

Über den Cysteingehalt der tierischen Organe.

Von

Vinzenz Arnold.

(Aus der Abteilung für Infektionskrankheiten des allgemeinen Krankenhauses zu Lemberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 7. Dezember 1910.)

Werden in Organextrakten oder Preßsäften tierischer Organe die Eiweißkörper mittelst Na_2SO_4 oder $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ vollständig ausgefällt, so zeigt ein solches Extrakt eine intensive purpurviolette Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium und Ammoniak, die in ihrem Verhalten mit der Nitroprussidreaktion der Organeiweißkörper vollständig übereinstimmt.

Zur Untersuchung wurden die noch lebenswarmen, dem eben getöteten Tier entnommenen Organe benutzt; doch erwiesen sich auch durch einige Tage auf Eis aufbewahrte Organe noch ebenso brauchbar wie ganz frische. Läßt man jedoch Preßsäfte oder wässrige Organauszüge bei Zimmertemperatur stehen, so kann man nach kurzer Zeit die Reaktion nicht mehr nachweisen; werden sie aber vorher aufgeköcht, so behalten sie die Reaktion durch längere Zeit. Dieses Verhalten ist daher auf eine Fermentwirkung zu beziehen. Es ergibt sich daraus die Forderung, die erhaltenen Preßsäfte sogleich zu verarbeiten.

Die Organextrakte wurden in folgender Weise gewonnen: Die in größere Stücke zerschnittenen Organe (Leber, Milz, Thymus) wurden rein gespült, um das Blut aus den Gefäßen möglichst zu entfernen. Durch Schaben mit einem Messer wurde das Organ auf einem Brett in einen Brei verwandelt. Dieser Organbrei wurde mit einer ausreichenden Menge trockenen Natriumsulfats (Natrium sulfuricum siccum) und darauf tropfenweise mit soviel verdünnter 10—20%iger Schwefelsäure ver-

setzt, um eine deutlich saure Reaktion gegen Lackmus zu erzielen. Die ganze Masse wird jetzt gut verrieben und dabei der Brei möglichst stark zerdrückt, um auf diese Weise die Gewebszellen aufzuschließen. Der Organbrei muß während dieser Manipulationen und während des Auspressens durch leichtes Erwärmen auf eine Temperatur von 34—35° gebracht werden, da das Natriumsulfat bei dieser Temperatur den höchsten Grad seiner Löslichkeit und seines eiweißfällenden Vermögens erlangt. Ist das Natriumsulfat in ausreichender Menge dem Brei zugesetzt worden, so verwandelt sich derselbe in eine krümelige Masse, die bei der nun folgenden manuellen Expression eine ziemlich beträchtliche Quantität eines fast klaren und farblosen Extraktes liefert. Durch die Ausfällung der Eiweißkörper der Gewebe mittels Na_2SO_4 erreicht man es, daß die Masse dem stärksten manuellen Druck ausgesetzt werden kann, ohne durch das Linnen gepreßt zu werden. Durch Anwendung einer Presse könnte man natürlich weit mehr Preßsaft gewinnen, als es auch bei Anwendung des stärksten manuellen Druckes möglich war. Die erhaltene etwas trübe Flüssigkeit wird auf 34—37° gebracht und dann noch etwas Natriumsulfat zugesetzt, um sicher zu sein, daß sie mit dem Salz vollständig gesättigt ist; etwas Salz soll ungelöst bleiben. Die Reaktion hat deutlich sauer zu sein; wäre das nicht der Fall, so ist die Lösung noch mit einigen Tropfen verdünnter H_2SO_4 auszusäuern; dann wird filtriert. Das erhaltene Filtrat ist klar und farblos; nur aus Leber erhaltene Extrakte zeigen zuweilen einen Stich ins Gelbe. Ein bedeutender Anteil des Natriumsulfats fällt während des Erkaltens der Lösung aus und man erhält auf diese Weise eine relativ salzarme Lösung. Natriumsulfat ist übrigens auch deshalb dem Ammoniumsulfat vorzuziehen, weil letzteres einige Reaktionen stört, z. B. die Biuretreaktion; auch kann Phosphorwolframsäure nicht zur Anwendung kommen; sonst aber eignet sich zur Ausfällung von Eiweißstoffen Ammoniumsulfat ebensogut wie Natriumsulfat. Es wäre auch daran zu erinnern, daß Ammoniumsalze mit Nitroprussidnatrium und sehr starkem Ammoniak (spez. Gew. 0,875) auch eine purpurrote Farbenreaktion geben. Mit gewöhnlichem Ammoniak erhält

man diese Reaktion jedoch nicht mehr. Sie tritt übrigens nicht sogleich auf und nimmt nur allmählich an Intensität zu; eine Täuschung durch diese Reaktion ist daher auch bei Anwendung von Ammoniumsulfat nicht zu befürchten.

Die auf diese Weise erhaltenen Organextrakte sind eiweiß- und albumosenfrei. Sie geben daher weder mit HNO_3 , noch mit ammoniumsulfatgesättigter Schwefelsäure eine Trübung und geben außerdem auch keine Biuretkreaktion. (Eine Ausnahme bezüglich der Biuretkreaktion bildet nur das Extrakt aus Rindfleisch, auf dessen Verhalten ich noch zurückkommen werde.) Muskelextrakte wurden auch auf diese Weise gewonnen, daß der feinzerhackte Muskel in einem Becherglas durch kurze Zeit in ein siedendes Wasserbad gestellt wurde; durch die Koagulation der Eiweißstoffe wird der Gewebssaft ausgepreßt, welcher sodann vermittelst Na_2SO_4 bei saurer Reaktion enteiweißt wurde; es ist jedoch vorteilhafter, Fleischsaft vermittelst einer Presse zu gewinnen, da das vermittelst Na_2SO_4 daraus erhaltene Filtrat dann vollkommen farblos ist.

Alle diese Organextrakte zeigen eine kräftige purpurviolette Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium und Ammoniak. Die intensivste Reaktion (dunkel purpurviolett) geben jedoch Leberextrakte (Rind, Kaninchen, Puter). Die Intensität dieser Reaktion entspricht einem etwa 3—4fach höheren Gehalt der Leberextrakte an dieser mit Nitroprussidnatrium reagierenden Substanz als in Extrakten anderer Organe. (Es konnte daher der bereits ausgepreßte Leberbrei noch ein zweites Mal mit konzentrierter Natriumsulfatlösung verrieben und ausgepreßt werden, und auch dieses zweite Extrakt zeigte noch eine sehr intensive Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium.) Auch die Milz ist noch etwas gehaltreicher als die anderen Organe. Es geben jedoch alle untersuchten Organextrakte (aus Thymus, Muskel, Herz, Gehirn, Hoden, Nieren, Darm und Krystallinse) eine durchaus kräftige Reaktion. Auch die roten Blutkörperchen verhalten sich in dieser Beziehung nicht anders als die Organzellen.

Der mit Nitroprussidnatrium reagierende Körper ist seinen Reaktionen nach Cystein.

Durch Reduktion aus Haarcystin erhaltenes Cystein zeigt folgendes Verhalten:

1. Es ist nur in saurer Lösung oder in trockenem Zustand beständig; beim Stehen der wässerigen Lösung an der Luft wird es wieder allmählich zu Cystin oxydiert; schneller erfolgt diese Umwandlung in alkalischer Lösung, augenblicklich auf Zusatz eines Oxydationsmittels (Jod, Brom, H_2O_2).

2. Eine Cysteinlösung gibt mit Nitroprussidnatrium und Alkali (Ammoniak oder stark verdünnter Natronlauge) eine purpurviolette Färbung. In bezug auf Empfindlichkeit wird diese Reaktion durch keine der folgenden Farbenreaktionen des Cysteins erreicht.

3. Wird eine Cysteinlösung mit Ammoniak oder Natronlauge schwach alkalisiert, so nimmt die Flüssigkeit eine violette Färbung an. Diese wenig intensive Färbung persistiert durch längere Zeit. Wird eine bereits fast entfärbte Lösung stark geschüttelt, so verstärkt sich die Färbung aufs neue.

4. Fügt man zu einigen Tropfen stark verdünnter Eisenchloridlösung eine neutrale oder schwach saure Cysteinlösung, so färbt sie sich vorübergehend indigoblau.

5. Versetzt man eine Cysteinlösung mit einigen Tropfen stark verdünnter Eisenchloridlösung und hierauf mit Ammoniak, so färbt sich die Flüssigkeit schön violett. Man muß sich jedoch bei Vornahme dieser Reaktion daran erinnern, daß Cystein durch Eisenchlorid unter Auftreten von Indigoblaufärbung oxydiert wird und daß daher diese Reaktion nur dann auftreten kann, wenn nicht alles Cystein zu Cystin oxydiert wurde. Die Reaktion wird also nur dann zum Vorschein kommen können, wenn die zugesetzte Eisenchloridmenge nicht genügte, um alles Cystein zu oxydieren. Es ist daher am vorteilhaftesten, zuerst die Lösung mit NH_3 zu versetzen und dann erst das Eisenchlorid zuzusetzen. 1 ccm der Cysteinlösung wird tropfenweise mit NH_3 versetzt, bis gerade die nach Zusatz von Alkali eintretende Violettfärbung beim Umschütteln nicht mehr verschwindet. Ein Überschuß von NH_3 ist zu vermeiden, da sonst auf Zusatz von $FeCl_3$ Ferrihydroxyd ausgefällt wird. Jetzt fügt man einen Tropfen stark verdünnter Eisenchloridlösung hinzu.

Es bilden sich augenblicklich düsterviolette Wolken und beim Vermischen färbt sich die ganze Flüssigkeit violett. Die Färbung wird bei stärkerem Schütteln noch intensiver. Ist die Färbung verblaßt, so färbt sich die Lösung beim Schütteln aufs neue violett. Dies kann man einigemal wiederholen, doch ist die Intensität der Färbung immer schwächer.

5. Mit wenig stark verdünnter Kupfersulfatlösung gibt Cystein nach Suter eine vorübergehende Violettfärbung, danach einen grauen Niederschlag. Wird die Lösung mit verdünnter H_2SO_4 angesäuert, so löst sich dieser Niederschlag.

6. Kocht man Cystein mit Alkalilauge, so zersetzt es sich und liefert wie Cystin Schwefelalkali, welches mit Bleiacetat nachgewiesen werden kann.

7. Eine Cysteinlösung reduziert nach Heffter schon bei gewöhnlicher Temperatur feinverteilten Schwefel zu SH_2 .

Zu diesen Cysteinreaktionen kommen noch zwei weitere, von mir beobachtete Reaktionen, von denen besonders die erste als die nächst der Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium empfindlichste Cysteinreaktion zum Nachweis dieser Aminosäure in den Organextrakten Anwendung fand.

Diese Reaktion beruht darauf, daß eine angesäuerte Lösung der Cystein-Kupferverbindung auf Zusatz einer 4—5%igen Nitroprussidnatriumlösung einen voluminösen, flockigen, rostbraun gefärbten Niederschlag fallen läßt.

Da aber eine angesäuerte $CuSO_4$ -Lösung mit Nitroprussidnatrium einen hellgrünen, feinverteilten Niederschlag liefert, so ist bei Vornahme dieser Reaktion ein Überschuß an Kupfersulfatlösung tunlichst zu vermeiden, da durch denselben die Deutlichkeit und Reinheit dieser Reaktion stark beeinträchtigt wird. Man erhält dann statt des charakteristischen rostbraunen, flockigen Niederschlags einen hellbraunen oder braungrünen oder nur schmutziggrünen Niederschlag, je nach der Menge des überschüssigen Kupfersalzes. Das richtige Verhältnis findet man übrigens mit Leichtigkeit.

Die Reaktion ist in folgender Weise vorzunehmen: Eine nach 5. behandelte Probe wird mit verdünnter H_2SO_4 angesäuert und darauf mit einem Tropfen einer 4%igen Nitro-

prussidnatriumlösung versetzt. Es fällt sogleich ein flockiger, rostbraun gefärbter Niederschlag. Keine andere Aminosäure gibt diese Reaktion. (Untersucht wurden Glykokoll, Alanin, Phenylalanin, Tyrosin, Leucin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Cystin, Taurin, Histidin und Tryptophan.)

Die zweite Reaktion beruht darauf, daß eine Lösung der Cystin-Kupferverbindung auf Zusatz verdünnter Natronlauge eine düster-violette Färbung annimmt. Ein wenig stark verdünnte Kupfersulfatlösung wird mit der Cysteinlösung versetzt, worauf die schon erwähnte flüchtige violette Färbung auftritt. Wird die Probe jetzt unter Umschütteln tropfenweise mit verdünnter Natronlauge versetzt, so nimmt sie eine düster-violette (bei Anwendung einer stärkeren Cysteinlösung ins Schwarzviolette spielende) Färbung an. Diese Färbung persistiert stundenlang.

Ein nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestelltes Leberextrakt verhält sich in bezug auf diese Reaktionen in folgender Weise:

1. Es gibt eine äußerst intensive dunkelpurpurviolette Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium und Ammoniak. Zu diesem Zweck werden 1—2 ccm des Filtrats mit 2—4 Tropfen einer 4%igen Nitroprussidnatriumlösung und darauf mit 1 bis 2 Tropfen Ammoniak versetzt. Die Färbung verblaßt allmählich innerhalb einer Viertelstunde.

2. Versetzt man eine Probe tropfenweise mit Ammoniak oder Natronlauge (unter Vermeidung eines Überschusses von Alkali), so nimmt sie unter gleichzeitiger Trübung eine deutliche, jedoch wenig intensive violette Färbung an, die beim Schütteln noch etwas nachdunkelt. Die Färbung persistiert — wie die entsprechende Färbung einer Cysteinlösung — durch längere Zeit.

3. Fügt man etwas von diesem Leberextrakt zu einer geringen Menge stark verdünnter Kupfersulfatlösung, so tritt eine flüchtige Violettfärbung ein, die in eine rauchgraue, meist flockige Trübung der Lösung übergeht. Das Extrakt soll bei Vornahme dieser Reaktion deutlich sauer reagieren, da die Reaktion dann am deutlichsten ausfällt. Dasselbe gilt übrigens auch für das Cystein.

4. Wird die sub 3 erhaltene Probe jetzt mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure angesäuert und die klargewordene und farblose Lösung darauf mit einem Tropfen einer 4%igen Nitroprussidnatriumlösung versetzt, so fällt sogleich ein voluminöser, flockiger, rostbrauner Niederschlag aus. Ein Überschuß an CuSO_4 ist — wie bereits erwähnt wurde — zu vermeiden.

5. Wird die sub 3 erhaltene Probe tropfenweise mit verdünnter Natronlauge versetzt, so erhält man eine düster-violette, lange Zeit persistierende Färbung.

6. Ein alkalisiertes Extrakt zeigt nach 24 Stunden die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium nicht mehr: zugleich verhält sich ein solches Extrakt auch bezüglich aller hier angeführten Farbenreaktionen vollständig negativ. Wird ein alkalisiertes Extrakt mit einem Tropfen einer H_2O_2 -Lösung versetzt, so verliert es alle diese Reaktionen augenblicklich. In gleichem Sinne wirkt auch Jod und Brom. Ein sauer reagierendes, mit Natriumsulfat gesättigtes Extrakt zeigt die Reaktion mit Nitroprussidnatrium durch längere Zeit in fast unverändertem Grade: bei längerer Aufbewahrung wird die Reaktion aber allmählich schwächer und ist schließlich nach einigen Wochen nicht mehr nachweisbar.

7. Ein solches Extrakt, welches nach längerem Stehen die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium nicht mehr zeigt, erhält diese Eigenschaft zurück, wenn man es vermittelst Zinn und Salzsäure reduziert. Es verhält sich also in dieser Hinsicht wie eine Cystinlösung.

8. Ein Leberextrakt wurde verdünnt und neutralisiert und reduzierte dann bei gewöhnlicher Temperatur fein verteilten Schwefel zu Schwefelwasserstoff.

9. Mit verdünnter Eisenchloridlösung zeigt Leberextrakt die Indigoblaufärbung nicht; dies hängt davon ab, daß das Eisenchlorid durch andere in der Lösung enthaltene Substanzen gebunden wird (es tritt auf Zusatz von Eisenchlorid Trübung resp. flockige Fällung auf), und daß auf diese Weise die oxydierende Einwirkung des Eisensalzes auf das Cystein, wenn auch nicht aufgehoben, so jedenfalls verzögert wird. Man kann

daher auch unmittelbar nach Zufügung des Eisenchlorids die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium noch in demselben Grade wie vorher erhalten, während eine Cysteinlösung, die mit Eisenchlorid unter Auftreten der Indigoblaufärbung reagiert hat, diese Farbenreaktion nicht mehr zeigt. (Läßt man die mit Eisenchlorid versetzte Probe durch einige Stunden stehen, so ist die Reaktion mit Nitroprussidnatrium nicht mehr nachweisbar.)

Versetzt man daher eine Probe des Extraktes nach Zufügung eines Tropfens verdünnter Eisenchloridlösung mit 1 bis 2 Tropfen Ammoniak, so tritt eine düsterviolette, beim Umschütteln der ganzen Flüssigkeit sich mitteilende Färbung auf, die durch einige Zeit persistiert und allmählich verblaßt.

Wurde Cystein einem Leberextrakt, welches die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium nicht mehr zeigte, zugesetzt, so verhielt es sich bezüglich der eben beschriebenen Reaktion mit Eisenchlorid und Ammoniak (sowie bezüglich aller anderen hier beschriebenen Reaktionen) in vollkommen identischer Weise. Die flüchtige Indigoblaufärbung trat auch nicht auf.

In deutlicher Weise zeigen diese Reaktion nur Leberextrakte: sie wurde jedoch auch mit allen anderen von mir untersuchten Organextrakten erhalten, wenn dieselben vorher mit Phosphorwolframsäure ausgefällt wurden. (Cystein wird zwar von Phosphorwolframsäure gefällt, die Fällung ist jedoch sehr unvollständig.) Zu diesem Zweck wird das sauer reagierende Extrakt mit dem gleichen Volumen einer 10%igen Phosphorwolframsäure versetzt; es entsteht eine massige, flockige Fällung, von der abfiltriert wurde. 1 ccm des Filtrats wurde mit einem Tropfen verdünnter Eisenchloridlösung und darauf unter Umschütteln tropfenweise mit verdünntem Ammoniak versetzt. Es entsteht eine schönviolette Färbung, die mit jedem weiteren NH_3 -Tropfen bis zu einem gewissen Maximum, welches einer noch schwach sauren Reaktion der Flüssigkeit entspricht, zunimmt. Der geringste Überschuß an Ammoniak, durch welchen die Reaktion deutlich, wenn auch schwach alkalisch wird, läßt die Reaktion verschwinden; die Probe wird dabei durch sich ausscheidendes Ferrihydroxyd gelblich getrübt. Die violette Färbung wird durch Schütteln noch etwas verstärkt. Wird

Cystein einem Leberextrakt zugesetzt, welches die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium nicht mehr zeigt, so verhält es sich in ganz gleicher Weise.

Alle diese Reaktionen entsprechen hinsichtlich ihrer Deutlichkeit der Intensität der Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium. Als die empfindlichste dieser Reaktionen ist unzweifelhaft die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium anzusehen. Ihr am nächsten kommt die von mir angegebene Fällungsreaktion der Cystein-Kupferverbindung mittels Nitroprussidnatrium. Dann kommt die Farbenreaktion mit Eisenchlorid und Ammoniak. Weniger empfindlich sind die beiden Kupfersulfatreaktionen.

Mit allen hinsichtlich dieser Farbenreaktionen untersuchten Organextrakten (Milz, Thymus, Muskel) wurde eine schöne und intensive Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium erhalten. Positiv war auch die Fällungsreaktion der Cystein-Kupferverbindung mittels Nitroprussidnatrium und die Farbenreaktion mit Eisenchlorid und Ammoniak. Vorübergehende Violettfärbung mit CuSO_4 zeigten auch Milz- und Thymusextrakte, während Muskelextrakte diese Reaktion nicht mehr zeigten. Die Violettfärbung auf Zusatz von NH_3 zeigten in deutlicher Weise nur Leberextrakte.

Diese Beobachtungen berechtigen jedenfalls zu der Annahme, daß das Cystein jener Körper ist, welcher in allen Organextrakten durch die Nitroprussidreaktion nachgewiesen wird.

Durchaus verschieden von dieser Nitroprussidreaktion ist die von mir beschriebene Farbenreaktion des Harns mit Nitroprussidnatrium (nach Genuß von Fleisch oder Beeftea).¹⁾ Dies geht schon daraus hervor, daß das flüchtige Violet der Harnreaktion auf Zusatz von Essigsäure in ein tiefes und rasch verblassendes Blau umschlägt, während die relativ beständige purpurviolette Färbung der hier vorliegenden Reaktion auf Zusatz von Essigsäure sogleich und ohne irgend einen Farbumschlag verschwindet. Die von Th. Hořobut²⁾ beschriebene Farbenreaktion des Beeftea mit Nitroprussidnatrium ist natürlich mit

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. XLIX.

²⁾ Diese Zeitschrift, Bd. LVI.

der hier vorliegenden Reaktion identisch und auf Cystein zu beziehen.

Ich habe schon vorhin erwähnt, daß die entweißten Organextrakte eine Biuretreaktion nicht geben. Eine Ausnahme bilden nur Extrakte aus Rindfleisch, während Extrakte aus ganz frischen Kaninchenmuskeln sich bezüglich dieser Reaktion negativ verhielten. Ich muß es daher dahingestellt sein lassen, ob dieser Biuretkörper auch in Extrakten aus ganz frischem Rindfleisch vorkommt; in Extrakten der Leber, die ebenso lange und in derselben Weise aufbewahrt worden war, war er jedenfalls nicht nachweisbar. Diese Biuretreaktion verhält sich jedoch etwas anders als die Biuretreaktion der Albumosen und Peptone. Wird nämlich zu der mit Natronlauge vermischten Probe etwas verdünnte Kupfersulfatlösung zugesetzt, so löst sich das Kupferoxydhydrat in der obersten Schicht derselben mit tiefblauer Farbe auf, eine Biuretreaktion ist jedoch nicht sichtbar: erst nach längerem Zuwarten (25—30 Minuten) erscheint unter der Begrenzungsschicht eine schwache Rosafärbung, die allmählich an Intensität zunimmt, so daß erst nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden das Maximum der Reaktion erlangt wird. Die prächtige Rosafärbung dieser Reaktion ist ziemlich intensiv. Der diese Reaktion verursachende Körper wird übrigens durch Phosphorwolframsäure in stark saurer Lösung nicht gefällt und geht in das Filtrat über.

Alle untersuchten Extrakte geben eine deutliche, wenn auch relativ schwache Xanthoproteinreaktion schon in der Kälte, deutlicher nach dem Erhitzen, besonders auf Zusatz von Ammoniak. Bei vorsichtigem Erwärmen mit Millonscher Lösung erhält man eine sehr schwache Rosafärbung und mit Vanillin und Schwefelsäure eine ebenso schwache Rotfärbung. Das aus dem oberen Teil des Darmes eines gerade verdauenden Kaninchens gewonnene Extrakt fiel durch die größere Deutlichkeit dieser beiden Reaktionen auf, die jedoch auch mit diesen Extrakten nur sehr schwach ausfielen. Aromatische Aminosäuren (Tyrosin, Tryptophan) könnten in diesen Organextrakten also jedenfalls nur in Spuren vorhanden sein.

Mit Phosphorwolframsäure geben alle Extrakte eine massige,

flockige Fällung. Das Filtrat zeigt keine sichtbare Abnahme der Intensität der Nitroprussidreaktion. Der ausgewaschene Phosphorwolframsäureniederschlag gibt mit Nitroprussidnatrium in der Regel keine Farbenreaktion: nur zuweilen sieht man eine ganz schwache Reaktion auftreten, die vielleicht auf mitausgefälltes Cystein zu beziehen ist. Da die Phosphorwolframsäure die Farbenreaktion mit Nitroprussidnatrium nicht beeinträchtigt, so wäre daraus zu schließen, daß die durch Phosphorwolframsäure ausfällbaren Substanzen sich an der Nitroprussidreaktion der Extrakte nicht beteiligen. Löst man den ausgewaschenen Phosphorwolframsäureniederschlag in Natronlauge und versetzt die Lösung mit verdünnter CuSO_4 -Lösung, so löst sich das Kupferoxydhydrat mit tiefblauer Farbe. Erst nach vollständiger Ausfällung dieses flockigen Niederschlages erscheint auf weiteren Zusatz von H_2SO_4 und Phosphorwolframsäure ein feinpulveriger, weißer Niederschlag, der auf das Cystein zu beziehen ist.

Mit Kaliumquecksilberjodidlösung geben die mit Ammonium- oder Natriumsulfat gesättigten Organextrakte starke Trübung oder flockigen Niederschlag. Wird die ammoniumsulfatgesättigte Lösung mit Wasser verdünnt, so trübt sie sich mit dem Reagens nicht mehr, wohl aber tritt nach Zusatz von Ammoniumsulfat in Substanz eine starke ringförmige Trübung oder Fällung über der Salzschrift auf. (Das Gemenge der peptischen Abbauprodukte von Eiereiweiß oder Stromaeiweiß zeigt nach Ausfällung der Albumosen vermittelt Ammoniumsulfat das gleiche Verhalten.) Cystein wird durch eine Kaliumquecksilberjodidlösung nicht gefällt.

Das reichliche Vorkommen von Cystein in der Leber, die in dieser Hinsicht alle anderen Organe weit übertrifft, erklärt sich nicht nur durch den intensiven und vielseitigen Stoffwechsel dieses Organs, sondern auch durch den Umstand, daß das Cystein als die Muttersubstanz des Taurins der Taurocholsäure anzusehen ist.

Der höhere Gehalt an Cystein in den Organen der warmblütigen Wirbeltiere im Vergleich mit den Kaltblütern und anderen Tierklassen (Insekten) läßt sich auf den lebhafteren

Stoffwechsel der ersteren zurückführen. Eine Bestätigung dieser Ansicht liegt in dem Umstand, daß Extrakte aus Organen eines Winterfrosches eine nur schwache Reaktion mit Nitroprussidnatrium zeigten. Es ergibt sich daraus ein gewisser Parallelismus mit dem Verhalten der Fermente, denn die Organe eines winterschlafenden Tieres zeigten nach H. M. Vernon entsprechend der starken Reduktion des Stoffwechsels auch eine bedeutende Verringerung ihres Fermentgehaltes (Erepsin und Protease).

Als konstanter und wesentlicher Bestandteil einer jeden funktionstüchtigen tierischen Zelle ist das Cystein als primärer Zellbestandteil im Sinne Kossels anzusehen. Daß diese Substanz auch in klinischer Hinsicht — nicht bloß im Hinblick auf die Cystinurie — Bedeutung besitzen muß, dürfte einem Zweifel nicht unterliegen. Die Untersuchung ließe sich am Lebenden an den roten Blutzellen durchführen.