Nierenkörperchen findet sich gelegentlich eine geringe Epithelabstöfung. Die Epithelien der Bowmanschen Kapsel sind gelegentlich auch verfettet. Im Stroma zwischen den Harnkanälchen finden wir auch gelegentlich Infiltrate von Lympho- und polymorphkernigen Leukocyten vor.

Die Epithelien der Harnkanälchen der Beriberitauben sind gelegentlich herdförmig feintröpfig verfettet, gelegentlich trüb.

Die *Pankreas* der *Blausäuretauben* finden wir im wesentlichen normal. Die Zahl der Langerhansschen Inseln ist wechselnd. Bei *Beriberitauben* zeigen einzelne Pankreaszellen Pyknose, einzelne sind schwerer färbbar.

Die *Schilddrüse* der *Blausäuretauben* weist kleine bis mittelgroße runde oder unregelmäßige Follikel auf. Die Follikel enthalten meist kein oder wenig Kolloid. Das Follikelepithel ist hoch-kubisch bis zylindrisch.

Die *Schilddrüsenvollikel* der *Beriberitauben* besitzen immer Kolloid in wechselnder Menge. Das Wandepithel der Bläschen ist niedrig-kubisch. In einzelnen Bläschen besteht eine geringe Epitheldesquamation. Einzelne Bläschen zeigen schwerer färbbare Kerne und ganz hell gefärbtes Kolloid.

Bei *gesunden Tauben* findet sich in den Bläschen gewöhnlich kein oder sehr wenig Kolloid, das Wandepithel ist hoch-kubisch bis zylindrisch.

Die *Nebennieren* der *Blausäure-* und *Beriberitauben* zeigen im wesentlichen normale Verhältnisse.

In den *Flügel- und Beinerven* der *Blausäuretauben* finden wir neben normalen Fasern auch solche, deren Markscheiden, wenn auch nicht stark, gequollen oder fragmentiert sind. Manchmal findet sich ein Ausfall einzelner Fasern in kleinen Herden. In 2 Fällen konnten wir keinen Unterschied gegenüber der Norm feststellen.

Die gleichen Nerven der *Beriberitauben* zeigen ebenfalls geringe Quellung einzelner Markscheiden.

Im *Rückenmark* der *Blausäuretauben* finden wir in 3 Fällen auffallend wenig Ganglienzellen in den Vorderhörnern. Einzelne Zellen sind klein und vakuolär degeneriert; ihre Kerne sind schwer färbbar. In der grauen Substanz waren relativ wenig Nervenfasern vorhanden. Die Markscheiden sind oft gequollen. In der weißen Substanz finden wir ebenfalls gequollene Markscheiden. In 2 Fällen mit kürzerer Versuchsdauer fanden wir keinen deutlichen Unterschied gegenüber der Norm.

Im *Rückenmark* der *Beriberitauben* finden wir eine nicht sehr stark ausgesprochene Quellung und Aufblähung der Achsenzyylinder in der grauen Substanz besonders der Vorderhörner. In den Vorderhörnern

besteht eine schwach ausgesprochene vakuoläre Degeneration der Ganglienzellen.

Im *Blut* der *Blausäuretauben* fanden wir eine Verminderung der Erythrocyten um 20—25%.

Bei den Beriberitauben unterließen wir die Blutuntersuchung, da eine Abnahme der Erythrocyten um 20—25% durch andere Untersucher¹⁾ festgestellt ist.

Überblicken wir die Gesamtheit unserer Ergebnisse, so stellen sich uns zwei Fragen entgegen. 1. Wie verhalten sich unsere Befunde im Vergleich mit den Ergebnissen früherer Untersucher betreffend die histologischen Bilder bei Vogelberiberi? 2. Bestehen Übereinstimmungen in den durch HCN gesetzten histologischen Veränderungen zu den infolge vitaminfreier Ernährung (B-Faktor) sich ausbildenden Struktur-Veränderungen?

Auf die erste Frage möchten wir unsere Antwort in folgender Weise formulieren: Wie andere Untersucher, so finden auch wir Degenerationszeichen im Nervensystem der *Beriberitauben*, in den peripheren Nerven, in den Ganglienzellen und Nervenfasern des Rückenmarkes. Wir finden ferner in Übereinstimmung mit anderen Autoren Degenerationszeichen an Niere, Pankreas, Milz, Leber, in der Brust- und Bein-Muskulatur, und in der Herzmuskelatur.

Der Befund von Nebennieren-Hypertrophie bedeutet ebenfalls eine Bestätigung bereits gemachter Beobachtungen.

In bezug auf den Einfluß chronischer *Blausäurevergiftung* stellen wir die Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit denjenigen von *Collins* und *Martland* fest, insofern als diese bei Kaninchen eine deutliche Degeneration der peripheren Nerven und eine Zerstörung der Vorderhornzellen im mittleren und unteren Rückenmark beobachteten. Wir verweisen auf gleichlautende Angaben in der Beschreibung unserer Präparate.

Unsere histologischen Befunde in anderen Organen von Blausäuretauben können wir nicht vergleichen, da frühere Beobachtungen hierüber unseres Wissens nicht vorliegen.

Bei der Beantwortung der zweiten Frage, d. h. nach dem Ergebnis der Gegenüberstellung von Beriberi und Blausäure, ist auf die in beiden Fällen auftretende Verfettung der Körpermuskulatur und eine fleckweise angeordnete Verfettung der Herzmuskelatur hinzuweisen. Der Grad der Verfettung ist allerdings hier wie dort wechselnd.

Eine Übereinstimmung der Befunde besteht ferner in bezug auf die Zeichen der Degeneration in den Nerven, bei Blausäuretieren in höherem Maße

¹⁾ *Funk, K.*, l. c. S. 306.

ausgebildet als bei Beriberi. Im ersten Fall kommt Ausfall einzelner Fasern in kleinen Herden hinzu. Hier wie dort treffen wir auch Degenerationserscheinungen im Rückenmark, welche bei den HCN-Tauben, deutlicher ausgesprochen sind; aber auch bei Beriberitauben finden wir eine geringe vakuoläre Degeneration der Ganglienzellen der Vorderhörner und eine Quellung der Markscheiden.

Daneben findet sich bei beiden Arten von Tauben eine Verfettung der Kupferschen Sternzellen, wie auch eine geringe Atrophie der Leberzellen. Die Leberzellen der HCN-Tauben sind fast frei von Glykogen, diejenigen der Beriberitauben vollkommen frei davon.

In den Nieren beider Arten von Tauben sind ähnliche Veränderungen vorhanden, d. h. stellenweise herdförmige Verfettung der Nierenepithelien, gelegentlich Trübung und Quellung derselben.

Schließlich ist auf die Übereinstimmung im Befund einer Massenzunahme der Nebennieren hinzuweisen.

Unterschiede in den histologischen Bildern bestehen in folgender Richtung: Verbreiterung der Glissionschen Scheiden und des Bindegewebes der Leber fehlt bei Beriberi. Die Verfettung ist bei den HCN-Tauben feinröhiger als bei Beriberitauben. Bei den Beriberitauben findet sich keine Ablagerung von eisenhaltigem Pigment in den Glissionschen Scheiden. In der Leber und Milz der Beriberitauben besteht im allgemeinen eine stärkere Eisensablagerung als bei Blausäuretauben.

Wir sehen im allgemeinen bei HCN-Tauben etwas gleichmäßiger Veränderungen als bei Beriberitauben.

Wir ziehen das Fazit unserer Resultate im Hinblick auf das Versuchsziel dieser Arbeit: Dabei kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß die Gewebsveränderungen, wie sie bei experimenteller Beriberi auftreten, im wesentlichen auch als Folge einer Dauerhemmung der Gewebeatmung vermittelst chronischer Blausäurezufuhr in Erscheinung treten. Es wird dadurch die Bewertung, welche *W. R. Hess* den Symptomen der gestörten Gewebeatmung bei Beriberi gibt, weiter gestützt: Das herabgesetzte Vermögen zur Sauerstoffverwertung ist das *Zentalsymptom* der *Vogelberiberi*. Wir sind uns bewußt, daß die Beweiskraft unserer Beobachtung dadurch beeinträchtigt wird, daß in beiden Fällen ein gewisser Hungerzustand als Folge von Verdauungsstörungen nicht zu umgehen ist. Wir möchten diesen Hinweis auch nachholen für die Beurteilung des Resultates unserer Untersuchungen über den Cholesteringehalt der Gewebe bei Beriberi einerseits, bei HCN-Vergiftung andererseits.

Bei der Beurteilung gewisser Unterschiede im histologischen Befund ist zu berücksichtigen, daß bei der einseitigen Ernährung sich qualitative Fehlbeträge in der Nahrung geltend machen können, welche mit den typischen Beriberibefunden direkt nichts zu tun haben.

Ein Unterschied des Avitaminosezustandes gegenüber Blausäurevergiftung besteht ferner darin, daß die Insuffizienz der Atmungskatalysatoren innerhalb des Organismus in einzelnen Organen schärfer, in anderen weniger scharf wirksam sein kann, indem Verschiebungen innerhalb des Körpers möglich sind. Die Atmungshemmung durch Blausäure macht sich dagegen in allen Geweben in gleichem Maße geltend.

Zusammenfassung.

1. Es werden Untersuchungen der Gewebe von beriberikranken und von chronisch mit HCN vergifteten Tauben unternommen in der Absicht, die histologische Auswirkung einer über längere Zeit fortgesetzten Hemmung der Gewebeatmung kennen zu lernen und festzustellen, ob durch diese Art der Hemmung der Gewebeatmung gleiche Strukturveränderungen gesetzt werden, wie bei der Vogelberiberi, welche bekanntlich das Symptom einer herabgesetzten Sauerstoffzehrung der Gewebe aufweist.

2. In Übereinstimmung mit Untersuchungen anderer Forscher finden wir makroskopisch eine Hypertrophie der Nebennieren bei Beriberitauben. Wir fügen die Erfahrung hinzu, daß auch eine — wenn auch weniger stark ausgesprochene — Massenzunahme der Nebennieren infolge chronischer HCN-Einwirkung eintritt.

3. Wir finden bei Blausäuretauben wie bei beriberikranken Tauben eine Verfettung der Körpermuskulatur und eine fleckweise Verfettung der Herzmuskulatur in wechselndem Grad. Bei den Blausäuretauben ist die Verfettung feintröpfiger.

4. Die Flügel- und Beinerven der Blausäuretauben zeigen, wie die der Beriberitauben, Quellung und Fragmentation der Markscheiden, bei den ersten auch einen Ausfall einzelner Fasern in kleinen Herden. Die ebenfalls in beiden Fällen gefundenen Degenerationserscheinungen im Rückenmark bestehen bei Blausäuretauben in Atrophie und vakuolärer Degeneration der Vorderhornzellen, in Quellung und Ausfall der Markscheiden. Die Veränderungen im Rückenmark der Beriberitauben sind ähnlich, aber weniger stark ausgesprochen.

5. Die Veränderungen am Nieren- und Lebergewebe zeigen ebenfalls Übereinstimmung, abgesehen von der Verbreiterung der Glissonischen Scheiden und des Bindegewebes, welche wir nur bei den Blausäuretauben gefunden haben.

6. Es ergibt sich somit, daß wesentliche Veränderungen, welche bei experimenteller Vogelberiberi gefunden werden, in qualitativer Hinsicht auch durch Dauerhemmung der Gewebeatmung vermittelst chronischer Blausäurezufuhr hervorgerufen werden können.