

Über den Nachweis von Hämatin im menschlichen Blutserum.

Von
O. Schumm.

Mit einer Abbildung im Text und einer Tafel in Lichtdruck.

(Aus dem chemischen Laboratorium des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg-Eppendorf.)

(Der Redaktion zugegangen am 16. Juli 1913.)

Die kürzlich mitgeteilte erste Beobachtung von Hämatinämie beim Menschen¹⁾ hat mich zu weiteren Untersuchungen über das Vorkommen und den Nachweis von Hämatin im Blutserum veranlaßt. Dabei habe ich gemeinsam mit C. Hegler²⁾ gefunden, daß Hämatin in wechselnder Menge bei verschiedenartigen pathologischen Zuständen im Serum auftreten kann, unter Umständen als färbender Hauptbestandteil, häufiger vergesellschaftet mit beträchtlichen Mengen von Methämoglobin, Oxyhämoglobin Bilirubin, vielleicht auch Kathämoglobin. Im Blutserum gesunder Menschen habe ich Hämatin bislang nicht gefunden.³⁾ Hämatinreiches Serum, das andere Farbstoffe nur in geringer Menge enthält, hat eine mehr oder weniger stark braungelbe Farbe. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Hämatin, Methämoglobin und Oxyhämoglobin zeigte das Serum Farbtöne, in denen je nach dem Mengenverhältnis der genannten Farbstoffe entweder Gelb, Braun oder Rot vorherrscht. Stark beeinflußt wird die Farbe des Blutserums auch durch die Anwesenheit von Bilirubin, das schon in mäßiger Menge sattgelbe Färbung des Serums bewirkt. Demnach läßt sich aus der Farbe des Serums kein sicherer Schluß auf die Art der färbenden Bestandteile ziehen.

Die Erkennung des Hämatins im Blutserum gründet sich auf das absorptive Verhalten des Hämatins selbst und seines Reduktionsproduktes, des Hämochromogens. Sie erfolgt daher

¹⁾ O. Schumm, Hämatinämie bei toxischem Blutkörperchenzerfall. Diese Zeitschrift, Bd. 80, H. 1, S. 1.

²⁾ Vortrag in der Sitzung der Biologischen Abteilung des ärztlichen Vereins zu Hamburg am 29. XII. 12.

³⁾ Daß auch im normalen Blutserum geringste Spuren von Hämatin auftreten können, ist nicht ausgeschlossen. Jedenfalls kann es sich aber nur um so kleine Mengen handeln, daß die später zu erörternde Probe bei der Untersuchung des Serums in 4 cm Schichtdicke negativ ausfällt.

im wesentlichen durch spektroskopische Untersuchung des Blutserums vor und nach Behandlung mit Schwefelammonium.

Die Angaben verschiedener Autoren über die Absorptionserscheinungen des Hämatins zeigen Abweichungen, die sich wohl hauptsächlich durch die verschiedene Herstellungsart des Hämatins und die Anwesenheit von Zwischenprodukten in der geprüften Hämatinlösung erklären. Oft hat man zum Studium des Absorptionsspektrums von Hämatin Lösungen benutzt, die durch Behandeln von Blut oder Oxyhämoglobinlösung mit Kalilauge in der Hitze oder bei gewöhnlicher Temperatur hergestellt waren. Die Absorptionserscheinungen solcher Lösungen kann man nicht auf das Hämatin allein beziehen, da außer ihm gewöhnlich noch Zwischenprodukte vorhanden sind. Man berücksichtigt daher meistens nur den Orangestreifen, der als charakteristisch gilt, wenngleich seine Lage bei den auf verschiedene Weise hergestellten Präparaten Abweichungen aufweist. Für das nach der Vorschrift von Hoppe-Seyler-Thierfelder durch Spaltung von Oxyhämoglobin mit Eisessig hergestellte Hämatin fand ich folgende Werte:¹⁾

A. Lösung in Kalilauge.

I. Präparat: Breiter verwaschener Orangestreifen, dessen Mitte zu ungefähr $\mu\mu$ **613** bestimmt werden kann.

II. Präparat: Mitte des breiten Orangestreifens ca. **607**.

B. Lösung in Salmiakgeist.

I. Präparat: Breiter verwaschener Orangestreifen, Mitte ca. $\mu\mu$ **610**.

II. Präparat: Mitte des breiten Orangestreifens ca. **615**.

Ein anderes Präparat wurde hergestellt, indem frisches Blut mit der 10fachen Menge 8%iger Kalilauge aufgeköcht, abgekühlt, mit Eisessig im starken Überschuß versetzt und danach mit Äther ausgeschüttelt wurde. Die ätherische Lösung wurde 3mal mit gleichviel Wasser gewaschen und danach mit überschüssiger Kalilauge ausgeschüttelt. Die filtrierte alkalische

¹⁾ Bei einer früheren Untersuchung fand ich für ein in derselben Weise hergestelltes und in Kalilauge gelöstes Hämatin für den Orangestreifen im Prismenspektrum $\mu\mu$ **612**.

Hämatinlösung gab einen unsymmetrischen Streifen im Orange, dessen dunkelste Stelle gelbwärts von der Mitte des Streifens lag und zu ca. **606** bestimmt wurde. Einige dieser alkalischen Lösungen gaben noch einen unscharf begrenzten Streifen im Gelb ungefähr in der Gegend von μ 571.

Zusatz von Schwefelammonium zu den alkalischen «Hämatinlösungen» bewirkte das Auftreten des Hämochromogenspektrums, das aber (trotz genügendem Zusatz von Schwefelammonium, Abschluß der Luft und sofortiger Untersuchung) bei den einzelnen Lösungen Abweichungen zeigte; ¹⁾ zum Beispiel lag der erste scharf bestimmbare Hämochromogenstreifen bei der Lösung des einen Präparates in Kalilauge auf μ 559, bei der Lösung in Salmiakgeist auf $556\frac{1}{2}$; der zweite Streifen auf ca. 529 bzw. 527. Auch zeigte sich ein dem Hämochromogen nicht zugehöriger schwacher Streifen im Gelb, etwa am Orte des ersten Oxyhämoglobinstreifens.

Ich prüfte ferner ein Hämatin, das aus frisch hergestelltem Hämin durch Spaltung mit Kalilauge gewonnen war. Die sogleich nach der Herstellung untersuchte alkalische Lösung gab einen starken, symmetrischen, gut abgegrenzten Orangestreifen, dessen Mitte ich zu μ **618** bestimmte; ferner einen höchst schwachen Streifen, dessen Ort nur ungefähr zu μ 575 angegeben werden kann, und einen schwachen, nach Blau kaum abgegrenzten Schatten im Grün, dessen Mitte ich zu ungefähr μ 532 bestimmen konnte. Die grünlich-braune Lösung färbte sich nach Zusatz von Hydrazinhydrat schön rot und gab ein intensives, reines Hämochromogenspektrum (I. Streifen auf μ 555, II. Streifen ca. 525).

Der Orangestreifen einer (aus Blut und Natronlauge hergestellten) alkalischen Hämatinlösung ist von Rost, Franz und Heise²⁾ auf spektrophotographischem Wege richtig dargestellt worden. Seine genaue Ortsbestimmung ist auch auf spektrogrammetrischem Wege schwierig, da ein Absorptionsmaximum nicht immer genügend scharf hervortritt. Trotzdem läßt sich der Orangestreifen des Hämatins von dem Rotstreifen des neutralen Methämoglobins sehr wohl unterscheiden, wenig-

¹⁾ Vgl. auch: W. J. Dilling, Atlas der Hämochromogene, 1910, Stuttgart, bei F. Enke.

²⁾ Rost, Franz und Heise, Beiträge zur Photographie der Blut-spektren unter Berücksichtigung der Toxikologie der Ameisensäure. Berlin, Verlag von Julius Springer 1909, Tafel VII, Fig. A 3.

stens habe ich den Streifen der Hämatinlösung stets weiter nach Gelb hin gefunden als den Rotstreifen des Methämoglobins.

Kürzlich bot sich mir die seltene Gelegenheit, in einem ganz frischen Harn¹⁾ ein ungewöhnlich reichliches braunschwarzes Sediment aufzufinden, das sich durch Waschen mit Wasser leicht reinigen ließ und seinem ganzen Verhalten nach als reines oder nahezu reines Hämatin angesehen werden darf. Es löste sich weder in reinem noch in sodahaltigem Wasser, dagegen leicht in Wasser, dem eine sehr kleine Menge Kalilauge zugesetzt worden war. Getrocknet bildete es ein braunschwarzes Pulver, das sich in n_{10} -Kalilauge leicht auflöste. Die Lösung hatte dieselbe Farbe wie alkalische Lösungen von reinem künstlich hergestelltem Hämatin und zeigte bei der Prüfung im Gitterspektrometer nur einen deutlichen Absorptionsstreifen und zwar im Orange auf ungefähr $\mu\mu$ 613 (Fig. 1 Spektrum a). Das Grün war ziemlich stark, Blau und Violett schon bei 1 cm Schichtdicke sehr stark verdunkelt,

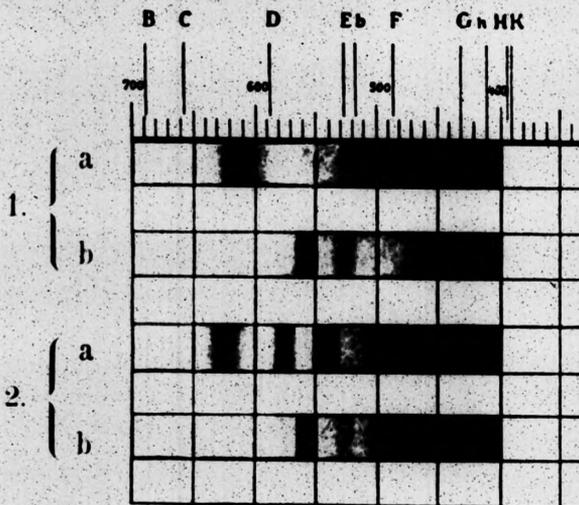


Fig. 1.

1. a = Hämatin aus Harn in schwach KOH-haltigem Wasser.
 1. b = Dieselbe Lösung nach Behandlung mit Schwefelammonium.
 (Reines Hämochromogenspektrum.)
 2. a = Menschliches Blutserum mit beträchtlichem Gehalt an Hämatin und Oxyhämoglobin.
 2. b = Dasselbe Serum nach Behandlung mit Schwefelammonium.
 (Hämochromogenspektrum mit schwachem Hämoglobin-Schatten, der die Deutlichkeit des ersteren kaum beeinträchtigt.)

¹⁾ Harn eines durch den *Bacillus emphysematosus* hervorgerufenen Falles von Bakteriämie, den Herr Dr. C. Hegler beobachtet hat.

bei 2 cm vollständig ausgelöscht. Wurde die Lösung mit Äther überschichtet und mit gesättigtem Schwefelammonium gemischt, so zeigte sich alsbald das reine Absorptionsspektrum des Hämochromogens in alkalischer Lösung (Fig. 1 Spektrum b). Die sogleich vorgenommene Ortsbestimmung ergab μ 559 für den ersten und ca. μ 528 für den zweiten, schwächeren Streifen.

V. Arnold¹⁾ hat unter der Bezeichnung «neutrales Hämatin» eine Substanz beschrieben, die sich anscheinend durch einfaches Alkalisieren ihrer neutralen Lösung in das «gewöhnliche» Hämatin überführen läßt, wenigstens liefert nach V. Arnold eine derartige alkalisierte Lösung bei Zusatz von gelbem Schwefelammonium das Spektrum des Hämochromogens. Nach Arnold wäre dessen «neutrales Hämatin», weil es aus dem Hämoglobin durch ganz verschiedenartige denaturierende Einwirkungen entsteht, als «denaturiertes Hämoglobin» zu bezeichnen.²⁾

In einem sogenannten Teerstuhl³⁾ habe ich kürzlich ein Abbauprodukt des Blutfarbstoffs gefunden, das dem echten Hämatin anscheinend nahesteht, sich aber doch in mehrfacher Hinsicht noch wesentlich von ihm unterscheidet und vielleicht der Gruppe der sogenannten Kathämoglobine zuzusprechen wäre. Die braunschwarze Faecesmasse wurde mit der 10fachen Menge Wasser verrieben und filtriert. Das Filtrat glich in seinem Farbton fast vollständig einer alkalischen, wässrigen Hämatinlösung, es reagierte nahezu neutral (Kongopapier und empfindliches rotes Lackmuspapier wurden nicht verändert, blaues Lackmuspapier kaum merklich gerötet). Sein Absorptionsspektrum zeigte einen ziemlich starken verwaschenen Absorptionsstreifen im Rot auf ungefähr μ 627 und einen äußerst schwachen Streifen auf μ 577. (Eine Beimengung von echtem

¹⁾ Arnold, Ein Beitrag zur Spektroskopie des Blutes. Diese Zeitschrift, Bd. 29, H. 1, S. 78.

²⁾ Ich verdanke diese Angabe einer freundlichen brieflichen Mitteilung des Herrn Dr. V. Arnold.

³⁾ Der Stuhl, den mir Herr Dr. C. Hegler freundlichst zur Verfügung stellte, stammte von einem an Ulcus ventriculi leidenden Kranken und war eine Woche nach der Blutung entleert worden.

Methämoglobin ließ sich nicht feststellen.) Bei Zusatz von Schwefelammonium entstand kein deutliches Hämochromogenspektrum. Wurde der wässrige Faecesauszug mit gleichviel ⁿ 10-Kalilauge versetzt, so lieferte er ein Absorptionsspektrum, welches dem des oben erwähnten Harnhämatins entsprach, d. h. der Rotstreifen lag jetzt auf ca. μ 613. Auch gab die Lösung jetzt bei Zusatz von Schwefelammonium ein intensives Hämochromogenspektrum. Wurde der wässrige Faecesauszug mit sehr wenig Essigsäure versetzt, so fiel der Farbstoff als brauner feinflockiger Niederschlag aus; das Filtrat war strohgelb und zeigte im Spektrum nur den bekannten scharfen Absorptionsstreifen des Urobilins.

Das von mir im Blutserum gefundene Abbauprodukt des Blutfarbstoffs unterscheidet sich von dem denaturierten Hämoglobin Arnolds nicht nur in seiner Farbe, sondern auch in seinem absorptiven Verhalten. Es weist die beiden Kennzeichen auf, die für den Nachweis des in serösen Flüssigkeiten gelösten Hämatins in erster Linie in Betracht kommen: den verwaschenen Absorptionsstreifen im Orange, der weiter nach Gelb hin liegt als der Rotstreifen des Methämoglobins und im Gegensatz zu letzterem durch Zusatz von Soda und Schütteln mit Luft nicht verschwindet oder abgeschwächt wird; ferner die Eigenschaft, lediglich durch Zusatz von Schwefelammonium glatt in Hämochromogen übergeführt zu werden. Dabei ist freilich zu berücksichtigen, daß möglicherweise mehrere Stoffe vorkommen, die in ihrem Löslichkeitsverhältnis und ihrem spektroskopischen Verhalten den Charakter des Hämatins aufweisen, sich aber vielleicht durch ihren Eisengehalt unterscheiden.¹⁾ Eine nähere Charakterisierung der Substanz erscheint vorderhand kaum möglich, da sie sich aus dem Serum noch nicht isolieren läßt.

Da eine alkalische Hämatinlösung im Vergleich mit einer gleich starken Hämochromogenlösung eine

¹⁾ Vergl. auch R. von Zeynek, Zur Frage des einheitlichen Hämatins, Diese Zeitschrift, Bd. 49. S. 475.

viel schwächere Absorptionserscheinung gibt, so lassen sich sehr geringe Mengen von Hämatin im Serum durch die spektroskopische Beobachtung nicht ohne weiteres wahrnehmen, sondern erst nach Umwandlung des Hématins in Hämochromogen. Auf diesem Wege gelingt der Nachweis des Hématins auch bei gleichzeitiger Anwesenheit von Oxyhämoglobin, denn der hierbei entstehende Absorptionsstreifen des reduzierten (sauerstofffreien) Hämoglobins ist so verwaschen, daß sich der schmale, scharfe erste Hämochromogenstreifen im Grün deutlich von ihm abhebt (vgl. Fig. 2, a und b). In solchen Fällen sieht man unter Umständen bald nach Zusatz von Schwefelammonium schon den ersten Streifen des Hämochromogens, ehe noch der erste Streifen des Oxyhämoglobins verschwunden ist, sodaß in dieser Phase zwei schmale, nur durch einen kleinen Zwischenraum getrennte Absorptionsstreifen vorhanden sind. — Ein starker Überschuß an Hämoglobin kann den Hämochromogennachweis natürlich erschweren oder unmöglich machen. Deshalb ist der negative Ausfall dieser Probe oberhalb eines gewissen Oxyhämoglobingehaltes nicht beweisend. — Da sich ein sehr hoher Hämatingehalt schon durch den Orangestreifen bemerkbar macht, ist in diesem Falle ein reichlicher Oxyhämoglobingehalt weniger störend.

Das zu prüfende Blut wird am besten gleich in einem Zentrifugenglas aufgefangen. Nach dem Zentrifugieren gießt man das Serum klar ab und filtriert es nötigenfalls. Die spektroskopische Beobachtung erfolgt zunächst in möglichst großer, ca. 4 cm betragender Schichtdicke, damit ein etwa vorhandener schwacher Absorptionsstreifen im Rot oder Orange wahrnehmbar wird. Danach beobachtet man das Serum auch in allmählich verminderter Schichtdicke und bestimmt in bekannter Weise¹⁾ möglichst genau den Ort aller etwa vorhandenen Absorptionsstreifen. Einen Teil des Serums überschichtet man in einem geeigneten Absorptionsgefäß mit etwas Äther, setzt etwa $\frac{1}{10}$

¹⁾ vgl. z. B. O. Schumm, Klinische Spektroskopie, Jena bei G. Fischer, ferner O. Schumm, Die messende Spektroskopie usw., Biochem. Zeitschr., 1912, Bd. 42, S. 304.

Volumen (bei hohem Oxyhämoglobingehalt bis $\frac{1}{5}$ Volumen) gesättigtes und auf seine Wirksamkeit geprüftes Schwefelammonium hinzu, mischt durch mehrmaliges sanftes Umrühren und beobachtet die Flüssigkeit spektroskopisch in geeigneter Schichtdicke. Die Umwandlung des Hämatins in Hämochromogen erfolgt ziemlich schnell; sie dürfte wohl ausnahmslos innerhalb einiger Minuten beendet sein.

Um diese Untersuchung der Sera zuverlässig auszuführen und vergleichbare Befunde zu erhalten, gebraucht man am besten einen Standapparat, d. h. einen fest aufgestellten, mit verschiebbarem Kondensator versehenen Spektralapparat, der eine Einrichtung zur Ortsbestimmung der Absorptionsstreifen besitzt. Ich benutze deshalb eins der von mir beschriebenen Gitterspektroskope (bzw. Gitterspektrometer¹⁾) und als Lichtquelle in allen Fällen eine Nernstlampe mit freiliegendem Glühstift. Zwecks Wahrnehmung schwacher Absorptionsstreifen muß die Lichtstärke durch Verschieben des Kondensators der verschiedenen Durchsichtigkeit der Sera entsprechend abgestuft werden. Man beobachtet zunächst bei einer Spaltweite von ca. 0,03—0,06 mm und sucht die nötige Helligkeit in erster Linie durch intensive Beleuchtung des Spaltes zu erzielen, erst in zweiter Linie durch etwas weiteres Öffnen des Spaltes. Stark opalisierend getrübe Sera, wie sie z. B. das Malaria-blut häufig liefert, lassen sich bisweilen nur in einer Schichtdicke von 1—2 cm untersuchen. Als Absorptionsgefäße verwendet man nur solche, bei denen die vom Lichte durchstrahlten Glaswände eben und einander parallel sind; z. B. die bekannten Glaskästen (mit den Innenmaßen 5×20 mm, $7\frac{1}{2} \times 20$ mm, 10×20 mm, 10×30 mm, 10×40 mm usw.).

Die Menge des vorhandenen Hämatins läßt sich bislang nur annäherungsweise feststellen. Ich bestimme entweder diejenige Schichtdicke, bei der das mit Schwefelammonium versetzte Serum den ersten Absorptionsstreifen des

¹⁾ O. Schumm, Ein neues Gitterspektroskop und ein Gitterspektrograph mit variabler Dispersion zu Untersuchungen über Absorptionsspektren. Diese Zeitschrift, Bd. 66, S. 287, 1910. — Ferner: «Spektrographische Methoden» in E. Abderhaldens Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden. Bd. VI. S. 393, 1912.

587,6 501,6 447,2 388,9



I. a bis d = Menschliches Blutserum mit reichlichem Gehalt an Hämatin und mäßig starkem Gehalt an Oxyhämoglobin, in verschiedener Schichtdicke.

e = Dasselbe Serum nach Zusatz von Schwefelammonium. (Sehr starker erster Hämochromogenstreifen.)



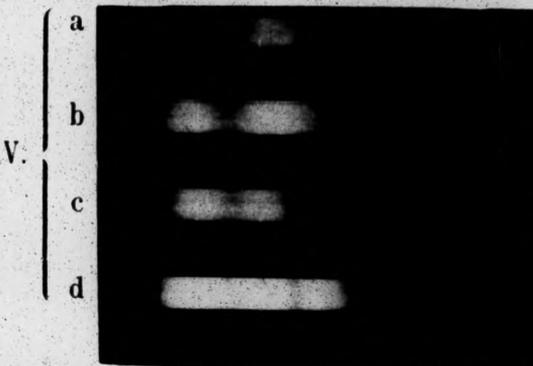
II. a = Menschliches Blutserum mit reichlichem Gehalt an Hämatin und Oxyhämoglobin.

b = Dasselbe Serum, verdünnt, nach Zusatz von Schwefelammonium. (Deutlich. erster Hämochromogenstreifen.)



III. a und b = Menschliches Blutserum mit ziemlich reichlichem Gehalt an Hämatin und Oxyhämoglobin, in verschiedener Schichtdicke.

c und d = Dasselbe Serum nach Zusatz von Schwefelammonium, in verschiedener Schichtdicke. (Deutlicher erster Hämochromogenstreifen.)



IV. a und b = Menschliches Blutserum mit hohem Hämatiningehalt, in verschiedener Schichtdicke.

c und d = Dasselbe Serum, verdünnt, nach Zusatz von Schwefelammonium. (Deutlich. erster Hämochromogenstreifen.)

↓ ↓ ↓ ↓
587,6 501,6 447,2 388,9

Hämochromogens noch eben deutlich zeigt, oder ich bestimme die Intensität der Absorptionsstreifen des mit Schwefelammonium versetzten Serums spektrokolorimetrisch, wobei eine frisch hergestellte Hämochromogenlösung von bekanntem Gehalt als Vergleichsflüssigkeit dient, und berechne danach den Gehalt an Hämatin. — Hierbei erhält man natürlich nur dann brauchbare Resultate, wenn man die Flüssigkeiten vor Zusatz von Schwefelammonium mit Äther überschichtet und unnötiges Umrühren vermeidet, da andernfalls das Hämochromogen durch den Sauerstoff der Luft teilweise wieder zu Hämatin oxydiert wird. Ist man gezwungen, die mit Schwefelammonium versetzte Flüssigkeit umzufüllen, so muß man nachher noch etwas Schwefelammonium hinzufügen. — Die Empfindlichkeit des qualitativen Nachweises von Hämatin schwankt je nach der größeren oder geringeren Durchsichtigkeit des Blutserums und dem Gehalt an anderen Farbstoffen. Unter günstigen Umständen dürfte durch die Probe mit Schwefelammonium bei der Beobachtung des Serums in 4 cm Schichtdicke eine etwa 0,035% Blut entsprechende Menge Hämatin noch nachweisbar sein. Ist der I. Hämochromogenstreifen bei 4 cm Schichtdicke noch deutlich wahrnehmbar und seiner Lage nach bestimmbar, so bezeichne ich den Befund mit «Ht +»: ist er schon bei 2 cm Schichtdicke nachweisbar, mit «Ht 2 +», wenn schon bei 0,5 cm Schichtdicke nachweisbar, mit «Ht 8 +» usw.

In einigen Fällen habe ich im Blutserum Kranker einen Hämingehalt gefunden, der schätzungsweise einer 1%igen Blutlösung entspricht.

Größere Mengen von Hämatin habe ich neuerdings auch bei mehreren durch den *Bacillus emphysematosus* (E. Fraenkel) verursachten Fällen von Bakteriämie,¹⁾ die von Dr. H. Schottmüller beobachtet wurden, im Blutserum gefunden. Ein Teil dieser Sera enthielt daneben beträchtliche Mengen von Methämoglobin. Derartige Sera zeigen

¹⁾ Bei anderen bakteriell bedingten Erkrankungen habe ich größere Mengen von Hämatin bislang nicht gefunden, vgl. auch C. Hegler. Vortrag in der Biol. Abteilung des ärztlichen Vereins zu Hamburg, Sitzung vom 29. XII. 12.

nach den bisherigen Beobachtungen im Rot und Orange nicht etwa zwei getrennte, sondern nur einen breiten, verwaschenen Absorptionsstreifen, meistens ohne ein deutlich wahrnehmbares Absorptionsmaximum. Die Ortsbestimmung ließ sich deshalb nur durch annähernd richtige Feststellung der Mitte des Streifens bewirken.

Durch okulare Messung im Gitterspektrometer habe ich für das Serum von 11 verschiedenen Krankheitsfällen folgende Werte feststellen können:

einmal $\mu\mu$ 630,

einmal $\mu\mu$ 629,

zweimal $\mu\mu$ 628,

zweimal $\mu\mu$ 625,

fünfmal $\mu\mu$ 627.¹⁾

Besonderes Interesse bot das Verhalten des Serums eines zwölften Falles. Es war braun, gab einen starken Absorptionsstreifen im Rot mit einem deutlichen Maximum auf $\mu\mu$ 635 und enthielt viel Methämoglobin nebst sehr wenig Oxyhämoglobin, aber kein Hämatin. Die am nächsten Tage entnommene Blutprobe lieferte ein gelblichbraunes Serum, das einen starken Absorptionsstreifen auf ungefähr $\mu\mu$ 634 aufwies und viel Methämoglobin, daneben aber auch eine beträchtliche Menge (10 +) Hämatin enthielt. Bei diesem Serum war der dem Hämatin eigentümliche Orangestreifen durch den viel intensiveren Methämoglobinstreifen offenbar vollkommen übertönt; denn der Ort der maximalen Absorption war mit dem des Methämoglobinstreifens (ca. 634/635) identisch. Der genaue Nachweis des Methämoglobins gründet sich auf die bekannten Met-

¹⁾ Bei der mikrometrischen Ortsbestimmung des Streifens auf den Spektrogrammen erhielt ich niedrigere Zahlen z. B. bei zwei Sera, die überwiegend Hämatin enthielten, $\mu\mu$ 615/616 und 616/617, bei Sera, die Methämoglobin und Hämatin enthielten, z. B. $\mu\mu$ 621 und 622. Eine analoge Beobachtung habe ich bei der Ortsbestimmung des Rotstreifens von Methämoglobinlösungen gemacht, indem ich durch okulare Messung den Wert $\mu\mu$ 634, durch mikrometrische Bestimmung auf den Spektrogrammen $\mu\mu$ 629 fand. Für die Streifen des Oxyhämoglobins findet man dagegen nach beiden Methoden nahezu dieselben Werte. (O. Schumm, Untersuchungen über die Absorptionerscheinungen des Oxyhämoglobins im Gitterspektrum, Diese Zeitschrift, Bd. 83, S. 1, 1913).

hämoglobinproben (Umwandlung in alkalisches Methämoglobin. Umwandlung in Oxyhämoglobin durch Zusatz von wenig Schwefelammonium und Schütteln mit Luft, Umwandlung in Cyanhämoglobin.)¹⁾

Je nach der Art des Krankheitsfalles ist das Hämatin entweder nur vorübergehend oder während längerer Zeit im Serum nachweisbar.

In einem der neuerdings beobachteten Falle enthielt das Serum am ersten Untersuchungstage Ht 4 +, am vierten Tage 30 +, am zwölften Tage noch 14 +; bei einem anderen Falle am ersten Tage Ht 8 +, am vierten Tage nur noch Ht 2 +; bei einem dritten Falle am ersten Tage Ht 9 +, am dritten Tage nur noch 3 + usw. Auf die Beziehungen zwischen Hämatingehalt des Blutes und dem Hämatin- bzw. Methämoglobingehalt des Harnes kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden; nur soviel sei erwähnt, daß ein Hämatingehalt des Blutserums durchaus nicht von einem entsprechenden Hämatin- oder Methämoglobingehalt des Harnes begleitet zu sein braucht.

Auf der beigegebenen Tafel sind die mit einem meiner Gitterspektrographen hergestellten Aufnahmen der frischen, von vier verschiedenen Kranken stammenden Blutsera reproduziert, in denen ich größere Mengen von Hämatin habe nachweisen können. (Zur Ortsbestimmung der Absorptionsstreifen auf den Spektrogrammen²⁾ dient das in bekannter Weise mitaufgenommene Linienspektrum des Heliumlichts.)

Ein geringer Schatten im Orange, der nach der Behandlung des Serums mit Schwefelammonium bestehen bleibt, ist im allgemeinen auf nachträglich entstandenes Schwefelhämoglobin zurückzuführen.

Auf Fig. 4c der Spektraltafel ist ein solcher durch Schwefelhämoglobin bedingter schwacher Schatten bemerkbar.

Auf Fig. IIb, Fig. IIIc, d und Fig. IVc, d ist nur der erste Streifen des Hämochromogens vorhanden. Die Darstellung des zweiten Hämochromogenstreifens gelingt nur bei größerer Konzentration. Auf Fig. Ie ist der sehr starke erste Hämochromogenstreifen nach rechts von dem zweiten nur noch eben abgegrenzt. Letzterer geht in die starke allgemeine Absorption in Blau über.

¹⁾ Vgl. R. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, Bd. 2, 1906, S. 765.

²⁾ vgl. auch: O. Schumm, Diese Zeitschrift, Bd. 83, Heft 1, S. 8.