

Archiv
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. XV. (Neue Folge Bd. V.) Hft. 5 u. 6.

XIX.

**Untersuchungen über den Einfluss der Erstickung auf die
Menge des Blutes im Gehirn und in den Lungen.**

Ein Beitrag zur Kritik der gerichtsarztlichen Lehre von
der apoplektisch-suffocatorischen Todesart.

Von Dr. Th. Ackermann, Privatdocenten zu Rostock.

(Hierzu Taf. VII.)

Die Vorstellung, dass der Erstickungstod mit Vorgängen verbunden sei, welche eine Anhäufung des Blutes in der Schädelhöhle bedingen und dass demgemäss an den Leichen von Personen, welche diesen Tod erlitten haben, die Gefässe des Hirns und seiner Häute von Blut strotzen, ist nicht allein bei der Mehrzahl der älteren und neueren Schriftsteller über forensische Medicin zu finden, sondern scheint auch in dem Bewusstsein der gerichtsarztlichen Praktiker noch ziemlich allgemein heimisch zu sein. Gewiss ist die Berechtigung zu dieser Anschauung nicht ohne Weiteres zu negiren. Denn wenn man nur einmal gesehen hat, wie alle Zeichen einer ausgedehnten und intensiven Anhäufung von Blut am Kopf eines Thieres zum Vorschein kommen, dessen Hals durch die Strangulationsschnur zusammengepresst wird, wenn man bedenkt, dass die mit der Erstickung fast regelmässig verbundene Stockung des Bluts in den Lungen nach den Gesetzen

der Mechanik des Kreislaufs eine Hyperämie des gesammten Venensystems herbeiführen muss, wenn man endlich die von den besten Beobachtern mitgetheilten Sectionsgeschichten liest, nach welchen bei Erstickten alle Zeichen von Hirnhyperämie in hohem Grade gefunden wurden, so erklärt es sich leicht, dass die Erscheinungen der Blutanhäufung im Gehirn als fast constante Merkmale des Erstickungstodes in die Mehrzahl der Lehrbücher über gerichtliche Arzneikunde aufgenommen und die relativ kleine Zahl von Mittheilungen über Beobachtungen des Gegentheils verkehrt gedeutet, ganz übersehen oder im besten Falle als Ausnahmen von der Regel aufgefasst wurden.

Der verworrene und dunkle Begriff, welchen man mit dem Ausdruck der Apoplexia nervosa verband, hat namentlich in denjenigen Fällen von Erstickung zur Erklärung des Todes dienen müssen, wo die geringe Menge des Bluts im Gehirn oder in den Lungen die Annahme einer apoplektischen oder suffocatorischen Todesart nicht zu rechtfertigen schien. Einzelne Lehrer und Praktiker der neueren Zeit haben sich daher mehrfach dahin ausgesprochen, dass der Erstickungstod auf dreifach verschiedene Weise zu Stande komme, durch wirkliche Suffocation, d. h. durch die unmittelbaren und directen Folgen des verhinderten Zuganges von atmosphärischer Luft zu den Lungen, durch Gehirnschlag (Apoplexia sanguinea) und durch Neuroparalyse (Apoplexia nervosa), andere dagegen haben nur eine von diesen Todesarten, namentlich die durch Suffocation im engeren Sinne, als die beim Erstickungstode immer oder doch fast immer obwaltende Todesursache gelten lassen und die „materielle“ oder „immaterielle Apoplexie“ nur in äusserst seltenen Ausnahmefällen oder auch gar nicht als Bedingungen für den Eintritt des Erstickungstodes anerkannt.

Der französische Arzt Desgranges scheint der erste gewesen zu sein, welcher sich zur Erklärung der Todesart solcher Ertrunkenen, an welchen er auffallende, den Tod anscheinend leicht erklärende Veränderungen anatomisch nachzuweisen nicht im Stande war, des Begriffes der Asphyxie nerveuse, sans matière, par défaillance syncopale bediente*). Seine Ansichten über das Vor-

*) Mémoire sur les moyens de perfectionner le traitement des noyés. Lion 1790.

kommen dieser Todesart wurden getheilt von seinen Landsleuten Marc *) und Fodéré **). In Deutschland wurde, nachdem schon Haller auf das blasse und eingefallene Gesicht der Erhenkten hingewiesen hatte, namentlich durch einen Aufsatz von Klein ***) die Aufmerksamkeit der Gerichtsärzte auf das anämische Aussehen des Gehirns bei manchen Erhenkten rege gemacht †). Aber die Nachfolger Klein's begnügten sich nicht mehr mit der einfachen Beobachtung, sondern suchten und fanden Erklärungen, welche in ihrer zum Theil sehr gezwungenen Beschaffenheit die Zahl der in der Geschichte der Medicin so vielfach vorhandenen Beispiele vermehren, auf welche Irrwege die den rauen Weg der objectiven Forschung verlassende Speculation in der Naturwissenschaft fast regelmässig zu führen pflegt. Im Allgemeinen stimmte man darin überein, dass der Tod in diesen Fällen eine Folge von „Nervenschlag“ sei, war aber doch über die Verbindungsglieder zwischen einer solchen „Paralysis cerebri“ und der dieselbe veranlassenden Strangulation keineswegs gleicher Meinung. Während Einige (Hinze, Günther, Krügelstein) annahmen, dass der Tod in diesen Fällen nicht allein durch die Strangulation bedingt werde, sondern dass „noch ein besonderer Eindruck auf das Gemüth, welcher durch die bevorstehende That oder durch eine andere, die That veranlassende Ursache herbeigeführt wird, den Tod mit veranlasse“, dass also „der Tod in diesen Fällen vom Gemüthe ausgehe“ und „solche Personen nicht durch den Strick, sondern am Stricke gestorben seien“ ††), suchten Andere die nächste Veranlassung zu diesem hypothetischen Nervenschlag in einer Lähmung des Vagus (Beck), der Lungen (Fleischmann), des Herzens (Bischoff), oder in einer Zerrung der Karotiden und Jugularvenen (Eggert). Casper, der neueste Autor über diesen

*) Mémoire sur les moyens de constater la mort par submersion 1808.

**) Diction. des sciences médicales. Art. Noyés. p. 401.

***) Bruchstücke zu der ger. Medicin. Hufel. Journ. Bd. 43. St. 5. S. 21 ff.

†) Löffler führt in seinem Aufsätze über den Tod durch Ertrinken (Henke's Zeitschr. f. d. Staats-Akde. Jahrg. 24. Hft 1) unter mehreren Autoren, bei welchen sich Angaben über Gehirnanämie bei Ertrunkenen finden, auch de Haen und Morgagni auf.

††) Fleischmann in Henke's Zeitschr. für die Staatsarzneikunde. Jahrg. 2. H. 2.

Gegenstand, führt aus der grossen Sammlung seiner Beobachtungen eine Reihe von Fällen auf, in denen nach den verschiedensten Erstickungsarten das Gesicht blass und eingefallen, das Gehirn und seine Häute anämisch oder doch wenigstens nicht mit Blut überfüllt erschienen *). Er nimmt an, dass in diesen Fällen, namentlich wenn die Resultate der Untersuchung von Lungen und Herz ebenfalls mehr oder weniger negativ ausfielen, „Neuroparalyse“ die Todesursache gewesen und statuirt in Berücksichtigung der „nur selten fehlenden“ **) Lungenhyperämie und der „in sehr verschiedenen Graden vorkommenden und oft sehr wenig in die Augen fallenden Hyperämie in der Schädelhöhle, in den Blutleitern sowohl als in den Gefässen der blutführenden Hirnhäute und in den Gehirnen selbst“ ***), ausser der Todesart durch „Neuroparalyse“ noch die durch „reine Cerebralhyperämie (Schlagfluss)“ und die Todesart durch „reine Hyperämie in den Brustorganen in ihren verschiedenen Formen, also durch Erstickung, Stickfluss.“ Die letzteren beiden Todesarten können nach ihm auch zugleich vorkommen, es kann Jemand durch Erstickung im weiteren Sinne „an Schlag- und Stickfluss zugleich“ zu Grunde gehen †).

Den Beobachtungen, welche zu der Aufstellung des Begriffes der Neuroparalyse Veranlassung gegeben haben, steht eine so ausserordentlich grosse Anzahl von Angaben gegenüber, nach welchen bei Erstickten „das Gesicht blauroth und geschwollen, die Augäpfel prominirend und ekchymosirt, die Zunge dick und vorgetrieben, die Sinus mit dunklem, flüssigem Blut stark gefüllt, die Gefässe der Hirnhäute von schwärzlichem Blute strotzend erschienen und die abnorm dunkle Substanz des Gehirns auf dem Durchschnitt viele kleine Blutpunkte und zuweilen auch grössere Extravasate zeigte“, dass eine nur einigermaassen vollständige Aufzählung dieser Angaben mich viel zu weit führen würde ††). Hat man doch in

*) Casper, Handb. der ger. Medicin, thanatologischer Theil. Fall 200, 209, 210, 218, 219, 220, 221, 224, 227, 228, 252, 254, 261, 263.

**) Casper a. a. O. S. 464.

***) Casper a. a. O. S. 468.

†) Casper a. a. O. S. 491, 492.

††) Ich begnüge mich daher mit der Heranziehung einiger Angaben von Autoren, welche unter den Aerzten des Forums eines besonderen Ansehens geniessen

den ersten Decennien unseres Jahrhunderts noch vielfach die Ansicht festgehalten, dass, wenn die Strangrinne nicht sugillirt und in den Hirngefässen eine Blutüberfüllung nicht vorhanden war, der Strang erst nach dem Tode angelegt worden sei *). Selbst ein so scharfsinniger Beobachter wie Burrows konnte sich durch sein Bestreben, die Ansicht Kellie's von der Unmöglichkeit eines Wechsels der Blutmenge im Schädel zu widerlegen, so verblenden lassen, dass er eine Anzahl theils von ihm, theils von Anderen beobachteter und in seinem Buche **) von ihm mitgetheilte Fälle von Anämie oder normalem Blutreichthum des Gehirns bei Erhenkten einfach durch die Annahme zu erklären versuchte, es seien in diesen Fällen die Jugularvenen der einen Seite nicht vollständig comprimirt gewesen und es habe das Blut sich nach dem Tode durch diese Gefässe und durch die Vertebralesinus gesenkt oder es sei auch bei einer der Section des Kopfes voraufgehenden Durchschneidung der Halsgefässe ausgeflossen ***). In Berücksichtigung dieser Ansicht und der vielen Berichte über Hyperämie des Gehirns bei Erstickten und auf Grund von Versuchen an Thieren spricht er sich schliesslich mit grösster Bestimmtheit dahin aus: „dass überall, wo der Tod durch Strangulation, Erhängung, Erstickung, Ertrinken oder andere Arten von Apnoe hervorgerufen werde, sich Congestion des Gehirns vorfinde. Fehle aber diese

Michaelis Alberti System. jurispr. med. 1725. Vol. I. p. 225. Baumer, Med. for. 1778. p. 215 u. 218. Plenck, Anfangsgründe der ger. Arzneywissenschaft und Wundarztneykunst a. d. Latein. v. Wassenberg. S. 54. Hebenstreit, Anthropologia forens. p. 486. Pyl, Aufs. u. Beobacht. a. d. ger. Arzneywissenschaft. Samml. 1. S. 9 u. 13. Samml. 3. S. 54. Samml. 4. S. 2 u. 7. Samml. 6. S. 86. Masius, Lehrb. der ger. A.-Kunde für Rechtsgelehrte S. 170. Metzger, Syst. der ger. Arzneywissenschaft. Herausg. v. Gruner und Remer. Aufl. 5. § 187. Henke, Lehrb. der ger. Medicin. 12te Aufl. mit Nachträgen v. Bergmann § 474. Carpenter, Library of Medic. Art. Asphyxia.

*) Fleischmann, Ueber die verschiedenen Todesarten von Strangulirten. In Henke's Zeitschr. für die Staatsarzneikunde. Jahrg. 2. Hft. 2. S. 313.

**) Beobachtungen über die Krankheiten des cerebralen Blutkreislaufes und den Zusammenhang zwischen Hirn- und Herzleiden von Dr. George Burrows. Deutsch bearbeitet von Dr. L. Posner.

***) Burrows a. a. O. p. 20, 21.

Congestion nach dem Tode durch Apnoe, so sei dies in den meisten Fällen durch die Lage des Leichnams und die Gravitation des flüssig gebliebenen Blutes motivirt *), — sei Folge von anatomischen oder physikalischen Nebenumständen, welche der Beobachtung entgangen wären **).“

So entschiedene und so zahlreiche Widersprüche in den Antworten auf eine Frage, welche neben ihrem wissenschaftlichen Interesse eine so grosse Bedeutung für die forensische Praxis hat, schienen der Mühe einer experimentellen Lösung nicht unwerth zu sein. Deshalb ist ein Versuch zu dieser Lösung von mir gemacht und seine Ergebnisse sind neben einer Beleuchtung der durch dieselben zunächst wieder angeregten Fragen in den folgenden Blättern niedergelegt.

Donders hat durch seine bekannte Methode, die Kreislaufverhältnisse im Gehirn des lebenden Thiers wenigstens zum Theil einem directen Einblick zugänglich zu machen, nicht allein die Theorie von der Unmöglichkeit eines Wechsels der Blutmenge in der geschlossenen Schädelhöhle factisch widerlegt, sondern auch den Weg vorgezeichnet, dessen Verfolgung allein uns in den Besitz zuverlässiger Thatsachen über die Schwankungen der Blutmenge in den Schädelcontentis und die Abhängigkeit der Functionen des Gehirns von denselben setzen kann. Seit der Entdeckung dieser sinnreichen Methode ist es die Pflicht jedes Forschers, welcher zur Beantwortung der Frage nach den Bedingungen der Blutleere und Blutfülle im Gehirn beitragen will, dieselbe in Anwendung zu bringen, da sie allein es ist, welche unserem Urtheil über diese Verhältnisse eine zuverlässige Stütze gewährt und mit ihrer Hülfe Ergebnisse gewonnen werden, welche so sicher sind, dass sie Zweifel und Widersprüche beinahe vollkommen ausschliessen. Aus diesen Gründen benutzte ich die genannte Methode in sämmtlichen Versuchen, aus denen der Inhalt dieses Aufsatzes hervorgegangen ist und es sind demnach alle Angaben, welche sich auf den nachfolgenden

*) Burrows a. a. O. p. 22.

**) Burrows a. a. O. p. 26.

Blättern über die Menge und Farbe des Bluts im Gehirn finden, insoweit diese Verhältnisse überall vermittelt jener Methode einem directen Einblicke zugänglich werden, auch als die Ergebnisse eines solchen anzusehen.

Sämmtliche Experimente sind an Kaninchen von verschiedener Grösse angestellt. Bei der Einsetzung der Glasscheibe bin ich folgendermaassen verfahren. Nachdem das Thier durch Chloroform-inhalation betäubt war, entblösste ich das Schädeldach durch einen ergiebigen Kreuz- oder Längsschnitt und durch Entfernung des Periosts in so grosser Ausdehnung, dass der obere Theil der Schuppe des Stirnbeins bis zu den Margines supraorbitales und die vordere Hälfte der Scheitelbeine vollkommen frei zu Tage lagen. Nach Stillung der gewöhnlich sehr unbedeutenden Blutung mittelst kalten Wassers, schritt ich zur Trepanation, welche ich mittelst einer gewöhnlichen Trephe in Ausführung brachte. Die Krone derselben besass einen Durchmesser von beinahe 13 Mm. und wurde von mir so applicirt, dass die anfangs ein wenig vorgeschobene Pyramide in die Stirnnaht etwa 1—2 Mm. vor ihrem Uebergange in die Pfeilnaht eindrang. So wird ein kreisförmiges Knochenstück entfernt, welches etwa zu zwei Dritteln aus dem Stirnbeine und zu einem Drittel aus den Scheitelbeinen besteht. Weiter nach vorne die Trepanation auszuführen, gestatten die Augenhöhlen nicht und wenn man weiter nach rückwärts ginge, so würde man ein Hinderniss in der eigenthümlichen Configuration der Pfeilnaht finden, welche etwa 5—6 Mm. hinter ihrem vorderen Ende als Crista sagittalis kammförmig emporstrebt. Setzt man aber die Krone an der bezeichneten Stelle auf, so bietet sich immer, selbst bei kleineren Thieren eine wenn auch nicht vollständig, so doch für die Trepanation ausreichend ebene Knochenfläche. Das Fehlen der Crista sagittalis bei ganz kleinen Thieren gewährt die Möglichkeit, hier weiter nach hinten zu trepaniren und so auch auf der kleinen Schädelfläche einen für die Application der Trepankrone ausreichenden Raum zu gewinnen. Da indess die Entfernung des bei so kleinen Thieren fest an der Dura mater adhären den Knochenstücks leicht zu Blutungen aus der Pia mater Veranlassung giebt, so eignen dieselben sich doch im Ganzen nicht für diese Operation.

Die Anbohrung des Knochens wird nach den gewöhnlichen in der operativen Chirurgie gültigen Regeln ausgeführt. Je stärker der Knochen gekrümmt ist, desto schwieriger ist es, überall gleichmässig tief einzudringen. Bei einiger Uebung indess gelingt es leicht, die Krone an den tieferen Stellen so zu senken, dass die Bohrfurche überall fast gleichzeitig durchgängig wird. Gegen das Ende der Trepanation ist es immer gut, beinahe ohne allen Druck zu bohren. Man läuft dann keine Gefahr, in den Schädel zu fallen und bemerkt an der veränderten Resistenz leichter als bei stärkerem Drucke, wenn man durchgedrungen ist. Die Blutung aus der Diploe ist in manchen Fällen so unbedeutend, dass man beim Herausnehmen der Krone stets deutlich auf den Grund der Furche sehen kann. Ist dies wegen stärkerer Blutung unmöglich, so überzeugt man sich mittelst eines entsprechend zugeschnittenen Federkiels wiederholt von der Grösse der Strecke, welche man zurückgelegt hat. Wenn das Knochenstück sich einigermaassen vollständig gelöst hat, so entfernt man es mit der Pincette und nicht mit dem Trefond, da man mit diesem leicht zu tief eindringt und die Pia mater verletzt, noch häufiger aber die Stirnnaht, in welche derselbe eingeschraubt werden muss, auseinanderdrängt und die Knochenplatte zerstückelt, ohne sie vollständig zu entfernen. Fasst man das Knochenstück dagegen an seinen Rändern mit der Pincette und reisst es mit einem kräftigen Ruck heraus, so brechen die noch stehenden Knochenbrücken gewöhnlich dicht an den Rändern ab. Wenn dennoch einige Knochensplitter prominirten, so habe ich dieselben mit einem Spitzbistouri weggeschnitten, da das gewöhnliche Gräfersche Linsenmesser für die kleine Trepanationswunde einen zu grossen Umfang hatte. Die Blutung aus dem Knochen kommt immer schnell zum Stehen.

Den schwierigsten Theil der Operation bildet die Entfernung der Dura mater, denn die leiseste Berührung der Pia mit einem scharfen oder halbscharfen Instrumente bedingt meistens sehr heftige Blutungen aus dieser so äusserst gefässreichen Membran und da das Blut sich in die zunächstliegende Gehirnsubstanz infiltrirt, so wird das hübsche Bild der von vielen grösseren und kleineren Gefässen durchzogenen Pia mater bald in grösserer, bald in ge-

ringerer Ausdehnung durch eine solche Blutung vernichtet. Ich habe gefunden, dass die Dura mater sich am bequemsten entfernen lässt, wenn man zuerst auf der einen und sodann auf der anderen Seite des Sinus longitudinalis einen Faden durch dieselbe zieht, sie daran kräftig emporhebt und nun zuerst in unmittelbarer Nähe des Sinus und parallel mit demselben und sodann in der Quere bis zum Rande des Knochens die Haut spaltet. Wegen des Längsfaserbaues der Dura reisst der Faden bei der Querspaltung derselben regelmässig aus, die nun schon gespaltenen Lappen lassen sich aber leicht und ohne Berührung der Pia mit der Pincette aufheben und dann bequem vollständig abschneiden. Zuweilen ist es mir auch gelungen, die oberflächlichen Schichten der Dura mater da, wo sie den Sinus longitudinalis bedecken, zu entfernen und so das Sinusgefäss selbst sichtbar zu machen, gewöhnlich aber habe ich aus Furcht vor Blutung dieselbe in Gestalt einer schmalen Brücke über dem Sinus stehen lassen. Hat man durch Anstechen oder Anschneiden der Pia mater eine Blutung verursacht, so muss man versuchen, dieselbe sobald wie möglich durch Beträufeln mit kaltem Wasser zu stillen. Meistens gelingt es doch noch, einzelne Stellen vor der Infiltration zu bewahren und diese sind für manche Beobachtungen auch schon ausreichend. Ist die Entfernung der Dura mater dagegen gut gelungen (vgl. Fig. 1), so sieht man zur Seite der über dem Sinus stehen gebliebenen Brücke der Dura das Sinusgefäss noch etwas hervortreten, oder auch durch dieselbe hindurchschimmern. In dies Gefäss ergiessen sich jederseits, selten symmetrisch, meistens vollkommen asymmetrisch 3—4 grössere und eine grosse Zahl kleinerer Venen, welche sich in äusserst zierlicher Form verästeln und durch viele Anastomosen communiciren. Nach der Mittheilung des Herrn Prosector Gronau hieselbst, welcher auf meine Bitte so gütig war, einen mit einer Glasscheibe versehenen Kaninchenkopf zu injiciren, sind an der Oberfläche der durch die Trepanationsöffnung sichtbaren Partie der Pia mater auch einzelne kleine Arterienästchen sichtbar, grössere arterielle Gefässe aber kommen hier nicht vor. Die Gehirnsubstanz, von welcher die dunkelrothen Gefässramificationen sich sehr scharf und klar abheben, zeigt eine gelblich-rosaroth Farbe.

Nach Durchschneidung der Dura mater und Arachnoidea entfernt man den bald in grösserer, bald in geringerer Menge zum Vorschein kommenden Liquor cerebialis durch Aufträufeln von Wasser und Abtrocknen mit Fließpapier oder feiner Leinwand. Weniger practisch ist es, ihn mit dem Schwamm fortzunehmen, denn es kommt nicht selten vor, dass man durch die Berührung der Pia mit der rauhen und scharfen Substanz des Schwammes Blutungen veranlasst. Das blossgelegte Gehirn, an welchem übrigens die Athembewegungen stets deutlich wahrnehmbar sind, wölbt sich gleich nach Vollendung der Trepanation etwas hervor und es ist dann der richtige Zeitpunkt da, die Glasplatte einzusetzen. Ich habe zu diesem Zwecke Glasstückchen benutzt, welche aus der Mitte von Uhrgläsern geschnitten waren und in Form und Grösse vollkommen mit der Trepanationsöffnung übereinstimmten. Der Rand ihrer oberen Fläche war Zwecks besserer Haftung des Klebemittels in der Ausdehnung von 1 Mm. matt geschliffen und die Gläser passten so genau, dass sie gewöhnlich schon vor der Auftragung des Collodiums in der Trepanationswunde festsassen. Immer war es sehr leicht, dieselben mittelst Collodiums vollkommen luftdicht einzukitten und nicht ein einziges Mal bin ich in der Lage gewesen, das sehr umständliche Verfahren zur Befestigung des Glases, welches von Kussmaul und Tenner in Anwendung gebracht wurde*), benutzen oder auch nur nach Donders die Spalten zwischen den Knochenrändern und dem Glase vor der Auftragung des Collodiums durch Gummi arabicum schliessen zu müssen. Hat das Gehirn sich zur Zeit der Application der Glasplatte schon gesenkt, wie dies zu geschehen pflegt, wenn längere Zeit nach der Trepanation verstrichen ist, so vermeidet man einen lufthaltigen Raum unter dem Glase durch Aufträufeln von etwas Wasser. Wenn indess die Luftblasen nicht allzugross sind, so kann man sie unbedenklich mit abschliessen; denn ich habe mehrfach gesehen, dass Luftblasen, deren grösster Durchmesser 5—6 Mm. betrug, im Verlaufe von 12—24 Stunden vollkommen re-

*) Untersuchungen über Ursprung und Wesen der fallsuchtfartigen Zuckungen bei der Verblutung, sowie der Fallsucht überhaupt. In Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. 3. Hft. 1. S. 45 ff.

sorbirt wurden. Nach einigen Stunden haben die Thiere sich immer beinahe vollständig von dem operativen Eingriff erholt, sind munter, fressen mit Begierde und zeigen keinerlei Erscheinungen eines gestörten Wohlbefindens. Einzelne derselben wurden schon 5—6 Stunden nach der Operation, die Mehrzahl aber erst etwa 24 Stunden und einige wenige sogar erst mehrere Tage darauf zu den grösstentheils sofort zum Tode führenden Versuchen verwandt, Zwecks welcher die Einsetzung des Glases an ihnen vorgenommen war.

Diese Experimente, von denen ich weiter unten eine kurze Specialbeschreibung folgen lasse, sind ihrer grossen Mehrzahl nach auf der hiesigen Anatomie in Gegenwart des Herrn Professor Bergmann angestellt. In allen diesen Fällen wurden die hier mitgetheilten thatsächlichen Ergebnisse aus denselben von ihm aufs Bestimmteste bestätigt. Wenn ich demselben für sein freundliches Interesse an diesen Beobachtungen und für manchen Fingerzeig, durch welchen er diese Arbeit wesentlich gefördert hat, auch öffentlich meinen aufrichtigen Dank ausspreche, so erfülle ich damit nur eine mir sehr angenehme Pflicht. Aber auch meinen Zuhörern, den Herren Studirenden Reder, Krückmann und Türk habe ich meinen besten Dank zu sagen, da die Ausführung dieser Experimente ohne ihre aufmerksame Assistenz schlechterdings eine Unmöglichkeit für mich gewesen wäre.

Die Versuche, welche ich zur Beantwortung der Frage nach der Menge des im Schädel während und nach der Erstickung enthaltenen Blutes anstellte, haben Ergebnisse geliefert, welche mich selbst überrascht haben, weil sie zu den so allgemein verbreiteten und mit den Gesetzen des Einflusses der Respiration auf die Circulation anscheinend so vollständig harmonirenden Angaben über diese Frage in den grellsten Widerspruch treten. Für ihre Zuverlässigkeit glaube ich mit demjenigen Grade von Sicherheit einstehen zu können, welchen eine mit möglichster Unbefangenheit angestellte Beobachtung nur immer gewähren kann. Ich versuche es jetzt, sie getreu zu schildern und ihre Genese naturgemäss zu entwickeln.

Wenn ich Kaninchen, welchen nach der oben beschriebenen Methode ein Glasstückchen im Schädel befestigt war, durch kräftige Contraction einer um ihren Hals geschlungenen etwa 3 Millimeter dicken Schnur strangulirte, so beobachtete ich Folgendes: (Vgl. im Anhang Versuch 1.—7.)

Nachdem einige Secunden verflossen waren, während welcher die Thiere sich fast vollkommen ruhig verhielten, traten gewöhnlich zuerst etwas verstärkte Inspirationsbewegungen auf, welche sich anfangs vorzugsweise auf den Thorax beschränkten, allmählig aber auch, indem sie mehr und mehr an Heftigkeit und Frequenz zunahmen, von sehr ergiebigen Ausdehnungen und nachfolgenden Contractionen der Bauchmuskeln begleitet wurden. Nicht alle Inspirationen wurden indess mit gleicher Anstrengung ausgeführt, sondern gewöhnlich folgte auf eine Anzahl oberflächlicher und mit geringerem Kraftaufwande angestellter Athmungsversuche eine mit grösster Energie unternommene Respirationsbewegung, an welcher sich dann nicht allein die Muskeln der Brust und des Bauches, sondern auch die Muskeln des Gesichtes, des Nackens und Rückens und der Extremitäten theiligten, so zwar, dass unter dem Ausdrücke der höchsten Angst die Nasenlöcher sich stark aufbläheten, die Mundwinkel heruntergezogen, die Augen aufgerissen und während der Kopf etwas nach hinten geworfen war, mit dem Rücken und den Extremitäten einige rasch auf einander folgende, kurze Streck- und Beugebewegungen ausgeführt wurden. Diese angestregten Athmungsversuche traten dann allmählig immer häufiger auf und gingen gegen das Ende des Lebens in wirkliche, mit grösster Heftigkeit auftretende Convulsionen über, bei welchen Kopf, Rumpf und Extremitäten sich stärker streckten und etwas länger in dieser gestreckten Stellung verharrten, als dies vorher bei den energischen Inspirationsbewegungen der Fall gewesen war. In wie weit übrigens die anfänglichen Zuckungen sowohl wie die späteren noch unter dem Einfluss des Willens standen, in wie ferne also beide als eigentliche Krämpfe oder als mehr willkürliche Bewegungen aufzufassen sind, darüber lässt sich schwerlich mit apodiktischer Bestimmtheit entscheiden. Indess steht so viel fest, dass die gegen das Ende des Versuches auftretenden Zuckungen eine heftigere und

länger dauernde Streckbewegung zeigten, nicht so bestimmt mit einem so starken Respirationsversuch zusammenfielen und überhaupt lebhaft an die Zuckungen erinnerten, welche nach der Application mancher Gifte, nach starken Blutverlusten etc. auftreten, während bei den früheren Bewegungen der Körper trotz der vorwiegend gestreckten Stellung doch in einer fortwährenden Unruhe blieb. Es scheint daher die Annahme gerechtfertigt, dass die schliesslich eintretenden Bewegungserscheinungen ohne den Einfluss des Willens verlaufen, also als eigentliche Krämpfe, wie sie auch sonst beim Eintritt des Erstickungstodes beobachtet wurden, aufzufassen sind. Wenn diese Zuckungen sich einigemal wiederholt hatten, so entstand gewöhnlich ziemlich plötzlich ein Nachlass in der Energie der Bewegungen, als ob ein Zustand der grössten Erschöpfung eingetreten wäre. Die Athembewegungen wurden schnappend, oberflächlich, verliefen wie wellenförmig von vorn nach hinten über den Rumpf, hin und wieder zuckte noch kurz eine Extremität, bis endlich der Kopf schlaff zur Seite fiel und das Thier etwa 3—7 Minuten nach Anlegung der Schlinge verendete. Die Herzbewegungen konnten immer noch kurze Zeit — etwa 1—2 Minuten — nach dem Tode deutlich durch die Thoraxwand gefühlt werden. Das Gesicht bekam während der Erstickungsnöth immer eine bläuliche Farbe, welche vorzüglich an den Ohren, der Schnauze und den Lippen, als den wenig oder nicht behaarten Theilen desselben hervortrat, an der zuweilen etwas zwischen den Zähnen hervorgedrückten Zunge und dem Zahnfleisch aber besonders deutlich war. Gleichzeitig schien der ganze Kopf etwas anzuschwellen und die stark glänzenden, bei weissen Thieren eine dunkelblaurothe Farbe annehmenden Augäpfel traten hervor. Diese Erscheinungen am Gesicht der Thiere wichen mit dem Eintritt des Todes immer einem blässeren, collabirten Aussehen, namentlich erschien der Augengrund schmutzig-bleich und man sah bei einfallendem Licht deutlich einige Gefässe auf demselben verlaufen. Trotz dieser Blässe nahm man aber doch an Nase, Lippen, Zunge und Zahnfleisch eine freilich hellere, doch immer noch livide Farbe wahr.

Während die bisher beschriebenen Veränderungen im Allge-

meinen mit denjenigen Vorgängen übereinstimmen, welche als die Begleiter des Erstickungstodes bekannt sind, bietet der durch die Glasplatte sichtbare Theil des Gehirns ein Verhalten dar, welches schon deshalb ein besonderes Interesse gewährt, weil es zu der ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht über die bei Erstickten in den Gefässen des Gehirns und seiner Häute befindliche Blutmenge grösstentheils in geradem Widerspruch steht. Dieser Theil — und gewiss auch die übrige nicht sichtbare Substanz des Gehirns — schien nämlich in einigen Fällen bis gegen das Ende der Erstickungsnoth vollkommen seine normale rosarothte Farbe zu behalten, wie sie in Fig. 1 und 3 durchaus naturgetreu wiedergegeben ist. Namentlich war eine Farbenveränderung in solchen Fällen nicht mit Sicherheit wahrnehmbar, wo die Strangulationssehnur mit grosser Kraft angezogen wurde. Schnürte ich dagegen den Hals des Thieres nur mit einem mässigen Kraftaufwande zusammen (vgl. Vers. 7) oder nahm ich eine isolirte Unterbindung der Luftröhre vor (vgl. Vers. 8, 9, 10, 11), so ging die rosarothte Farbe des Gehirns allmählig in eine bläulich-rothe, cyanotische über, welche besonders gesättigt an den grossen Venen erschien, die sich dann in ihrer tief purpurblauen Farbe*) äusserst scharf von dem blässerem Hintergrunde abhoben. Neben dieser Veränderung in der Farbe war auch eine Zunahme des Durchmessers der grösseren Gefässe nicht zu verkennen (Vgl. Fig. 4). Hat das Gehirn diese Farbe angenommen, und macht man nun durch Lösung der Ligatur das Athmen wieder frei, so sieht man schon nach wenigen Minuten die frühere hellrothe Farbe gleichzeitig mit den früheren Durchmessern der Gefässe zurückkehren und kann nun das hübsche Schauspiel, welches dieser Farbenwechsel gewährt, noch mehrfach wiederholen (vgl. Vers. 7). Setzt man dagegen die Compression des ganzen Halses oder der Trachea allein noch längere Zeit fort, so stellt sich, einerlei ob eine Gehirnecyanose vorherging oder nicht, etwa 10—20 Secunden, zuweilen auch wohl noch etwas früher vor dem Eintritt des Todes, durchaus constant in allen Fällen von Erstickung eine Anfangs kaum bemerkbare, allmählig aber immer mehr

*) Diese Farbe erinnert lebhaft an die Reaction des Murexids auf Zusatz von Aetzkali.

zunehmende Blässe ein. Da dieselbe zuerst an der rosarother Grundfarbe sichtbar wird, ohne schon an den etwas dunkler tingierten Gefässen aufzutreten, so heben sich diese letzteren anfangs von ihrer helleren Umgebung etwas schärfer ab, bis auch in ihnen allmählig eine bedeutende Abnahme der Blutmenge sichtbar wird. Diese Zeichen der Anämie haben gewöhnlich noch nicht eine sehr hohe Stufe erreicht, wenn das Thier stirbt, aber schon in dem Augenblick des Todes, noch mehr aber nach demselben, werden sie immer deutlicher, um allmählig im Verlaufe von 1—2 Stunden ihre höchste Stufe zu erreichen, vorausgesetzt, dass die Lage des todtten Thieres der Art war, dass eine Senkung des Blutes in's Gehirn nicht eintreten konnte. In Folge dieses immer mehr wachsenden Blutaustritts aus den Gefässen des Gehirns nimmt die Grundsubstanz desselben allmählig eine schmutzig-weiße Farbe an, die kleineren Gefässramifikationen werden, da sie ihr Blut verlieren, vollkommen unsichtbar und die wenigen noch deutlich sichtbaren grösseren Gefässe verschmälern sich bis etwa auf die Hälfte ihres früheren Durchmessers und erscheinen nur partiell mit Blut gefüllt, indem die rothe Farbe derselben von Strecke zu Strecke durch kleine, schmutzig-weiße, von den etwas dunkleren Contouren der Gefässwand nur undeutlich begrenzte, blutleere Interstitien unterbrochen wird. Diese anämischen Gefässräume sind besonders deutlich sichtbar kurz vor den Einmündungsstellen kleinerer Venen in grössere, so dass es zuweilen aussieht, als wäre das kleinere Gefäss von dem grösseren eine Strecke weit vollständig getrennt (vgl. Fig. 2).

Diese unverkennbaren Erscheinungen von Gehirnanämie treten aber in ihrer ganzen Stärke nur dann auf, wenn man das Thier in einer Stellung strangulirt, in welcher der Kopf etwas höher liegt als der Rumpf, wenn das Thier also z. B. auf dem Bauche oder auf seinen Beinen liegend erdrosselt wird. Nicht ganz vollkommen so deutlich dagegen ist die Anämie wahrzunehmen, wenn das Thier sich während der Strangulation in einer Stellung befindet, in welcher der Kopf tiefer gelegen ist, als der Rumpf, wenn es z. B. an den Hinterbeinen aufgehängt wurde. Aber auch in solchen Fällen ist das Erblassen immer noch so durchaus deutlich

und partielle Verschmälerungen im Durchmesser der Gefässe, so wie einzelne ganz anämische Interstitien in denselben sind, wenn auch nicht in der oben erwähnten Ausdehnung und Menge, doch immer noch so bestimmt wahrnehmbar, dass ein Zweifel an einer Verminderung der Blutmenge im Schädel auch für diese Fälle nicht entfernt rege werden kann. Noch viel weniger steht der mit dem Einsetzen der Glasplatte verbundene operative Eingriff, namentlich die Entfernung eines Theils der Dura mater, in irgend einem ursächlichen Zusammenhange mit der späteren Gehirnanämie. Denn bei der unmittelbar nach dem Tode vorgenommenen Section eines noch überdies an den Hinterbeinen aufgehängten und durch Strangulation getödteten, nicht trepanirten Kaninchens (vgl. Vers. 4), zeigte das Gehirn, ebenso wie bei trepanirten Thieren, wenn sie secirt wurden, eine schmutzig-weiße anämische Farbe, nur die grösseren Gefässe an der Pia mater waren sichtbar, aber sie erschienen überall in Gestalt feiner, rother, hie und da unterbrochener Fäden, kurz die ganze Oberfläche des Gehirns entsprach in ihrem Aussehen vollkommen der kleinen durch das Glasstück schon während des Lebens sichtbaren Stelle. Auch die Substanz des Gehirns war äusserst blass und in keinem Falle zeigten sich auf ihrem Durchschnitt auch nur die entferntesten Andeutungen der angeblich im Gehirn von Erstickten so häufig vorkommenden zahlreichen Blutpunkte. Ausserdem war die Länge der Zeit, während welcher die Schnur am Halse des Thieres liegen blieb, auf die Eintrittszeit und die Stärke der Anämie ohne allen Einfluss. Mochte die Schnur vor dem Tode mehrmals gelöst werden (Vers. 7), mochte sie mit dem Eintritt des Todes entfernt werden (Vers. 1—4), mochte sie nach dem Tode mit unveränderter Straffheit die Luft-röhre oder den ganzen Hals dauernd comprimiren: die Erscheinungen der Gehirnanämie differirten in keiner Weise von der eben gegebenen Schilderung. Um einen Vergleich zwischen dem Grade der Gehirnanämie anzustellen, wie er sich nach der Suffocation und wie er sich nach der Verblutung ausbildet, nahm ich bei zwei Thieren eine Durchschneidung der Carotis der einen Seite vor (vgl. Vers. 15, 16). Die Farbe der Grundsubstanz des Gehirns und das Aussehen der an seiner Oberfläche verlaufenden Venen war ganz

dasselbe wie bei der Suffocation. Es war augenscheinlich, dass auch in diesen Fällen, wo so grosse Mengen von Blut verloren gingen, die Gehirnanämie nicht stärker hervortrat, als beim Erstickungstode.

Die übrigen Organe zeigten bei der Section gewöhnlich dasjenige Verhalten, welches als das regelmässige nach dem Erstickungstode aufgeführt wird. Die Trachea erschien fast immer intensiv dunkelroth (nicht scharlachroth) injicirt; die Stelle, an welcher sie durch die Gewalt des drückenden Stranges comprimirt war, zeigte gewöhnlich eine noch dunklere, in einigen Fällen selbst eine schwarzblaue Farbe, die Halsvenen strotzten immer von dunklem Blute. Die Farbe der Lungen variierte je nach der Menge des in ihrem Gewebe stockenden Blutes. In einzelnen Fällen hatte ihre Oberfläche ein ziemlich gleichmässiges, hell scharlachrothes Aussehen, welches nur an einigen wenigen Stellen von einzelnen verwaschenen bleigrauen oder schmutzig-rothen Flecken unterbrochen war, häufiger indess waren diese Flecke von dunklerer, mehr schwarzrother Farbe, so dass sie der Oberfläche der Lunge ein dunkelroth-marmorirtes Ansehen gaben, und zuweilen war die Menge des stockenden Blutes so bedeutend, dass die Lunge, namentlich in ihren hinteren und inneren Partien, fast überall eine ähnliche schmutzig-blaue oder schwarzrothe Farbe zeigte, wie man sie als eine Folge von Hypostase so häufig bei Sectionen menschlicher Leichen wahrnehmen kann. In der Mehrzahl der Fälle fanden sich an der Costal- wie an der Lungenpleura, bald mehr bald weniger zahlreiche Bayard'sche Ecchymosen, welche in ihrer Grösse zwischen etwa $\frac{1}{2}$ und 5 Mm. Durchmesser schwankten. Besonders häufig zeigte sich eine solche Ecchymose von etwa 1 Mm. Durchmesser auch an der vorderen Wand des aufsteigenden Theils der Aorta. Die Ränder der Lungen erschienen manchmal ein wenig emphysematös, Lungenarterie und rechtes Herz waren regelmässig mit dunklem Blute gefüllt. Menge und Farbe des Inhalts der linken Herzhälfte war dagegen ziemlich variabel, indem er aus bald grösseren bald geringeren Mengen Bluts bestand, welches gewöhnlich ein dunkles, zuweilen aber auch ein ziemlich hellrothes Aussehen hatte. Aehnlich war das Verhalten des Inhalts der Aorta. Die Venen der

Unterleibshöhle strotzten in allen Fällen, wo sie untersucht wurden, von dunklem Blut.

Diese Beobachtungen scheinen für den Physiologen und den praktischen Gerichtsarzt nicht ganz ohne Interesse zu sein. Zunächst liefern sie einen neuen Beweis für die Unrichtigkeit des Satzes, dass ein Wechsel der Blutmenge im Gehirn und seinen Häuten unmöglich sei. Freilich ist dieser Beweis schon im Jahre 1850 durch Donders *) geführt worden und wenn auch die Zuverlässigkeit der Donders'schen Methode jeden Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtung niederschlagen musste, so scheint doch der Mangel einer allgemein anerkannten mechanischen Erklärung des Factums und die nahe Beziehung, in welcher dasselbe zu einer genetischen Entwicklung der beim Erstickungstode im Hirnkreislauf eintretenden Veränderungen steht, einen kurzen Rückblick auf eine Frage zu rechtfertigen, welche vor beinahe acht Decennien von einem ausgezeichneten Anatomen angeregt wurde und deren Beantwortung im Laufe dieser Zeit die Geister hervorragender Aerzte und Physiologen Deutschlands und des Auslandes wiederholt beschäftigt hat.

Alexander Monro, der Sohn, sagt in seinen *Observations on the structure and functions of the nervous system*, welche im Jahre 1783 zu Edinburgh erschienen: — because, being inclosed in a case of bone the blood must be continually flowing out of by the veins that room may be given to the blood, which is entering by the arteries. For, as the substance of the brain, like that of the other solids of our body, is nearly incompressible, the quantity of blood within the head must be the same or very nearly the same at all times, whether in health or disease, in life or after death, those cases only excepted, in which water or other matter is effused or secreted from the blood-vessels; for in these a quantity of blood, equal in bulk to the effused matter, will be pressed out of the cranium.

*) *Nederlandsch Lancet* V. 521, im Auszuge mitgetheilt in *Schmidt's Jahrb.* 1851. Bd. 69.

Von Dr. Kellie zu Leith*) wurden, zum Theil in Verbindung mit Monro, Experimente und Beobachtungen angestellt, durch welche die Richtigkeit dieser Ansicht erwiesen werden sollte. In-
dass fielen die Ergebnisse aus diesen Versuchen, welche in der Untersuchung des Gehirns verbluteter Thiere bestanden, doch so verschieden aus, dass man wohl den Wunsch des Experimentators, die mit den physikalischen Gesetzen vom Luftdruck anscheinend in so innigem Einklange stehende Lehre Monro's auch durch den Versuch zu bekräftigen, als eine Erklärung hinnehmen muss für den Widerspruch, in welchen die aus diesen Experimenten gezogenen Schlüsse mit den thatsächlichen Ergebnissen derselben stehen. Denn in vielen Fällen hatte das Gehirn seine natürliche Farbe behalten, in anderen schien es sogar ganz oder theilweise mit Blut überladen zu sein, zuweilen aber beobachtete man auch eine offenbare Abnahme der Blutmenge, welche regelmässig sehr deutlich auftrat, wenn die Thiere vorher trepanirt waren. Bei zwei Erhenkten fanden diese Beobachter sogar eine deutliche Anämie des Gehirns. —

Abercrombie, welcher sich in seinen „Muthmaassungen in Bezug auf den Blutumlauf im Gehirn“**) hauptsächlich auf diese Untersuchungen Kellie's stützt, hält ebenfalls die Ansicht fest, dass grössere Schwankungen in der Gesamtmenge des in der Schädelhöhle enthaltenen Blutes nicht eintreten können und dass die Veränderungen, welche in der Gehirnfuction bei allgemeiner Anämie oder bei einem verstärkten Zufluss des Blutes zum Gehirne auftreten, nicht bedingt werden durch Anämie oder Hyperanämie des ganzen Gehirns, sondern durch partielle Hyperämien und gleichzeitige compensatorische Anämien in den Venen oder Arterien oder auch durch eine Veränderung im Seitendruck.

Später sind diese Ansichten von einigen Schriftstellern in ihrem ganzen Umfange, von anderen mit gewissen Einschränkungen oder weiteren Ausführungen festgehalten worden. So findet Watson***)

*) Transactions of the medico-chirurgical Society of Edinburgh. Vol. I. p. 2.

**) J. Abercrombie's Untersuchungen über die Krankheiten des Gehirnes und Rückenmarks, a. d. Engl. v. Gerhard v. d. Busch. S. 395.

***) Lectures on Medicine in the Medical Gazette Vol. 27.

in den Versuchen Kellie's die factische Bestätigung für die richtige Anwendung eines hydraulischen Gesetzes, lässt sich jedoch durch die im Jahr 1846 von seinem Landsmanne Burrows publicirten Versuche von der Unrichtigkeit der Kellie'schen Experimente und der aus ihnen gezogenen Folgerungen überzeugen. — Clutterbuck *) stellt die Möglichkeit einer Anämie oder Hyperämie in der Schädelhöhle auf's Bestimmteste in Abrede und hebt namentlich hervor, dass eine Blutentziehung auf die Menge des Blutes im Gehirn durchaus nicht wirken könne. — Auch Rochoux **) ist überzeugt, dass durch die Monro-Kellie'schen Untersuchungen die wichtige physiologische Thatsache des Gleichbleibens der Blutmenge in der Schädelhöhle ausser Zweifel gestellt sei.

Unter den Deutschen hat namentlich Hamernjk ***) mit einem gewissen ihm eigenthümlichen „Cynismus der Paradoxie“, um mit den Worten Puchta's †) zu reden, wiederholt hervorgehoben, dass im Gehirn immer eine gleiche Quantität Blut befindlich sei und dass der Schädel sich zu dem Blute des Körpers ganz wie ein Schröpfkopf verhalte. Er glaubt an Versuchen mit Kaninchen den Beweis geliefert zu haben, dass beim Köpfen derselben der in der Schädelhöhle liegende Gefässapparat nicht einen Tropfen von seinem Inhalt verlieren könne.

Zur Widerlegung dieser Ansicht decapitirte ich 2 Kaninchen, welche ebenfalls ein Glasstück im Schädel hatten, mit einem grossen Amputationsmesser von vorne nach hinten, und zwar so schnell, dass höchstens ein minimaler Bruchtheil einer Inspiration in der Zeit, welche etwa zwischen dem Durchschneiden der Carotiden und der Vertebralvenen oder einer Carotis und der Jugularis der anderen Seite verlief, von den Thieren ausgeführt werden konnte ††) (vgl.

*) Artikel „Gehirnschlagfluss“ in der Cyclopaedia of Practical Medicine.

**) Recherches sur l'Apoplexie. Paris 1833. p. 311.

***) Ueber die Verhältnisse des Kreislaufes in der Schädelhöhle. Prager Vierteljahrsschrift Bd. 17. — Die Cholera epidemica p. 114. — Das Herz und seine Bewegung 1858. p. XI.

†) Pandecten, Aufl. 3. S. 14.

††) Die Anämie, welche man in der Schädelhöhle von Geköpften wahrnimmt, soll nämlich nach der Meinung Hamernjk's durch Inspirationsbewegungen bedingt sein, welche in der Zeit zwischen der Trennung der Carotiden und

Vers. 17, 18). Unmittelbar nach der Trennung des Kopfes war eine Farbenveränderung des Gehirns nicht wahrnehmbar, aber schon einige Secunden später zeigte sich eine deutliche Blässe, welche sich mehr und mehr steigerte und nach etwa 1—2 Minuten einen ebenso hohen Grad erreichte, wie nach dem Tode durch Strangulation. Nach Eröffnung der Schädelhöhle erschien das Gehirn an seiner ganzen Oberfläche und im Inneren seiner Substanz in hohem Grade anämisch.

Dietl*) räumt zwar das Vorkommen von Anämien und Hyperämien des Gehirns ein, behauptet aber trotzdem wiederholt, dass das Gehirn immer eine gleiche Menge Blut in seinen Gefässen zu erhalten strebe und dass namentlich durch Blutentziehungen keine Abnahme der Blutmenge, ja nicht einmal eine Abnahme des Blutandranges in den Contentis der Schädelhöhle herbeigeführt werden könne.

Engel**) ist der Meinung, dass eine Veränderung der im Schädel enthaltenen Blutmenge auch an der Leiche unmöglich sei, so lange der Schädel oder die zu- und abführenden Gefässe unverletzt seien, dass freilich in pathologischen Fällen während des Lebens der Raum, welcher durch eine partielle oder allgemeine Blutvermehrung oder Verminderung gewonnen oder verloren werde, durch den Austritt oder das Verschwinden einer anderen Flüssigkeit frei gemacht würde, dass dies jedoch an der unversehrten Leiche kaum eintreten könne, und Leichenhypostasen am Gehirn und seinen Häuten sich erst dann bilden würden, wenn die Eröffnung des Schädels eine grössere Ortsveränderung des Bluts gestatte. Sie sollen demgemäss um so deutlicher sichtbar werden, je längere Zeit seit der Wegnahme des Schädeldaches verstrichen ist. Engel wiederholt hiermit die Behauptung Kellie's, dass „die Menge des Blutes in den Gehirngefässen weder durch die Einflüsse der Schwerkraft, noch durch die Lage des Kopfes verändert wird“, eine Behauptung, welche schon acht Jahre vor dem

Vertebralarterien der einen Seite und der Jugularis interna der anderen Seite etwa verläuft. Prager Vierteljahrschrift. Bd. 39. S. 46. Anm.

*) Anatomische Klinik der Gehirnkrankheiten. S. 62, 286, 289.

**) Darstellung der Leichen-Erscheinungen und deren Bedeutung.

Erscheinen des Engelschen Buches von Burrows*) gründlich widerlegt worden ist. Da indessen die Untersuchungen Burrows, wenn sie mit dem an Spitzfindigkeit grenzenden Skepticismus Engel's betrachtet werden, noch den Einwand zulassen, dass die Hyperämie oder Anämie des Gehirns, welche von Burrows so unverkennbar beobachtet wurde, erst während der Eröffnung des Schädels eingetreten sei, so erschien es mir nicht überflüssig, die Richtigkeit der Burrows'schen Beobachtungen durch einige Versuche zu constatiren. Zu diesem Zwecke brachte ich 4 Kaninchen, deren Schädel in gewohnter Weise vorbereitet war, nachdem ich sie auf verschiedene Art erstickt und dadurch eine starke Gehirn-anämie hervorgerufen hatte, in verschiedene Stellungen, indem ich das eine an den Ohren, das andere an den Hinterbeinen aufhängte, das dritte mit etwas erhöhtem Kopfe auf den Bauch und das vierte platt auf den Rücken lagerte. — Bei dem zweiten und vierten Thier erschienen schon 1 Stunde nach dem Tode die vorher beinahe unsichtbaren Gefässe mit dunklem Blut gefüllt und 20 Stunden post mortem war bei beiden Thieren das ganze Gehirn in hohem Grade hyperämisch; bei dem ersten und dritten Thier dagegen war eine starke und ausgedehnte Anämie andauernd wahrzunehmen.

Bergmann**), welcher in der seine Schriften so hervorragend auszeichnenden klaren und knappen Darstellungsweise die bei der Circulation im Schädel concurrirenden physikalischen Bedingungen einer eingehenden Kritik unterwirft, und namentlich die Möglichkeit einer Druckveränderung des Blutes im Schädel ohne gleichzeitige Zunahme der Gefässlumina sehr klar veranschaulicht, giebt zwar zu, dass die Blutgefässe des Gehirns sich unter einem absolut oder im Verhältniss zu der Widerstandsfähigkeit ihrer Wandungen vermehrten Druck in geringem Grade ausdehnen können und dass die Möglichkeit dieser Ausdehnung durch das Ausweichen der Cerebrospinalflüssigkeit in den mit weniger resistenten Wandungen versehenen Spinalkanal noch in Etwas vermehrt wird, nimmt aber doch an, dass die Erscheinungen der Gehirncongestion und

*) Burrows a. a. O. S. 13 ff.

**) Wagner's Handwörterbuch. Bd. 2. S. 299 ff.

der Gehirnanämie weniger ihren Grund haben in einer Zu- oder Abnahme der Menge des Blutes, als vielmehr in den mechanischen und nutritiven Wirkungen einer Zu- oder Abnahme des Druckes, unter welchem das Blut in den Gefässen des Gehirns circulirt.

Der Erste, welcher mit Entschiedenheit gegen die *Monro-Kellie'sche* Ansicht auftrat, war *Burrows*. Er wies nach, dass *Kellie's* Versuche und Behauptungen nicht in Einklang mit einander stünden, und nachdem er durch eigene Experimente und durch die Betrachtung mancher physiologischer Vorgänge den Wechsel in der Blutmenge des Gehirns als eine unzweifelhafte Thatsache erkannt hatte, suchte er die Widersprüche, in welchen diese Thatsache mit den physikalischen Gesetzen vom Luftdruck zu stehen scheint, durch eine genaue Erwägung der Einflüsse zu schlichten, welche von den verschiedenen bei der Circulation im Schädel mitwirkenden *Factoren* ausgehen. Statt anzunehmen, dass die Menge des Gehirnbluts immer dieselbe sei, hält er fest, dass der Gesamttinhalt des Schädels (*Gehirnsubstanz, Blut und Serum*) immer fast dieselben quantitativen Verhältnisse darbietet, und dass, da die Gehirnsubstanz als eine incompressible Masse angesehen werden müsse, die Schwankungen in der Blutmenge immer durch entgegengesetzte Schwankungen in der Menge des im Gehirn enthaltenen *Liquor cerebrospinalis* compensirt werden. Von besonderer Bedeutung für diese Vorgänge sind aber nach *Burrows* auch noch die zahlreichen Spalten und Löcher der Schädelknochen *), durch welche nach seiner Meinung ein Gleichgewicht des Druckes zwischen den Theilen innerhalb und ausserhalb des Schädels vermittelt wird. — Zu gleichen Ergebnissen führten die in ähnlicher Weise angestellten Untersuchungen von *Berlin* **), und wenn nun nach seinen und *Burrows* Beobachtungen und Deductionen noch Zweifel an der Veränderung der Blutmenge im Gehirn übrig bleiben konnten, so mussten sie vollständig vernichtet werden durch die Methode, welche *Donders* seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand zu Grunde legte, dieselbe, welche auch ich mit einigen Modificatio-

*) *Burrows* a. a. O. S. 27.

**) *Nederl. Lancet*. Febr. 1850, im Auszuge in *Schmidt's Jahrb.* 1851. Bd. 69. S. 14.

nen bei meinen Experimenten benutzt und oben ausführlich beschrieben habe. Bei der mittelst dieser Methode ermöglichten mikroskopischen Betrachtung der Pia mater fand er nach Steigerung des Expirationsdruckes Vergrößerungen von Gefäßdurchmessern um 0,10—0,09 Mm., und nach einer schnellen Blutentziehung Verkleinerungen um 0,04—0,12 Mm. — Endlich ist auch noch von Kussmaul und Tenner *) in ihren Untersuchungen über den Zusammenhang der Gehirnanämie mit fallsuchtartigen Zuckungen die Unhaltbarkeit der Monro-Kellie'schen Lehre durch ähnliche Versuche, wie sie von Donders angestellt wurden, erwiesen worden.

Dürfen wir nun auch nach diesen Experimenten und Deductionen von Burrows und Berlin, nach den Beobachtungen von Donders, von Kussmaul und Tenner und nach den Ergebnissen meiner Versuche den Wechsel der Gesamtblutmenge innerhalb der Schädelhöhle als eine unzweifelhaft feststehende Thatsache betrachten, und das wichtigste Mittel für den Eintritt dieses Wechsels in einer compensatorischen Zu- oder Abnahme der Cerebralflüssigkeit suchen, so sind uns doch die Quellen und die Abzugskanäle, welche so schnelle und bedeutende Veränderungen in der Menge dieser Flüssigkeit ermöglichen, noch keineswegs mit Sicherheit bekannt. Denn, obwohl wir annehmen dürfen, dass die Wege der Ausgleichung nur der Wirbelkanal oder die Blutgefäße des Schädelinhalts sein können, so lässt sich doch noch nicht entscheiden, auf welchem von diesen beiden Wegen, ob überhaupt nur auf einem oder ob auf beiden die Regulation vermittelt wird. Virchow **) ist durch anatomische Forschung und durch einen in Gemeinschaft mit Köl liker angestellten Versuch zu dem Resultate gekommen, dass eine ganz offene Communication sämtlicher arachnoidealer und subarachnoidealer Räume des Gehirns mit dem Sack der Arachnoidea spinalis nicht vorhanden ist, sondern dass dieser letztere am Tentorium abschliesst. Er statuirt nun zwar die Möglichkeit einer Regulation durch Veränderung in der Stellung des Tentoriums, ist aber der Meinung, dass die hierdurch ermöglichte Raumveränderung für die Erklärung der Schwankungen,

*) Kussmaul und Tenner a. a. O. S. 51 ff.

**) Handb. der speciellen Pathologie. Bd. 1. S. 112.

welche in der Blutmenge der Schädelhöhle vorkommen, lange nicht genüge und nimmt mit Donders an, dass namentlich auch die Gefässe die Ab- und Zuflusskanäle für die Cerebrospinalflüssigkeit seien. Luschka*) dagegen spricht sich über diese Verhältnisse sehr bestimmt folgendermaassen aus: „Ihren Sitz hat die Cerebrospinalflüssigkeit in der Art einerseits in den Hirnhöhlen, andererseits in dem Subarachnoidealraume des Gehirns und Rückenmarks, dass sie in beiderlei Räumlichkeiten stets continuirlich und in einer unaufhörlichen Bewegung begriffen ist. Der Verband der für jene Räumlichkeiten gleichartigen Flüssigkeiten geschieht hauptsächlich durch die kleine, rundliche, im unteren Gefässvorhang zwischen dem verlängerten Mark und dem kleinen Gehirn befindliche Lücke.“ Mit dieser Ansicht stimmen die bekannten Beobachtungen von Symptomen des Hirndruckes nach Reposition des Sackes einer Spina bifida und von Convulsionen nach Entleerung des Liquor cerebrospinalis überein. Dagegen scheint es, als liesse der Wechsel in der Menge des Blutes und der Cerebrospinalflüssigkeit sich nicht ganz ungezwungen mit der Annahme vereinigen, nach welcher das Blut und die Gefässe des Schädelinhaltes selbst diesen Wechsel durch Resorption oder Transsudation vermitteln. Gerade dann, wenn die Blutmenge in den Gefässen des Hirns und seiner Häute zunimmt und damit der Druck des Blutes auf die Gefässwände sich steigert, muss die Quantität der Cerebralflüssigkeit, um dem Blute Platz zu machen, abnehmen. Sie wird also schwerlich in die ohnehin schon stärker gefüllten Gefässe übertreten können, da diese wegen des hohen, durch die Aufnahme von Flüssigkeit nothwendig noch wachsenden Druckes, unter welchem das Blut in ihnen steht, wenig zur Resorption geeignet sind. Zwar hat Donders**) die Ansicht ausgesprochen, dass eine Zunahme des Durchmessers der Arterien auf die Resorption der Flüssigkeit durch die Capillaren und ihre Fortleitung durch die Venen ähnlich wirken müsse wie eine äussere Compression (z. B. durch Binden) auf die Resorption exsudativer Substanzen, aber in solchen Fällen möchte das Schwinden der Geschwulst doch

*) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns S. 161.

**) Virchow a. a. O. S. 113.

wohl weniger auf einer vermehrten Blutzufuhr, als vielmehr auf einer durch Compression der Gefässe herbeigeführten Anämie und daraus erwachsenden Atrophie basiren. Umgekehrt scheinen die Bedingungen, welche eine Abnahme der Blutmenge in den Schädelcontentis und damit eine Zunahme des Liq. cerebralis veranlassen, wenigstens zum Theil der Art sein zu können, dass sie mit der Ansicht harmoniren, nach welcher die Menge dieser Flüssigkeit durch die Gefässe selbst regulirt wird.

Wenn nämlich die Anämie veranlasst wird durch eine Zunahme der Contraction in den Arterien und Venen, so wird das Blut in den Capillaren nothwendig unter einen höheren Druck kommen und auf diese Weise werden grössere Mengen von Serum die Wände derselben durchdringen. Wird dagegen die Hirnanämie durch Bedingungen veranlasst, welche nicht innerhalb der cerebralen Gefässe liegen, ist sie z. B. Folge von Herzschwäche, so wird auch schwerlich eine Steigerung des Druckes in den Capillaren oder eine aus derselben resultirende Zunahme von Transsudat eintreten können. Gerade bei meinen Experimenten schien, wie ich unten noch weiter ausführen werde, die Hirnanämie nicht die Folge einer vermehrten Contraction der Gefässe des Schädelinhalts, sondern vielmehr anderer, ausserhalb der Schädelhöhle gelegener Vorgänge zu sein.

Mag indessen der Wechsel in der Menge des Liq. cerebralis durch die Gefässe des Hirns und seiner Häute oder durch eine Verdrängung in den expansiblen Wirbelcanal vermittelt werden, immer liegen hier Einrichtungen vor, durch welche der Leichtigkeit des Eintritts und der Ausdehnung in den Schwankungen der Blutmenge grössere Hindernisse entgegengestellt sind, als an irgend einem anderen Theile des Organismus. Alle anderen Organe nämlich werden, je nach ihrem grösseren oder geringeren Elasticitätsgrade, schwerer oder leichter in einen Zustand von Hyperämie oder Anämie gerathen, während der atmosphärische Druck, weil er überall gleichmässig wirkt, für diesen Wechsel ohne Bedeutung ist. Anämien oder Hyperämien der Schädelhöhle dagegen werden immer nur unter dem Widerstande einer durch das Blut verdrängten oder für das Blut eintretenden Flüssigkeit sich bilden können,

ein Widerstand, welcher, mag nun die Menge der Flüssigkeit durch Resorption und Secretion oder durch einfache Dislocation wechseln, doch unzweifelhaft den Eintritt der Schwankungen in der Blutmenge erschwert. Hierin glaube ich die Hauptbedeutung der eigenthümlichen Verhältnisse, unter welchen der Kreislauf in der Schädelhöhle verläuft, mit um so grösseren Rechte zu suchen, als auch die anatomische Anordnung der Gefässe des Gehirns und seiner Häute Veränderungen in der Blutmenge dieser Organe augenscheinlich erschwert. Denn, während auf der einen Seite der Andrang des Blutes durch die Windungen der inneren Karotiden und Vertebralarterien gemässigt, durch die Resistenz der knöchernen Hohlcanäle, welche diese Gefässe durchlaufen, nach aussen abgelenkt (collaterale Wallung, Abercrombie, Virchow) und durch die vielfachen Ramificationen der Arterien in der Pia mater*) noch mehr herabgedrückt wird, ergiesst das Blut sich, nachdem es ein Capillarnetz passirt, welches an Feinheit der Gefässe und Enge der Maschen nicht seines Gleichen hat, unter grösstentheils rechten Winkeln in äusserst weite und starrwandige Kanäle, aus welchen sein Abfluss durch seine Schwere und durch die Athembewegungen wesentlich gefördert wird. So wird die Gefahr eines zu grossen Druckes durch eine Reihe kräftiger Widerstände und die aus diesen nothwendig erwachsende Gefahr einer Stockung durch eine Erleichterung des Abflusses in hohem Grade gemildert.

An die Bekanntschaft mit der Anämie des Gehirns als einer durch Strangulation regelmässig herbeigeführten Thatsache knüpfte sich der Wunsch nach einer Erkenntniss derjenigen Vorgänge, welche als Verbindungsglieder zwischen der Strangulation und dem Erblassen des Gehirns die unmittelbare Veranlassung zu diesem letzteren enthalten. Bei einer methodischen Untersuchung über das Wesen derselben musste zunächst die Frage ins Auge gefasst werden, ob die Gehirnblässe nur durch Strangulation oder auch durch andere Formen der Erstickung herbeigeführt werde und eine bejahende Antwort auf die zweite Hälfte dieser Frage führte dann

*) Vgl. Kölliker, Handb. der Gewebelehre. S. 310.

auf dem weiteren Wege der Forschung zu einer Entscheidung darüber, ob ausser dem Suffocationstode noch andere Todesarten existirten, unter deren Einwirkung die Gehirnanämie zum Vorschein komme, ja, ob dieselbe vielleicht eine häufige oder gar eine constante Begleiterin des Aufhörens der Lebensvorgänge überhaupt sei. Fiel die Antwort auf diese Frage gleichfalls bejahend aus, so ergab sich hieraus, dass die Bedingungen für die Gehirnanämie nicht allein als die Folgen der Suffocation, sondern vielmehr als die Folgen einer grossen Anzahl anderer Vorgänge aufzufassen seien.

Zur Beantwortung der ersten Frage, ob die Anämie nur Folge von Strangulation oder ob sie Folge der Suffocation überhaupt sei, habe ich das Gehirn bei einer Anzahl von Kaninchen beobachtet, während ich sie durch Ertränken (Vers. 19), durch Compression des Thorax (Vers. 13, 14), durch Injection von Wasser in die Lungen (Vers. 20) oder endlich in der Weise tödtete, dass ich eine in das untere Ende der vorne angeschnittenen Trachea luftdicht eingebundene Röhre durch Wasser absperrte (Vers. 21, 31) und so die Erneuerung der von dem Thiere geathmeten Luft verhinderte. Diese Experimente haben, was die Anämie des Gehirns anbetrifft, im Wesentlichen dieselben Ergebnisse geliefert, wie ich sie unter den nach der Todesart durch Strangulation auftretenden Veränderungen beschrieben habe. Immer war eine etwa 5—15 Secunden vor dem letzten Athemzuge beginnende, in dem Momente des Todes sehr merklich und längere Zeit nach dem Tode noch immer mehr zunehmende Blässe der Gehirnoberfläche sehr deutlich wahrzunehmen.

Ganz ähnliche Resultate lieferten auch die Versuche, in welchen ich die Thiere durch Inhalation von Chloroform (Vers. 24), von Schwefelwasserstoff (Vers. 22) oder von Kohlensäure (Vers. 25) oder durch Injection von Blausäure oder arseniger Säure in den Magen ums Leben brachte (Vers. 28, 29). Nur bei der Vergiftung mit Schwefelwasserstoff bin ich in Bezug auf den Eintritt der Anämie vor dem Tode etwas zweifelhaft gewesen. Denn hier sind die Veränderungen, welche in dem Aussehen des Gehirns vermöge des Einflusses eintreten, den dieses Gas auf die Farbe des Blutes hat, so intensiv, dass sie die Schärfe des Urtheils über kleinere

Schwankungen in der Menge des Blutes abstumpfen. Ganz besonders früh und deutlich aber tritt die Gehirnanämie bei der Chloroformvergiftung ein. Hier beobachtete ich schon länger als eine Minute vor dem Tode eine unverkennbare Blässe des Gehirns, welche immer mehr zunahm, kurz vor Eintritt des Todes schon einen sehr hohen Grad erreicht hatte und nach demselben sich noch bedeutend steigerte.

Konnte nun das constante Auftreten der Gehirnanämie bei verschiedenen Todesarten die Vermuthung rege machen, dass dieselbe vielleicht eine ausnahmslose Begleiterin des Todes sei, so musste diese Vermuthung durch zwei Versuche wieder vollständig vernichtet werden. Wenn ich nämlich Kaninchen durch Inhalation von Kohlenoxydgas (Vers. 26) oder Leuchtgas (Vers. 27) vergiftete, so beobachtete ich neben einer grossen Zahl anderer Erscheinungen, deren Mittheilung ich für spätere Zeiten vorbehalte, schon lange Zeit vor dem Tode eine deutliche Zunahme der Röthe des Gehirns und eine stärkere Anfüllung der an seiner Oberfläche sichtbaren Gefässe. Diese höchst intensive Hyperämie scheint bei der Vergiftung mit Kohlenoxydgas einige Minuten nach dem Tode etwas abzunehmen, bei der Vergiftung mit Leuchtgas dagegen bleibt sie noch lange Zeit nach dem Eintritt des Todes in unveränderter Stärke bestehen. Diese beiden Fälle liefern also den Beweis, dass die Gehirnanämie nicht eine nothwendige und constante Begleiterin des Aufhörens der Lebenserscheinungen ist, sondern dass im Gegentheil der Tod auch unter den Erscheinungen einer intensiven Hyperämie des Gehirns eintreten, dieselbe auch noch lange Zeit nach seinem Eintritt unverändert fortbestehen kann. Demgemäss formulire ich das Ergebniss meiner Untersuchungen über die Anämie des Gehirns beim Erstickungstode dahin, dass nicht allein bei der Suffocation, sondern auch bei anderen, aber nicht bei allen Todesarten mit dem Eintritt des Todes eine Abnahme in der Blutmenge des Hirns zusammenfällt oder mit anderen Worten, dass die häufig, aber nicht immer mit dem Tode eintretende Anämie des Gehirns auch beim Suffocationstode nicht fehlt, sondern vielmehr hier durchaus constant und besonders deutlich wahrnehmbar ist.

Welches sind nun die Ursachen dieser auffallenden Erscheinung? — Bekanntlich ist die Bewegung und Vertheilung des Bluts im ganzen Körper und somit auch in der Schädelhöhle hauptsächlich von vier Factoren abhängig, von der Thätigkeit des Herzens, dem Contractionsgrade der Gefässe, den rhythmischen Erweiterungen und Verengerungen des Thoraxraumes und von der Schwere des Blutes. Einige andere Einflüsse, welche modificirend auf die Bewegung des Bluts wirken, die bei der Ernährung und der pathologischen Exsudation vorkommende Anziehung oder der äussere Druck können hier füglich unberücksichtigt bleiben. Da nun nicht anzunehmen ist, dass die beim Erstickungstode wahrnehmbare Gehirn-anämie durch ganz neue, nur bei diesem Vorgange zur Geltung kommende Kräfte vermittelt werde, so muss der Grund für dieselbe nothwendig in einer modificirten Thätigkeit eines oder mehrerer der vier genannten Factoren liegen. Die Möglichkeit eines Einflusses der Athembewegungen auf die uns beschäftigende Veränderung in dem Blutgehalte des Gehirns muss von vorn herein in Abrede gestellt werden. Wahrscheinlich sind es, wie ich noch weiter unten ausführen werde, grade Modificationen dieser Thätigkeit, welche eine Anhäufung des Blutes in den Lungen und die dadurch bedingte, der Anämie des Gehirns häufig vorausgehende Gehirncyanose veranlassen. Es scheint also unmöglich, dass ein Vorgang trotz seiner anscheinend vollkommen gleichartigen Fortdauer plötzlich eine der früheren grade entgegengesetzte Wirkung herbeiführen sollte. Dazu kommt, dass die Respiration schon still steht, wenn das Erblassen des Gehirns erst eben begonnen und noch lange nicht seinen höchsten Gipfel erreicht hat.

Es kann also von den genannten Factoren nur noch die Schwere des Blutes, die Contractilität der Gefässe des Schädelinhaltes und die Herzaction in Betracht kommen. Die Erforschung des Einflusses der Schwere bot keine Schwierigkeiten. Es war nur nöthig, das Gehirn einiger Thiere zu beobachten, welche während der Strangulation eine Stellung einnahmen, in der ein Abfluss des Bluts aus der Schädelhöhle vermöge seiner Schwere unmöglich war. Zu diesem Zweck strangulirte ich mehrere Kaninchen, nachdem sie an den Beinen aufgehängt waren. Die Ergebnisse der Beobach-

tung des Gehirns waren allerdings der Art, dass sie einen geringen Einfluss der Schwere auf das Erblassen des Gehirns bewiesen. Denn die Blässe trat nicht so intensiv hervor, wie bei denjenigen Thieren, welche auf dem Bauche und den Beinen liegend, also in einer Stellung strangulirt wurden, in welcher der Abfluss des Blutes aus der Schädelhöhle in die tiefer liegenden Theile des Körpers durch die Schwere befördert wurde. Da aber auch in diesen Fällen das Erblassen so deutlich war, dass an seiner Existenz nicht der leiseste Zweifel aufkommen konnte, so liegt es auf der Hand, dass die Schwere nicht als die einzige, ja nicht einmal als die hauptsächlichste Bedingung für den Eintritt und die Entwicklung der Gehirnanämie aufgefasst werden darf.

Weit grösser und theilweise bis jetzt noch unüberwindlich sind die Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung des Einflusses entgegenstellen, den die Contractionsfähigkeit der Gefässe des Hirns auf die bei der Suffocation eintretende Abnahme seines Blutgehaltes etwa ausüben möchte. Nach den Aufschlüssen, welche wir durch das berühmte Experiment Cl. Bernards über die Veränderungen erhalten haben, die nach der Durchschneidung des Sympathicus am Halse in den Circulationsvorgängen am Ohr und an der Gesichtshälfte derselben Seite zum Vorschein kommen, musste die Annahme nahe liegen, dass ähnliche Modificationen auch an der entsprechenden Hälfte des Gehirns eintreten würden. Die Richtigkeit dieser Vermuthung ist durch meine Experimente bestätigt worden. Ich beobachtete nämlich bei einem Kaninchen, welchem der Sympathicus an der rechten Seite des Halses durchschnitten war und bei dem sich in Folge dessen eine deutliche Zunahme der Röthe und der Temperatur des rechten Ohrs zeigte, als ich es 45 Stunden nach der Durchschneidung trepanirte, neben einer bedeutend stärkeren Blutung aus der Diploe der rechten Schädelhälfte eine weit bedeutendere Injection an den Gefässen der rechten als an denen der linken Hemisphäre. Als drei Stunden nach der Trepanation und der Einsetzung des Glasstückes auch links der Sympathicus durchschnitten wurde, nahm die linke Hemisphäre dasselbe Aussehen an, welches die rechte schon vorher gezeigt hatte (Vers. 32). Ganz analog waren die Ergebnisse, wenn ich

einen oder beide Sympathici erst nach der Trepanation durchschnitten (Vers. 30, 31). Einmal habe ich auch das Kopfende des blossgelegten und durchschnittenen Sympathicus durch einen starken Inductionsstrom gereizt. Während der Reizung schien die entsprechende Gehirnhälfte ein etwas blässereres Aussehen zu bekommen (Vers. 32), doch will ich dies, da ich das Experiment nur einmal und noch dazu unter etwas ungünstigen Bedingungen gemacht habe, nicht mit aller Sicherheit behaupten. So viel ergibt sich indess, wenn auch dieses letzte Experiment wegen der Zweifelhaftheit seines Ergebnisses nicht mit in Rechnung gebracht wird, aus den übrigen Versuchen mit Bestimmtheit, dass der Sympathicus denselben Einfluss, welchen er auf die Gefässe des Ohrs und des Gesichts hat, auch auf die Gefässe der Pia mater ausübt, dass also durch Lähmung dieses Nerven eine Erschlaffung, durch Reizung desselben eine Contraction der Gefässe hervorgerufen wird. Wäre die Möglichkeit einer über das gewöhnliche Maass hinausgehenden Contraction der Gefässwänden einzig und allein von einem Einflusse des Sympathicus auf dieselben abhängig, könnte eine Verengerung der Gefässlichtung nur unter Vermittelung dieses Nerven eintreten, so würde nach seiner Lähmung (Durchschneidung) eine Zusammenziehung der Gefässmuskulatur unmöglich noch erfolgen können und es würde nun aus einer dennoch erfolgenden Abnahme des Füllungszustandes der Gefässe, wie dieselbe auch nach der Durchschneidung des Sympathicus bei der Strangulation immer vorkommt, auf eine ausserhalb der Gefässe liegende Bedingung der Abnahme ihres Inhalts zu schliessen sein. Es darf aber diese Annahme nicht ohne Weiteres als richtig festgehalten werden, weil die Möglichkeit vorliegt, dass die Gefässmuskulatur sich auch so zu sagen auf eigenen Antrieb und keineswegs einzig und allein durch Vermittelung ihrer Nerven contrahiren könne. Indess scheinen der Entscheidung über die Frage, einen wie grossen Antheil die selbständige, ohne einen Nerveneinfluss zu Stande kommende Muskelcontraction der Gefässe an der mit dem Erstickungstode verbundenen Gehirnanaemie hat, noch unüberwindliche Hindernisse entgegenzustehen und wir können uns hier nur auf Virchow's Worte beziehen, wenn er bei einer Be-

sprechung der Reizbarkeit der Gefässmuskulatur darauf hinweist, „wie bedenklich es ist, sich hier einer bestimmten Theorie zuzuwenden und wie leicht möglich es ist, dass neue Erfahrungen wiederum die Möglichkeiten ändern können“ *).

Eben so schwierig möchte es sein, die Anämie des Gehirns aus Veränderungen im Contractionsmodus des Herzens herzuleiten. Ist es auch bekannt, dass eine Verminderung der Herzkraft zur Anhäufung des Bluts in denjenigen Theilen des Gefässsystems führt, in welchen die grössten Widerstände sich seiner Fortbewegung entgegenstellen und darf man auch annehmen, dass die mit dem Eintritt des Todes fast regelmässig sich ausbildende Stockung des Bluts in den grösseren Venenstämmen mindestens zum Theil eine Folge der verminderten Herzkraft ist, durch welche eine Ueberwindung der in den Venen relativ sehr grossen Widerstände nicht mehr ermöglicht werden kann, so ist es doch aus diesem Verhältniss kaum erklärlich, wie so hohe Grade von Anämie der Capillaren und der doch auch nicht mehr zu den kleinsten Venen des Körpers gehörenden Venen der Pia mater bei gleichzeitiger venöser und capillärer Hyperämie aller anderen Organe eintreten können. — Schnell und in grosser Menge ergiesst sich das Blut in die grossen Venenstämmen des Halses, ohne dass entsprechende Mengen durch die Arterien nachströmen, die aufrechte Stellung begünstigt den Gesetzen der Schwere gemäss diese Bewegung, aber sie ist es nicht allein, welche dieselbe veranlasst, nur Veränderungen im Contractionsgrade der Gefässe oder in der Thätigkeit des immer noch längere Zeit nach dem letzten Athemzuge fortarbeitenden Herzens können nach unserem aus den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen geschöpften Urtheil die Bedingungen sein für einen Vorgang, welcher bei verschiedenen Todesarten constant vorkommt und bei einigen derselben besonders auffallend erscheinen muss.

Das häufige Vorkommen der oben genauer beschriebenen blutleeren Interstitien in den grösseren Venen der Pia mater scheint in ziemlich einfachen Veränderungen der Blutbewegung in diesen Gefässen eine naturgemässe Interpretation zu finden. Diese anämi-

*) Virchow, Spec. Pathologie. S. 119.

schen Zwischenräume scheinen nämlich die Folgen der geringeren Menge und der ungleichmässigen Bewegung des Bluts in diesen Gefässen zu sein. Sie können sich also eben so gut in Folge einer Veränderung in der Thätigkeit der Gefässe wie durch eine Modification in den Bewegungen des Herzens entwickeln und daher nicht zur Entscheidung über die Frage benutzt werden, welcher von diesen Vorgängen zu dem Erblassen des Gehirns Veranlassung giebt. Da die Bewegung des Bluts in den Venen der Pia mater nicht auf einen Schlag, sondern an einigen Punkten der Gefässe etwas früher, an anderen etwas später aufzuhören scheint, so wird sich der in Bewegung begriffene Theil des Blutes von dem ruhenden losreissen und es wird sich auf diese Weise nothwendig in dem ohnehin schon dürftig angefüllten Gefäss ein vollkommen blutleerer Raum ausbilden müssen, welcher durch die gegenseitige Berührung der inneren Wände dieses Gefässabschnitts ausgefüllt wird. An den Einmündungsstellen kleinerer Venen in grössere, wo diese blutleeren Interstitien besonders häufig vorkommen, werden sie dann entstehen, wenn die Bewegung des Bluts in dem grösseren Gefäss noch etwas länger dauert, als in dem kleineren. Vermöge der Cohäsion des Bluts wird dann von dem eben ins Stocken gerathenden Inhalt des kleineren Gefässes eine geringe Menge durch das in dem grösseren Gefäss noch strömende Blut mit fortgerissen.

Eine kurze Berücksichtigung der convulsivischen Erscheinungen, welche bei der Erstickung fast regelmässig beobachtet werden, mag hier um so lieber einen Platz finden, als die in neuester Zeit von Kussmaul und Tenner *) angestellten Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf eine schon längst bekannte Quelle dieser Bewegungen von Neuem rege gemacht haben. Durch ihre Untersuchung ist der bestimmte Nachweis geliefert, dass die nach grossen Blutverlusten auftretenden convulsivischen Erscheinungen einzig und allein bedingt sind durch Anämie des Gehirns. In Uebereinstimmung hiermit haben meine Beobachtungen ergeben, dass auch bei der Suffocation die Zuckungen in besonders grosser Zahl und in völlig unzweideutiger Form mit dem Eintritt der Gehirnanämie zusammenfallen. Freilich soll damit nicht behauptet sein, dass die

*) Kussmaul und Tenner a. a. O.

Gehirnanämie die einzige Quelle der bei der Erstickung eintretenden Convulsionen sei, im Gegentheil zeigten sich mehrmals auch im Augenblick der stärksten Gehirnecyanose deutliche convulsivische Bewegungen, aber dieselben traten doch so sehr viel häufiger und so unverkennbar viel deutlicher gleichzeitig mit der Anämie des Gehirns ein, dass es gewiss gerechtfertigt ist, die Annahme festzuhalten, dass die gegen das Ende des Lebens bei Erstickten fast regelmässig eintretenden Zuckungen nicht, wie man gewöhnlich annimmt und wie auch Kussmaul und Tenner glauben, die Folgen einer „asphyktischen Umwandlung des rothen Bluts in schwarzes“ oder „einer venösen Hirnstase“ seien, sondern dass dieselben vielmehr ebenso wie die bei der Verblutung eintretenden Zuckungen in einer Gehirnänämie begründet seien. Eine Stütze für die Richtigkeit dieser Ansicht glaube ich namentlich auch in einer Beobachtung zu finden, welche ich bei einem Thiere machte, das durch Injection von Wasser in die Lungen getödtet wurde (Vers. 20). Hier zeigte sich einmal noch lange Zeit vor dem Eintritt des Todes gleichzeitig mit einem deutlichen Erblassen des Gehirns eine ziemlich heftige und weit verbreitete Zuckung, welche dann mit einer Zunahme der Gehirnröthe auch sofort aufhörte. Damit soll aber, wie ich bereits erwähnt habe, keineswegs behauptet werden, dass jede beim Erstickungstode vorkommende Convulsion durch Gehirnänämie bedingt sei. Im Gegentheil, es ist unzweifelhaft, dass auch durch die Rückstauung des venösen Blutes in die Gefässe des Hirns, durch Gehirnecyanose heftige krampfartige Bewegungen vermittelt werden können. Der Hippokratische Ausspruch (Aphorismen Sect. 6. No. 39) *Σπασμὸς γίνεται ἢ ὑπὸ πληρώσεως ἢ κενώσεως* hat daher seine Gültigkeit nicht allein für die Genese eines grossen Theiles der Krämpfe im Allgemeinen, er gilt auch für die Entwicklung der convulsivischen Bewegungen bei der Suffocation.

Nach dem übereinstimmenden Zeugnisse erfahrener Gerichtsärzte und nach meinen Beobachtungen an Thieren gehören verschiedene, zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankende Grade

von Lungenhyperämie zu den frequentesten Zeichen des Erstickungstodes. Für die Entwicklung dieses in der grossen Mehrzahl der Fälle vorkommenden Befundes hat man verschiedene Erklärungen zu finden versucht Metzger *) erklärte ganz allgemein aus der „unterdrückten Respiration, durch welche dem vom rechten Herzventrikel zuströmenden Blut ein unüberwindliches Hinderniss entgegengesetzt werde“, die starke Anfüllung der Lungen mit Blut. — Masius **) glaubte „die Ursache für die Versperrung des Weges zum hinteren Herzen in der verhinderten Ausdehnung der Lungen“ zu finden und Henke ***) stellte die Vermuthung auf, „dass ein nicht arterialisirtes Blut schwieriger durch die Lungen hindurchgehe“.

Durch Krahmer †) wurde endlich im Jahre 1851 mit Glück der Versuch gemacht, diese Erscheinung zu den bei der Erstickung im Mechanismus der Athembewegungen eintretenden Modificationen in Beziehung zu setzen und den schon von Schlichting und Haller ††) gekannten, von Magendie, Poiseuille, Valentin und namentlich von Ludwig †††) in seinen Details beleuchteten Einfluss der Athembewegungen auf die Circulation für die Erklärung der Lungenhyperämie bei der Erstickung auszubeuten. Die Menge des im Brustraum enthaltenen Blutes steht nach seiner gewiss richtigen Anschauung zu der Menge des Bronchialinhaltes im umgekehrten Verhältniss, dergestalt, dass bei einer behinderten oder gänzlich abgeschnittenen Zufuhr des letzteren die Menge des ersteren mit der Inspiration wachsen, bei einem gleichzeitig mit der Exspiration gehinderten Austritt des Bronchialinhaltes aber abnehmen wird. In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung macht er die Menge des bei Erstickten in den Lungen sich vorfindenden Blutes von dem Umstande abhängig, „ob die Abschlüssung der Luftwege im Momente einer tiefen Ausathmung oder im Momente

*) Metzger, a. a. O. p. 222.

**) Masius, a. a. O. p. 317.

***) Henke, a. a. O. p. 307.

†) Handbuch der gerichtl. Medicin, 1. Aufl. 1851. p. 393 ff.

††) Elem. physiol. T. II. p. 331.

†††) Müller's Archiv 1847. p. 242.

der vollendeten Einathmung oder zwischen beiden eintrat" und giebt an, dass „je grösser das in den Lungen abgesperrte Luftvolumen, desto geringer die Blutmenge ist, die beim Zusammen-sinken der Brust nach dem Tode in den Lungen Raum findet."

Zwei Jahre nach der Publication der Krahmer'schen Untersuchungen hat Donders*) mit grossem Scharfsinn und ausgezeichnetem Erfolge die Mechanik der Respiration in ihrer Beziehung zum Kreislaufe einer eingehenden experimentellen Prüfung unterzogen und damit ein neues Licht auf die Erscheinung geworfen, deren Genese uns hier beschäftigt. Nach den Untersuchungen dieses Forschers steht es fest, dass der Einfluss der Respiration auf die Circulation einzig und allein begründet ist in dem Unterschiede des atmosphärischen Druckes auf der Aussen- und Innenfläche der Thoraxwand. Dieser Unterschied ist grösstentheils die Folge des Widerstandes, welcher von Seiten der „Elasticität" und des „Tonus" (Donders) der Lunge auf die gegen die Innenwand des Thorax drückende Atmosphäre ausgeübt wird und er ist daher, in so weit er durch diesen Widerstand bedingt wird, demselben gleich. Nach Donders' Experimenten beträgt er bei Menschen in der Expirationsstellung $7\frac{1}{2}$ Mm., steigert sich aber in der gewöhnlichen Inspirationsstellung auf 9 Mm. und in der forcirten Inspiration sogar auf 30 Mm. Quecksilber. Es kommt aber zu dem vitalen (elastischen und tonischen) Widerstand der Lunge noch eine zweite Bedingung für die Abnahme des atmosphärischen Druckes auf die Innenwand des Thorax hinzu, nämlich die geringere Tension, welche die Luft in den Lungen bei der Inspiration annimmt. Diese Ursache für die Abnahme des Druckes tritt aber nur bei der Einathmung in Wirksamkeit, während bei der Ausathmung im Verhältniss zu der Kraft, mit welcher dieselbe geschieht, eine Zunahme der Tension und damit eine Zunahme des Luftdruckes in der Lunge zu Stande kommt. Die durch die vermehrte Tension der Luft während der Expiration veranlasste Zunahme des Druckes ist aber lange nicht so gross, wie die durch

*) Beiträge zum Mechanismus der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande. Zeitschrift für rat. Medicin. Neue Folge Bd. 3. Heft 3. p. 287 ff.

den vitalen Widerstand der Lunge bedingte Abnahme desselben. Es wird daher in keinem Falle der Druck der Luft auf die Innenfläche der Thoraxwand den auf der Aussenfläche lastenden erreichen, geschweige denn übertreffen können. Während also bei der Inspiration durch den mit derselben wachsenden Widerstand von Seiten der vitalen Elemente der Lunge und durch die gleichfalls im Verhältniss zu ihrer Stärke abnehmende Tension der Luft der Druck der Atmosphäre auf die innere Thoraxwand bedeutend abnimmt, wird zwar in Folge der mit der Expiration eintretenden Verminderung des Widerstandes und der gleichzeitigen Zunahme der Tension der Luft der Druck der Atmosphäre beim Ausathmen bedeutend wachsen, aber er wird doch niemals dem Druck auf der äusseren Thoraxwand gleichkommen, weil der Widerstand von Seiten der Lungen immer grösser bleibt, als die Zunahme der Tension der Luft. Da nun durch einen geringeren Luftdruck dem Herzen und den Gefässen der Brusthöhle geringere Widerstände entgegengesetzt werden, als durch einen grösseren, so erklärt es sich sehr leicht, dass bei der Inspiration das Blut leichter durch die Venen ein- und schwerer durch die Arterien ausfliesst, als bei der Expiration, und dass in Folge davon der Druck in den Gefässen ausserhalb der Brusthöhle bei der Inspiration abnimmt, bei der Expiration aber wieder sich steigert.

Da nun Athemnoth und in Folge davon die energischsten und tiefsten Inspirationen, daneben aber auch Lungenhyperämie bei der Suffocation durch die verschiedensten Bedingungen fast regelmässig beobachtet werden, so liegt wohl die Annahme eines casualen Zusammenhanges dieser Erscheinungen bei jener Todesart sehr nahe. In Folge der tiefen Inspirationsbewegungen, welche unter Betheiligung beinahe sämtlicher willkürlicher Muskeln ausgeführt werden, nimmt der Widerstand der Lungen gegen die vermöge ihrer verminderten Tension schon mit geringerer Kraft drückende Atmosphäre in den Lungen zu und so strömt das Blut in grosser Menge in die Gefässe der Lungen und der übrigen Theile des Thoraxraumes hinein, da seinem Andrang nur ein schwacher Widerstand entgegengesetzt wird. Der vermehrte Zufluss des Blutes ist also nicht Folge einer Zunahme der treibenden Kräfte, son-

dern Folge einer Abnahme der Hindernisse, welche das Blut bei seiner Bewegung durch die Lungen zu überwinden hat. Dieselbe Bewegung aber, durch welche der Zufluss des Blutes in so bedeutendem Maasse erleichtert wird, führt auf der anderen Seite wieder zu einer Erschwerung des Abflusses, denn in Folge des Nachlasses der Gefässwandungen in den Lungen breitet sich das Blut dergestalt in diesen erschlafften Gefässen aus und bösst bei dieser Ausbreitung so viel von seiner ursprünglichen Bewegungsgrösse ein, dass es nun nicht mehr im Stande ist, in die abführenden Gefässe, welche ihm die normalen Widerstände entgegenstellen, in gewöhnlicher Menge hineinzufliessen. So entsteht Verlangsamung, ja Inversion des Blutstroms. Wir haben es hier also mit demjenigen Vorgange zu thun, welchen Virchow in seiner classischen Abhandlung über die „örtlichen Störungen des Kreislaufes“ *) als „Stockung durch Anziehung“ bezeichnet, mit einem Vorgange, wie er überhaupt durch partielle Verminderung des Luftdruckes (Schröpfköpfe, Schröpfstiefel) herbeigeführt wird. Zuerst stürzt sich der Blutstrom „mit einer im Verhältniss zum Widerstande der Wandungen zu grossen Kraft in die Gefässe **) und so entsteht die Wallung“, aber „der Augenblick der beschleunigten Zufuhr des Blutes (der sog. activen Hyperämie) kann sehr schnell vorübergehen, dann folgt eine Art von Fixirung des Blutstromes, die am besten mit dem von Parry vorgeschlagenen Namen der Determination ***) belegt werden könnte“ †). Das Extravasat, „die

*) Spec. Pathologie. Vol. 1. Abschnitt 2.

**) Virchow, a. a. O. S. 147.

***) Parry (Collections from the unpublished medical writings of the late Caleb. Hillier Parry Bd. 1. p. 142 ff.) scheint unter „Determination“ nicht den verstärkten Zufluss mit darauf folgender Stockung zu verstehen, sondern vielmehr etwa die locale Veränderung des Kreislaufs, welche wir jetzt als „Wallung“ bezeichnen. Er unterscheidet die „Determination“, welche in Folge des verhinderten Zuflusses des Blutes zu irgend einem Theil in einem anderen Theil auftritt (collaterale Wallung) und die „Determination“ durch Nachlass der Widerstände (by weakening the propelling power of the vessels in a part and so producing accumulations in it). Indess ist es gewiss sehr passend, den beschriebenen Vorgang der Fixirung des Blutstroms als „Determination“ zu bezeichnen.

†) Virchow a. a. O. S. 133.

hämorrhagische Infiltration" *), die Bayardsche Ekchymose ist dann nichts Anderes, als eine Steigerung der durch die partielle Verminderung des Druckes herbeigeführten Determination.

Wenn nun wirklich die Hyperämie der Brustorgane bei Erstickten einzig und allein durch eine Verminderung des Luftdrucks in den Lungen auf die beschriebene Weise hervorgerufen wird, so muss dieselbe ihren höchsten Grad dann erreichen, wenn bei ungehinderter Thätigkeit des Inspirationsmechanismus die Abschneidung der atmosphärischen Luft durch vollständige Verschlussung der Luftwege und zwar in dem Augenblicke einer vollendeten Expiration zu Stande kommt, am geringsten dagegen wird die Blutmenge dann sein, wenn die Suffocation eine Folge von Compression des Thorax oder überhaupt nur von Verhinderung der Inspiration ist. Im ersteren Falle wird nämlich die Tension der in den Lungen abgeschlossenen geringen Luftmenge mit der Inspiration bedeutend abnehmen, während im letzteren Falle der Widerstand, welchen die elastischen und tonischen Elemente der Lungen auf die Luft ausüben, ein minimaler werden und die Tension der Luft eher zu- als abnehmen muss. Die Untersuchungen Krahmer's über diesen Gegenstand haben nun auch Ergebnisse geliefert, welche die Richtigkeit dieser Voraussetzungen in ihrem ganzen Umfange bestätigen. Er sagt hieüber **): Bei allen Erstickten, denen die Ausdehnung der Brustwand oder der Lungen schon während des Lebens verkümmert war, werden die Lungen relativ blutleer. Bei Erstickung durch mechanische Verschlussung der Luftwege, welche das in den Luftwegen vorhandene Luftvolumen absperrt, ohne die Inspirationserweiterung des Brustkastens zu hindern, hängt der Blutgehalt der Lungen in der Leiche von dem Umstande ab, ob die Abschlüssung der Luftwege im Momente einer tiefen Ausathmung oder im Momente der vollendeten Einathmung oder zwischen beiden eintrat. — Es ist möglich, die Erstickung so zu leiten, dass die Lungen blassgelb und vollkommen

*) Virchow a. a. O. S. 234.

**) a. a. O. 1ste Aufl. S. 393.

blutleer erscheinen. Es ist ebenso möglich durch eine Abänderung im Experimente Erstickung so eintreten zu lassen, dass die Lungen in eine wenig lufthaltige, derbe, resistente, schwarzblaue, milzähnliche Masse umgewandelt werden."

Die Versuche, welche von mir in dieser Richtung angestellt wurden, haben mich leider zu Ergebnissen geführt, welche mit diesen Angaben nicht ganz harmoniren. Da es bei der Geschwindigkeit und der geringen Ergiebigkeit, mit welcher Kaninchen gewöhnlich dann respiriren, wenn man die Vorbereitungen zu einem schmerzhaften Versuche mit ihnen vornimmt, ausserordentlich schwierig, ja unmöglich ist, gerade in dem Augenblicke den Zugang der Luft zu ihren Lungen abzuschneiden, in welchem eine tiefe Inspiration oder eine starke Expiration eben ihr Ende erreicht hat, so tödtete ich zwei Kaninchen in der Weise, dass ich eine mit einer entsprechenden Vorrichtung versehene weite Glasröhre auf der einen Seite in das untere Ende ihrer vorn der Quere nach angeschnittenen Trachea luftdicht einbrachte und das andere Ende in Wasser stellte (Vers. 21 u. 31). Auf diese Weise wurde ein auch den tiefsten Inspirationen genügender Lufteintritt in die Lungen ermöglicht und man hätte nun erwarten sollen, dass die Lungen bei der Section, wenn auch nicht anämisch, so doch mindestens nicht hyperämisch erscheinen würden. Dieser Befund zeigte sich aber nicht. Im Gegentheil bot in dem einen Falle (Vers. 21) die rechte Lunge ein stark hyperämisches, die linke ein mässig blutreiches Aussehen dar und in dem anderen Falle (Vers. 31) waren beide Lungen blutreich, ja es fanden sich im ersteren Falle mehrere Ecchymosen, im letzteren doch mindestens eine. Gegen die Verwerthung dieser beiden Fälle zu Beweisen gegen die Richtigkeit der dargelegten Theorie würde sich indess immer noch einwenden lassen, dass neben dem geringen Widerstande, welcher durch die Erstickungsvorrichtung dem Eintritt der atmosphärischen Luft etwa entgegengestellt wurde, dem Druck derselben auf die Innenwand des Thorax bei der forcirten Inspiration sehr bedeutende Widerstände von Seiten der Lungen entgegentraten und in Folge der Abnahme, welche der Druck durch diese Widerstände erfuhr, dem in die Thoraxhöhle strömenden Blute ein freierer Spiel-

raum und eine reichlichere Anhäufung ermöglicht werde: eine Erklärung, welche zugleich für alle diejenigen Fälle gültig sein musste, in welchen der Abschnitt der Luft durch ein bewegliches Respirationshinderniss erfolgte, oder wo ein unbewegliches Respirationshinderniss in dem Augenblick des Endes einer tiefen Inspiration in Wirksamkeit trat.

Eine ähnliche Deutung lassen aber die Resultate von zwei anderen in dieser Richtung angestellten Versuchen nicht zu und beinahe scheint es, als müsste unsere Theorie von der Genese der Lungenhyperämie bei Erstickten durch dieselben einen empfindlichen Stoss erleiden. Wenn man nämlich die Respirationsbewegungen eines Kaninchens durch Compression des Thorax und des Bauches in der Expirationsstellung zum Stillstand bringt, so sollte man wegen des äusserst geringen Widerstandes, welchen die elastischen und tonischen Elemente der Lunge auf die von innen her gegen die Thoraxwandungen drückende Luft auszuüben vermögen, eine relativ sehr geringe Anfüllung der Brustorgane mit Blut erwarten. Die beiden von mir zur Beantwortung dieser Frage angestellten Versuche haben aber gerade das Gegentheil ergeben. Denn bei beiden Thieren, welche ich in der angegebenen Weise tödtete (Vers. 13, 14), waren die Lungen stark mit Blut gefüllt, zeigten sogar einzelne kleine Ecchymosen und in beiden Herzhälften, sowie in der Aorta, befanden sich ansehnliche Quantitäten dunklen Bluts.

Da indess die Zahl der Versuche, welche zur Beantwortung der Frage nach der Richtigkeit der besprochenen Theorie von mir angestellt wurden, eine sehr kleine ist und da andererseits nicht in Abrede genommen werden kann, dass die Erscheinung der Lungenhyperämie bei der Erstickung sich anscheinend durchaus naturgemäss und ungezwungen aus den Veränderungen erklärt, welche in der Mechanik des Athmens durch die Entziehung der atmosphärischen Luft herbeigeführt werden, so glaube ich nicht berechtigt zu sein, einen Einwand gegen die Richtigkeit dieser Theorie zu erheben. Ich schliesse mich daher einstweilen, bis spätere in grösserer Ausdehnung anzustellende Versuche etwa dieselben widersprechenden Ergebnisse geliefert haben, der besprochenen Theorie

an und halte demgemäss fest, dass die Lungenhyperämie, welche sich in den Leichen Erstickter findet, lediglich erzeugt wird durch den Unterschied des Druckes, mit welchem die atmosphärische Luft auf der Aussen- und auf der Innenwand der Brusthöhle lastet. Diese Theorie ist aber nicht allein auf die Hyperämie der Lungen anwendbar, sondern sie gilt ebensowohl von der Blutfülle in den übrigen Organen der Brusthöhle. Sie erklärt namentlich auch sehr leicht und einfach den so häufig wahrnehmbaren Unterschied in dem Füllungsgrade der beiden Herzhälften, von denen die rechte wegen des geringeren Volumens und der daraus entspringenden geringeren Contractionsenergie ihrer Wandungen leichter dem in sie eindringenden Blut und dem schwächeren Widerstande der atmosphärischen Luft nachgiebt und deshalb meistens von Blut strotzt, während die linke wegen ihrer grösseren Contractionskraft auch unter einem sehr geringen Luftdruck noch im Stande ist, ihren Inhalt auszutreiben.

Wenn sich nun in den Organen der Brusthöhle eine Verlangsamung, Stockung, Fixirung, Inversion, Determination des Blutstroms ausgebildet hat, so wird hierdurch nothwendig der Bewegung des in den übrigen Theilen des Organismus enthaltenen Blutes ein unüberwindliches Hinderniss entgegengesetzt werden. Das Blut wird sich in Folge dieses Hindernisses hauptsächlich in den Venen anstauen und es wird so zur Ausbildung einer bei der Suffocation constant auftretenden Erscheinung, der Cyanose, kommen, welche freilich immer eine allgemeine, auf sämmtliche Theile des Körpers ausgebreitete ist, in besonders hohem Grade aber in den Venen des Oberkörpers, des Gesichts, des Schädels, des Halses hervortritt *), da die Bewegung des Blutes vorzugsweise in diesen Theilen eine wesentliche Unterstützung von Seiten der normal verlaufenden Athembewegungen erfährt. Bei meinen Versuchen ist es mir unter gewissen Bedingungen auch immer möglich gewesen, die Anstauung des Bluts im Gehirn, die Cyanose dieses Organs, deutlich zu beobachten. Die Bedingungen aber, unter welchen dieselbe im Gehirn so stark wird, dass sie an der Farbenveränderung des Bluts und der starken Anfüllung der Gefässe direct wahr-

*) Virchow, Spec. Pathol. S. 132, 133.

genommen werden kann, bestehen in der Einwirkung eines nicht beweglichen Respirationshindernisses und in einer wenigstens nicht vollständigen Unwegsamkeit der Halsvenen. Ganz besonders schön zeigte sie sich daher bei der Suffocation durch isolirte Unterbindung der Luftröhre (Vers. 8, 9, 10, 11, 32) und bei mässig kräftiger Compression des ganzen Halses, undeutlich und nur in einzelnen Fällen wurde sie wahrgenommen bei starker Zusammenschnürung des ganzen Halses und endlich blieb sie vollständig aus beim Ertrinken (Vers. 19), nach der Injection von Wasser in die Lungen (Vers. 20), bei der Erstickung durch eine in die Luftröhre gebundene und unter Wasser gestellte Glasröhre (Vers. 21, 31) und in der Mehrzahl der Fälle von starker Zusammenschnürung des Halses. Auffallender Weise trat die Cyanose aber auch in den beiden Versuchen deutlich hervor, in welchen die Thiere durch Compression der Brust- und Bauchhöhle getödtet wurden.

Die Ursache für die Unbeständigkeit dieser Erscheinung beim Erstickungstode überhaupt und für den regelmässigen Eintritt derselben bei gewissen Formen dieser Todesart scheint nicht fern zu liegen. Wenn nämlich durch eine starke Compression des ganzen Halses neben der Verschlussung der Trachea noch eine Unwegsamkeit der Jugularvenen und vielleicht auch der Karotiden herbeigeführt wird, so kann das Blut natürlich nicht oder doch nicht in so bedeutendem Maasse von den Lungen her in die Gefässe des Gehirns aufgestaut werden, wie dies bei vollkommener oder auch nur partieller Wegsamkeit der Gefässe, also nach isolirter Unterbindung der Trachea oder bei einer gemässigten Compression des ganzen Halses geschehen wird. Wenn ferner das Respirationshinderniss ein bewegliches ist, wie Wasser, nicht erneuerte Luft, so wird die Stockung des Blutes in den Brustorganen, da sie hier wohl nur als eine Folge des grösseren Widerstandes der stark inspirirenden Lungen, nicht aber zugleich als eine Folge der geringeren Tension der in denselben enthaltenen Luft aufzufassen ist, wahrscheinlich nicht in so hohem Grade eintreten, wie bei einem unbeweglichen Respirationshinderniss und es wird demgemäss dem nachströmenden Blute nicht ein so kräftiges alle Zugänge versperrendes Hinderniss in den Lungen entgegentreten. Freilich

ist aber auch für diese Erklärung der Eintritt der Cyanose in den beiden Fällen, in welchen die Thiere durch Compression der Brust und des Bauches getödtet wurden, ein unangenehmer Stein des Anstosses, welcher einstweilen noch ihrer vollkommenen Zuverlässigkeit hindernd im Wege liegt.

Im Eingange dieser Abhandlung habe ich schon erwähnt, dass man in Gemässheit der in den Leichen Erstickter so häufig beobachteten Gehirnhyperämie der Apoplexie einen Platz unter den Ursachen eingeräumt habe, welche, durch die Entziehung der atmosphärischen Luft herbeigeführt, den Suffocationstod im weiteren Sinne vermitteln sollten. Löffler ist schon in seiner ausgezeichneten Abhandlung über den Tod durch Ertrinken *) mit Bestimmtheit den Ansichten derjenigen Aerzte entgegengetreten, welche wie Littre, Wepfer, Cullen, Boerhave u. A. annehmen, dass Ertrinkende immer apoplektisch stürben. Gegen die Richtigkeit dieser Ansicht hebt er die auch schon von älteren Aerzten geltend gemachten Gründe hervor, dass nicht ein einziger Fall bekannt geworden sei, in welchem nach gelungener Wiederbelebung eine Lähmung zurückgeblieben wäre, und dass man bei Ertrunkenen freilich wohl häufig Gehirnhyperämie, aber doch niemals ein Extravasat gefunden habe. Freilich liegt die Annahme sehr nahe, dass die beim Erstickungstode so häufig vorkommende Anhäufung des Blutes im Gehirn, die Gehirnhyperämie in Folge des mit derselben zusammenfallenden stärkeren Blutdruckes sich zur Hämorrhagie steigern könne und es mögen vielleicht Fälle vorkommen, wo bei einer besonderen Disposition zur Apoplexie, bei Atherom oder aneurysmatischer Beschaffenheit der kleinen Gehirnarterien (Pestalozzi), eine Zerreissung dieser Gefässe durch den vermehrten Druck herbeigeführt wird. Aber abgesehen davon, dass solche Fälle kaum sicher constatirt sind, würde es, wenn sie wirklich vorkämen, noch fraglich sein, ob der Erstickende nun auch gleich nach dem Eintritt des Extravasats durch dasselbe zu Grunde ginge oder ob nicht vielmehr das Leben noch so lange fortdauerte,

*) Hencke's Zeitschr. Jahrg. 24. Hft. 1 u. 3.

bis das Ende desselben durch den gehinderten Zutritt der atmosphärischen Luft, also direct durch Suffocation herbeigeführt wird. Jedenfalls ist das Letztere weit wahrscheinlicher, denn der Tod pflegt in Folge von Suffocation weit schneller einzutreten und Löffler bemerkt schon mit Recht, dass die Rettung Ertrunkener meistens nicht mehr gelingt, wenn sie länger als 15 Minuten unter dem Wasser zubrachten, während die Apoplexie nur selten momentan, meistens erst nach Stunden oder Tagen, zuweilen noch weit später tödtet. Es müssen also schon ganz besondere Bedingungen obwalten, wenn ein Erstickender an Apoplexie sterben soll, es muss wahrscheinlich eine besondere Disposition zu Gehirnhämorrhagien vorhanden sein und es muss ausserdem das Extravasat seiner Grösse oder seinem Sitze nach so beschaffen sein, dass es den Eintritt des Todes fast augenblicklich veranlasst, und damit die Möglichkeit für ein weiteres Fortwirken der Erstickungsbedingungen abschneidet. Das wirkliche Vorkommen solcher freilich sehr wohl denkbaren Fälle ist mindestens noch im höchsten Grade zweifelhaft. Sie gehören, wenn sie überhaupt eintreten, zu den allerseltensten Ausnahmen und gewiss kann es, bevor dieselben nicht in grösserer Zahl constatirt sind, nicht gerechtfertigt erscheinen, eine Möglichkeit, welche im besten Falle nur eine Seltenheit ist, als eine zur Regel gehörende Thatsache aufzuführen. Auf das Entschiedenste aber müssen wir dagegen protestiren, wenn die blossе Cerebralhyperämie als Zeichen des „Schlagflusses“ gedeutet wird, wie dies auffallenderweise so vielfach und selbst in allerneuester Zeit noch von Casper *) geschehen ist.

Die Todesart durch Apoplexia nervosa hier überhaupt noch zu besprechen, möchte bei dem jetzigen Stande des medicinischen Wissens und nach der vernichtenden Kritik Löfflers über dieselbe beinahe überflüssig erscheinen, wäre sie nicht von einem Arzte, dessen Autorität in foro eine sehr ausgebreitete ist, noch vor Kurzem festgehalten und unter dem freilich veränderten Namen der Neuroparalyse proclamirt worden **). Casper wendet diese Bezeichnung auf solche Fälle von Erstickung an, in welchen

*) Casper a. a. O. p. 468. 491. 492.

**) Casper a. a. O. p. 460.

durch das anatomische Messer Veränderungen nicht nachweisbar waren und nimmt an, dass hier das ganze Nervensystem plötzlich gelähmt worden sei. Aber ist denn das nicht bei jeder Todesart der Fall, wird das Nervensystem mit dem Ende des Lebens nicht immer gelähmt und ist die Annahme gerechtfertigt, dass die Bedingungen für die Lähmung desselben, für die „Neuroparalyse,“ andere waren in den Fällen, wo das Gehirn an der Leiche blass erschien, die Lungen nicht mit Blut überfüllt waren, als in den Fällen, wo die Zeichen der Hirn- und Lungenhyperämie deutlich hervortraten? Wenn es wahr ist, — und nach den scharfsinnigen Beobachtungen und Deductionen von Krahmer und Donders können wir kaum daran zweifeln, — dass die Menge des Bluts in den Brustorganen Erstickter lediglich bedingt wird durch die Eintrittszeit und die Art des Respirationshindernisses, wenn ferner die Anämie des Gehirns, wie ich nach meinen Untersuchungen annehmen muss, eine regelmässige Begleiterin des Erstickungstodes ist, so leuchtet es ein, dass wir nicht berechtigt sind, in denjenigen Fällen von Erstickung, wo die Blässe des Gehirns und der Lungen auch an der Leiche noch wahrnehmbar sind, andere Gründe für die Lähmung des Nervensystems zu supponiren, als in den Fällen, wo das Aussehen des Gehirns und der Lunge vermöge eines grösseren Blutreichthums ein anderes ist. Die Todesart durch Apoplexia nervosa, durch Neuroparalyse muss daher endlich einmal aus der Lehre vom Erstickungstode verbannt werden. Sie ist geschaffen worden für diejenigen Fälle, in welchen der Mangel anatomischer Anhaltspunkte das Bedürfniss nach einer Erklärung des Todes rege machte; aber sie erklärt nichts, denn sie ist nichts weiter als eine inhaltslose Phrase.

Die Frage nach den näheren Ursachen des Erstickungstodes scheint sich am Einfachsten durch die Annahme zu lösen, dass eine Retention von Kohlensäure im Blut und eine Abschneidung des Sauerstoffzutritts zu demselben diejenigen Vorgänge sind, welche wir als die regelmässigen und letzten Bedingungen der Suffocation aufzufassen haben. Unter normalen Verhältnissen erfolgt bekanntlich eine Diffusion zwischen der Kohlensäure des durch die Lunge strömenden Blutes und dem Sauerstoff der in den Bronchialenden

und Lungenbläschen enthaltenen Luft. Aus diesen Räumen diffundirt die Kohlensäure mit dem in den grösseren Bronchialzweigen enthaltenen Sauerstoff, und der Inhalt dieser letzteren erfährt dann wieder durch Vermittelung der Athembewegungen eine unausgesetzte Erneuerung. Hört nun, wie dies bei der Erstickung der Fall ist, die Zufuhr der atmosphärischen Luft zu den Lungen auf, so wird allmählig ein Zeitpunkt eintreten, in welchem die Kohlensäuremengen in den grösseren Bronchien, in den kleineren Bronchialzweigen und Lungenvesikeln und in dem die Lungen durchströmenden Blut einander das Gleichgewicht halten. Von diesem Augenblick an aber wird ein weiterer Gasaustausch nicht mehr möglich sein, da zwischen gleichnamigen Gasen eine Diffusion nicht vorkommt. Es wird also weder Kohlensäure aus dem Blute abgeschieden, noch Sauerstoff in dasselbe weiter aufgenommen werden. Dieser Vorgang ist das Kriterium des Erstickungstodes. Er kann sich ausbilden ohne eine bedeutendere Zunahme der Blutmenge in den Lungen, ohne eine Ueberfüllung des rechten Herzens, ohne eine Rückstauung des Blutes in den gesammten venösen Gefässapparat und es ist daher nicht eine einzige von den Erscheinungen, an welchen die Veränderungen in der Vertheilung des Blutes erkannt werden, so häufig sie auch bei der Suffocation und an den Leichen Erstickter zu beobachten sind, nothwendig mit dem Erstickungstode verbunden. Jede von ihnen ist vielmehr als das Ergebniss besonderer, vom Zufall abhängiger Modificationen in der Beschaffenheit und der Eintrittszeit derjenigen Bedingungen aufzufassen, welche als die ursprünglichen Veranlassungen des Erstickungstodes wirksam werden. Es ist also unzweifelhaft richtig, wenn man sagt: „dass es charakteristische Zeichen des Erstickungstodes nicht gebe“. Denn der einzige Vorgang, welcher für die Erstickung charakteristisch ist, die Retention der Kohlensäure im Blut und der Abschluss des Sauerstoffes von demselben, hinterlässt keine Veränderungen, welche die Möglichkeit eines anatomischen Nachweises einschliessen. Die Abweichungen in der Vertheilung des Blutes stehen, so häufig sie auch bei der Erstickung vorkommen mögen, doch keineswegs weder in einem nothwendigen causalen Zusammenhange mit derselben, noch ist die Erstickung der

einzigste Vorgang, durch welchen sie herbeigeführt werden. Ihr Fehlen ist also eben so wenig als ein Beweis gegen, wie ihr Vorhandensein als ein Beweis für den Erstickungstod aufzufassen.

Obwohl man annehmen möchte, dass ganz dieselben Processe im Organismus herbeigeführt werden durch die Inhalation von Kohlensäure, dass also die Einathmung dieses Gases und der Abschluss der atmosphärischen Luft in ihren Wirkungen vollkommen identisch seien, so lehrt doch eine genauere Betrachtung der Veränderungen, welche nach der Aufnahme einer Luft in die Lungen entstehen, die grössere Mengen von Kohlensäure enthält, als die in den Bronchialzweigen enthaltene Luft, dass hier noch gewisse Unterschiede vorhanden sind, deren genauere Betrachtung auf die Erklärung einer Differenz in den Erscheinungen hinzuweisen scheint, welche durch die Kohlensäureinhalation und durch die einfache Erstickung hervorgerufen werden. Während nämlich bei der einfachen Suffocation nur die im Blut enthaltene Kohlensäure in demselben zurückgehalten wird, treten bei der Inhalation einer stark mit Kohlensäure geschwängerten Luft noch neue Mengen dieses Gases von den Lungen aus in das Blut über, welche dann wieder den im Blut noch enthaltenen Sauerstoff durch Gasaustausch verdrängen*). Das Blut wird also in diesem Falle weit reicher an Kohlensäure und weit ärmer an Sauerstoff als bei der einfachen Erstickung und hierin liegt wahrscheinlich die Erklärung für die auf den ersten Anblick anscheinend in Widerspruch stehenden Thatsachen des Eintritts einer bedeutenden Cyanose des Gehirns nach Inhalation von Kohlensäure (Vers. 25) und des gänzlichen Mangels desselben in den Fällen, wo die Thiere durch Verhinderung der frischen Zufuhr atmosphärischer Luft mittelst einer in der Trachea befestigten, durch Wasser abgesperrten Glasröhre getödtet wurden (Vers. 21. 31).

Der Widerspruch, in welchem meine Beobachtungen über das anämische Verhalten des Gehirns erstickender Kaninchen zu denjenigen Mittheilungen steht, nach welchen bei Menschen, die unter denselben Bedingungen starben, eine ausgeprägte Hyperämie dieses

*) Vgl. Buchheim, Lehrb. d. Arzneimittellehre, p. 195.

Organs wahrgenommen wurde, scheint allerdings auf den ersten Blick ein sehr schroffer zu sein. Eine detaillirte Erwägung der möglichen und wahrscheinlichen Bedingungen dieser Hyperämie wird indess, wie ich hoffe, zu einer ungezwungenen und naturgemässen Lösung der entgegenstehenden Thatsachen und damit zu der Ueberzeugung führen, dass auch beim Menschen der Suffocationstod immer von Gehirnanämie begleitet ist. Wenn in der Reihe der Beobachtungen, welche dieser Ueberzeugung zur Stütze dienen, noch einzelne Lücken durch Hypothesen ausgefüllt sind, so liegt darin eine Aufforderung für die Aerzte des Forums, ihre Kraft zu erproben an der Erforschung unzweideutiger Erfahrungen, welche werth sind, an die Stelle jener Vermuthungen gesetzt zu werden. Denn „die Hypothese bezeichnet das Denken, welches jedem vernünftigen Handeln vorausgehen muss“^{*)}).

Gewiss ist die Behauptung nicht zu gewagt, dass die grosse Mehrzahl der Aerzte nicht im Stande ist, sich eine richtige Vorstellung von der gewöhnlichen Farbe des Gehirns gesunder Menschen zu machen. Denn glücklicher Weise sind die Indicationen für die Trepanation allmählig auf eine so minimale Anzahl zusammengeschmolzen, dass nur wenige bevorzugte Chirurgen häufig in die Lage kommen, sich von dem Aussehen der Oberfläche dieses Organs bei lebenden Menschen zu überzeugen und so vielleicht einen annähernd zuverlässigen Maassstab zu gewinnen für die Beurtheilung der Abweichungen vom normalen Füllungsgrad seiner Gefässe. Soll ich die Farbe, welche ich bei meinen Experimenten so oft und so genau von der Oberfläche des Gehirns lebender Kaninchen betrachtete, mit der Vorstellung vergleichen, welche ich mir aus etwa 150 Sectionen von der Farbe des Gehirns menschlicher Leichen gebildet habe, so muss ich gestehen, dass sehr merkliche Differenzen zwischen jenen und diesen Eindrücken vorhanden sind. Es mag sein, dass in einzelnen Fällen die Farbe des Gehirns an der menschlichen Leiche lebhafter und gerötheter war und dass die Gefässe kräftiger gezeichnet erschienen, als beim Kaninchen; aber in der Mehrzahl der Fälle war sie ganz bestimmt

^{*)} Virchow, über die Standpunkte in der wissenschaftlichen Medicin. Archiv. Bd. 1. p. 12.

weit blässer und schmutziger und kam dem Aussehen, welches das Gehirn der todtten Kaninchen zeigt, ziemlich nahe. Ich kann daher nur mit Bergmann übereinstimmen, wenn er sagt „es dürfe bei den Angaben über starke Anfüllung der Blutgefässe im Schädel denn auch hin und wieder zu bedenken sein, dass eine solche Schätzung schon an sich schwierig, doch nur nach einem allgemeinen Maassstabe geschehen könne, dass man nicht wisse, wie stark bei einem untersuchten Individuum die habituelle Blutmenge ist“ und dass „wenn nach einem plötzlichen Tode durch Erstickung, Erwürgung und ähnliche Einwirkungen das Gehirn mit Blut überfüllt sein solle, wenn dies als gewöhnliche Erscheinung an den Leichen solcher Personen angegeben werde, zu fürchten sei, man sei einigermassen vom Vorurtheil geblendet gewesen“ *), aber ich glaube nicht, dass mit der Annahme einer falschen Vorstellung von dem normalen Blutgehalt des Gehirns auch diejenigen Beobachtungen erklärt werden, nach welchen die Gefässe des Gehirns und seiner Häute angeblich von dunklem Blute strotzten, die Substanz des Gehirns eine dunkle Farbe zeigte und auf dem Durchschnitt Blutpunkte und grössere Extravasate erkennen liess. Hier war ganz gewiss eine Hyperämie des Gehirns vorhanden und es fragt sich nur, ob dieselbe eine directe Folge der Erstickung war, oder ob nicht vielmehr ausser einigen Veränderungen, welche durch die Suffocation herbeigeführt wurden, noch andere Bedingungen zur Vermittelung ihres Eintritts nothwendig waren.

Die flüssige Beschaffenheit, welche das Blut in den Leichen Erstickter zeigt, ist ein schon seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bekanntes Factum. Nachdem Walter im Jahr 1785 **) zuerst auf sein Vorkommen bei Ertrunkenen hingewiesen und dasselbe als ein Kriterium des Ertrinkungstodes und damit als ein Mittel zur Entscheidung der Frage hingestellt hatte, ob ein im Wasser gefundener Todter lebend oder als Leiche hineingekommen sei, lehrten Kölpin, Loder, Klose, Viborg, Osiander, dass die flüssige Beschaffenheit des Blutes, was Walter in Abrede genommen, sich auch bei Erhängten oder auf andere Art suffocato-

*) Bergmann, Kreislauf des Blutes in Wagner's Handwtb. Bd. 2. p. 304.

**) Walter, de morbis peritonaei et de apoplexia. §. 36.

risch zu Grunde Gegangenen finde und Devergie zeigte, dass sie auch in den Leichen vom Blitz Erschlagener, durch Narcotica Vergifteter, durch Kohlendampf Erstickter gefunden werde. So wurde allmählig unter den Zeichen des Erstickungstodes auch die flüssige Beschaffenheit des Blutes als ein beinahe regelmässiges aufgeführt und es darf auch wohl Angesichts so vieler positiver Angaben ein Zweifel an dem häufigen Vorkommen desselben nicht aufkommen. Ich selbst habe bei meinen Versuchen das Blut im Herzen und in den grossen Gefässen fast immer flüssig gefunden; aber dies beweist nichts, da die Sectionen mit wenigen Ausnahmen kurze Zeit, spätestens eine halbe Stunde nach der Erstickung vorgenommen wurden. Nur in 3 Fällen (Vers. 3, 11, 19) habe ich resp. nach 16—20 Stunden secirt und auch hier in den grossen Gefässen das Blut immer vollkommen flüssig, im Herzen aber zweimal (Vers. 11, 19) schlaffe Gerinnsel gefunden. Damit stimmt auch die Angabe Casper's, dass die Flüssigkeit des Bluts sich bei sämtlichen Erstickungsarten ohne Ausnahme finde, dass man aber trotz der allgemeinen dünnen Consistenz des Blutes doch auch in den exquisitesten Erstickungsfällen gar nicht selten im Herzen recht ansehnliche Gerinnsel finde, welche nicht irre leiten dürfen*).

Mit der flüssigen Beschaffenheit des Blutes ist nun selbstverständlich die Gelegenheit zu seiner Senkung in höherem Maasse gegeben. Denn es liegt auf der Hand, dass ein dünnes Fluidum permeable Theile unter einem geringeren Kraftaufwande durchdringen und sich nach den Gesetzen der Schwere leichter und schneller in tiefer liegenden Hohlräumen anhäufen wird, als eine zähe, klebrige, in ihre Molecülen fester cohärirende Flüssigkeit, dass also bei Erstickten eben in Folge dieser flüssigen Beschaffenheit des Blutes Hypostasen schneller, leichter und in grösserem Maasse auftreten müssen, als bei anderen Leichen.

Während nun so die Hauptbedingung für eine allgemeine Senkung des Blutes bei Erstickten in besonders hohem Grade obwaltet, scheint die Lage, in welcher der Kopf solcher Leichen im Verhältniss zum Rumpf sich während oder nach dem Tode befindet, eine Hypostase in die Organe dieses Theils noch ganz besonders

*) Casper a. a. O. p. 463.

zu begünstigen. So ist es schon lange bekannt, dass Menschenleichen im Wasser mit dem Kopfe nach unten zu schwimmen pflegen **) und gerade bei Ertrunkenen wird die Hirnhyperämie als ein besonders constantes Zeichen erwähnt, während Fälle von „Neuroparalyse“, mit andern Worten von einem anämischen oder doch nicht hyperämischen Zustande des Gehirns besonders häufig bei Erhängten vorgekommen sein sollen, also in Fällen, wo der Kopf noch bald längere bald kürzere Zeit sich in einer Stellung befand, welche eine Senkung des Blutes in seine Gefässe und in das Parenchym seiner Organe verhinderte. Wird nun aber die Leiche abgeschnitten, befindet sie sich beim Transport, wie dies gewöhnlich der Fall ist, in einer platten, horizontalen Lage ohne Erhöhung des Kopfes, dauert diese Lage auf dem Sectionstische noch fort, so war gewiss Zeit genug vorhanden für den Eintritt einer Senkung des flüssigen Blutes von den grossen Gefässstämmen der Brust und des Halses in die tiefer liegenden starrwandigen Sinus und die grossen klappenlosen Venen des Gehirns und seiner Häute. Auf Grund dieser Erwägungen stimme ich nun nicht allein mit Casper überein, wenn er sagt **), dass „von der besonderen Flüssigkeit des Blutes bei Erstickten Sectionerscheinungen abhängig sind, die man bei Uebersehen dieses Umstandes irrig gedeutet hat“, und dahin „namentlich die mehr als gewöhnlich zahlreichen Blutpunkte“ rechnet, „die sich in den zerschnittenen Gehirnschichten zeigen und keineswegs immer besondere Hirnhyperämie bedeuten“, sondern ich gehe noch einen Schritt weiter und resumiere mich schliesslich dahin:

„dass der Erstickungstod immer mit Gehirn-anämie verbunden ist und dass die in den Leichen Erstickter häufig wahrnehmbare Gehirnhyperämie immer die Folge einer mechanischen Senkung des Blutes, also eine Leichenerscheinung ist“.

Indem ich diese Behauptung ausspreche, wiederhole ich aber,

*) Löffler, „Der Tod durch Ertrinken“. In Henke's Zeitschr. für die Staatsarzneikunde. Jahrg. 24. H. 1. p. 11 u. H. 3. p. 24.

**) Casper a. a. O. p. 463.

dass die Gründe, auf welchen sie ruht, noch nicht ausnahmslos die Zuverlässigkeit unbezweifelbarer Thatsachen haben, dass aber die wenigen unter ihnen, welche noch durch die jeder hypothetischen Meinung anklebenden Zweifel verdunkelt werden, mittelst einer genauen und methodischen Untersuchung sehr leicht in das Gebiet der faktischen Beweise hinüberzuführen sind. Diese Untersuchung, deren Anstellung mir wegen Mangels an Material unmöglich war, wird die Sache der Gerichtsärzte sein. Denn ihnen liefert ihr Wirkungskreis hinreichende Gelegenheit zu den entscheidenden Beobachtungen und ihnen muss wegen der praktischen Bedeutung, welche die Sache für sie hat, vorzugsweise an der vollständigen und fundamentalen Erledigung einer Frage gelegen sein, in welcher es sich darum handelt, ob eine Erscheinung als das Produkt der complicirten Bewegungen des lebenden Organismus aufzufassen ist, oder ob sie nicht vielmehr, wie dies durch meine Untersuchungen mehr denn wahrscheinlich geworden, als das Ergebniss einfach mechanischer, nach den Gesetzen der Schwere an der Leiche verlaufender Vorgänge gedeutet werden muss. Die Aerzte des Forums werden also fortan bei der Betrachtung der in den Schädelcontentis Erstickter enthaltenen Blutmenge nicht allein die Frage ventiliren, „ob Apoplexie, ob nicht Apoplexie?“, sie werden gleichzeitig auch nachzuforschen haben, in wie weit die Vertheilung des Blutes in den Leichen Erstickter mit der Lage, Stellung und Richtung, welche die Körper derselben während und nach dem Tode einnahmen, nach den Gesetzen der Hypostasenbildung in Einklang zu bringen ist.

A n h a n g.

Experimentelle Belege.

1. Ein grosses Kaninchen wurde durch festes Anziehen einer um den Hals gelegten Schlinge strangulirt. Unmittelbar vor dem Tode heftige Zuckungen bei gleichzeitig eintretender deutlicher Gehirnblässe. Die Blässe nimmt mit dem Eintritt des Todes, mit welchem die Schlinge gelöst wurde, bedeutend zu und entwickelt sich auch noch längere Zeit nachher in immer höherem Grade. Die Durchmesser der Gefässe nehmen augenscheinlich ab und es zeigen sich von

Strecke zu Strecke grosse blutleere Räume in denselben. Diese kommen besonders häufig kurz vor den Einmündungsstellen der kleineren Venen in die grösseren vor. Lungen dunkelblauroth gefleckt, rechts eine scharlachrothe Ecchymose. Herz rechts bedeutend, links in geringerem Grade mit dunkelrothem Blut gefüllt. Aorta enthält geringe Mengen von dunkelrothem Blut. An der vorderen Wand ihres aufsteigenden Theils eine Ecchymose von der Grösse eines Stecknadelknopfes.

2. Strangulation eines mittelgrossen Kaninchens durch eine um den Hals gelegte Schlinge. Etwa $\frac{1}{2}$ Minute vor dem Tode tritt die Gehirnblässe schon deutlich hervor. Gleichzeitig heftige Zuckungen. Zunahme der Blässe mit dem Eintritt des Todes. Durch die gleich nach dem Tode vorgenommene Lösung der Schlinge scheint die Zunahme der Blässe nicht befördert zu werden. In den grösseren Venen sehr deutliche blutleere Räume wie bei Nr. 1. Vor dem Tode die Bulbi mässig prominirend, die Lippen livid, ebenso die bei der Erstickung vortretende, zwischen den Zähnen erscheinende Zunge. Das Gehirn erscheint auch bei und nach der Entfernung aus der Schädelhöhle in unveränderter Weise anämisch. Luftröhre dunkel injicirt. Halsvenen strotzend gefüllt. Lungen scharlachroth mit wenigen etwas schmutzigen Flecken. Rechtes Herz von dunklem Blute strotzend, im linken Herzen und in der Aorta geringe Mengen eines helleren Bluts. Ecchymosen fehlen ganz. Venen des Unterleibes stark gefüllt.

3. Ein mittelgrosses Kaninchen wird in der beschriebenen Weise strangulirt, Convulsionen heftig. Schon vor dem etwa 4 Minuten nach Anlegung der Schlinge erfolgenden Tode deutliche Gehirnblässe, welche sich in gewöhnlicher Weise mit dem Eintritt des Todes und nach demselben noch bedeutend steigert. Die Gefässdurchmesser nehmen bedeutend ab, die Hirnsubstanz wird schmutzigweiss, in den Gefässen entstehen, namentlich an ihren Einmündungsstellen, grosse Lücken, kleinere Gefässe werden vollständig blutleer. Bei der 20 Stunden nach dem Tode vorgenommenen Section zeigt sich die Blässe des Gehirns noch deutlicher, die Luftröhre stark injicirt, an der Strangulationsstelle schwarzblau. Lungen ziemlich dunkelroth mit vielen dunkelblauen Flecken, Herz rechts mit flüssigem dunklen Blute stark gefüllt, linke Hälfte und Aorta fast leer. An der aufsteigenden Aorta eine sehr kleine Ecchymose. (Hiezu die Abbildungen 1 und 2.)

4. Ein kleines nicht trepanirtes Kaninchen wurde, nachdem es bei den Beinen aufgehängt war, in der gewöhnlichen Weise strangulirt und die Section unmittelbar nach Eintritt des Todes vorgenommen. Das Gehirn erschien durch und durch blass, die Gefässe der Pia mater sehr schwach mit Blut gefüllt, hin und wieder vollkommen leer, Luftröhre blauroth injicirt, Lungen hellroth mit wenigen dunkelrothen Flecken. An der Aorta ascendens eine kleine Ecchymose, mehrere grössere an beiden Lungen und an der rechten Costalpleura, Herz auf der rechten Seite stark, auf der linken mässig mit dunklem Blute gefüllt. In der Aorta geringe Mengen dunklen Bluts. Venen des Unterleibs sehr blutreich.

5. Ein grosses Kaninchen wurde durch Strangulation mittelst einer fest um den Hals geknoteten Schlinge getödtet und die Schlinge wurde auch nach eingetretenem Tode nicht gelöst. Das sehr ruhige und anscheinend etwas erschöpfte Thier verhält sich während der Suffocation ziemlich passiv, bekommt namentlich

keine Convulsionen. Inspiration eine Zeit lang sehr energisch, allmählig selten, oberflächlich, schnappend. Während der Erstickung erscheinen die Lippen und die Zunge livid, die Bulbi prominirend, die Farbe des Gehirns wird auf einige Augenblicke ein wenig mehr bläulich und etwas dunkler. Kurz vor dem etwa 7 Minuten nach Application der Schlinge eintretenden Tode deutliche Gehirnblässe, welche mit dem Eintritt des Todes zunimmt und unmittelbar nach demselben noch viel deutlicher wird. Zunge und Lippen auch nach dem Tode noch schwach bläulich gefärbt, Trachea, namentlich an der Strangulationsstelle, aber auch sonst überall stark mit dunkeltem Blute injicirt. Carotiden mässig mit dunkeltem Blute gefüllt. Im rechten Herzen -grosse, im linken Herzen und in der Aorta geringe Quantitäten ebenfalls dunklen Blutes. Lungen blass, blauroth gefleckt, beiderseits an der Basis einige kleine, an der linken Costalpleura aber eine etwa 5 Mm. im Durchmesser zeigende Ecchymose. Venen des Dünndarms, des Mesenteriums und des linken Hodens stark mit Blut gefüllt.

6. Ein grosses, starkes Kaninchen wird durch Strangulation mittelst einer um den ganzen Hals gelegten Schnur getödtet. Die Schnur bleibt nach dem Tode fest liegen. Die Gehirnblässe zeigt sich ganz in der beschriebenen Weise, tritt auch zu derselben Zeit ein, wie in den anderen Fällen. Während der Erstickung prominiren die Augen und die Pupille wird sehr gross. Bei der Section erscheinen die Lungen hellblauroth gefleckt, im Uebrigen aber von ziemlich heller rosarother Farbe. Betrachtet man die Lungen nach Abschluss des Tageslichts bei Lampenlicht, so erscheint ihre rosaroth Grundfarbe noch intensiver und die bläulichen Flecke treten so undeutlich hervor, dass man sie gewiss leicht übersehen würde, wenn man sich von ihrer Anwesenheit nicht vorher bei Tageslicht überzeugt hätte. An der hinteren Fläche der rechten Lunge eine sehr grosse Ecchymose, viele kleinere an der Costalpleura, der Oberfläche beider Lungen, und eine wiederum an der Aorta ascendens. Luftröhre stark injicirt. Im rechten Herzen grosse, im linken Herzen und in der Aorta geringe Mengen dunklen flüssigen Bluts.

7. Einem grossen Kaninchen wurde, nachdem es an den Hinterbeinen aufgehängt war, durch eine ziemlich fest um den Hals gelegte Schnur der Zugang der Luft in die Lungen abgeschnitten. Nach kurzer Zeit schwellen die Gefässe an und bekommen ebenso wie die Grundsubstanz eine blaurothe Farbe. Wie die Athembewegungen anfangen schwach zu werden, wird die Schnur gelöst und es bildet sich nun mit der Entwicklung einer ergiebigeren Respirationsthätigkeit auch wieder das vorige Verhalten des Gehirns aus. Kurz vor Eintritt des Todes erblasst das Gehirn und diese Blässe nimmt nach dem Tode zu, wenn auch nicht völlig in dem Grade, in welchem sie sich dann ausbildet, wenn das Thier in einer mit dem Kopfe nach aufwärts gerichteten Stellung strangulirt wurde. Auch in diesem Falle ist die Verschmälerung der Gefässdurchmesser an einigen Stellen sehr deutlich und man sieht hie und da, namentlich an den Einmündungsstellen der kleineren Venen in die grösseren auch deutliche, vollkommen anämische Lücken. Luftröhre stark injicirt. Lungen von hellrother Farbe, hie und da mit hellblaurothen Flecken, auf den Lungen und der Costalpleura kleine Ecchymosen, Lungenränder

emphysematös. Herz rechts mit dunkeltem Blute gefüllt, links beinahe leer. Unterleibsorgane strotzend von Blut.

—8. Ein grosses starkes Kaninchen wird durch isolirte Unterbindung der Luftröhre getödtet. Einige Minuten nach der Unterbindung nimmt die Grundsubstanz des Gehirns eine bläuliche Farbe an, die Gefässe turgesciren und werden intensiv blauroth. Kurz vor Eintritt des Todes aber geht diese Farbe allmählig in die gewöhnliche Blässe über, welche nach dem Tode sich noch in hohem Grade steigert. Während der Erstickung erscheint das Gesicht blau und geschwollen, die Bulbi sind vorgedrängt und der Tod erfolgt unter heftigen Zuckungen und angestrengten Athembewegungen. Lungen blauroth gefleckt, Trachea stark injicirt, rechtes Herz und Venen, namentlich die Halsvenen stark mit dunkeltem Blut gefüllt, im linken Herzen und in den Arterien kleine Quantitäten ebenfalls dunklen Bluts. An der Aorta ascendens eine kleine, an Lungen und Pleura einige grössere Ecchymosen.

9. Erstickung eines grossen Kaninchens durch isolirte Unterbindung der Luftröhre. Die Grundfarbe des Gehirns wird dunkler und bläulich, die Durchmesser der grösseren und kleineren Gefässe nehmen zu und ihre Farbe wird intensiv blauroth. Während dieser Farbenveränderung einige starke Zuckungen des ganzen Körpers. Kurz vor dem Eintritt des Todes beginnt die gewöhnliche Blässe, welche in Rücksicht auf ihre Stärke sich ebenso verhält, wie bei den auf einfache Weise strangulirten Kaninchen. Luftröhre stark blauroth injicirt, Lungen bedeutend blaugrau gefleckt und mit sehr vielen Sugillationen bedeckt, auch auf der Costalpleura finden sich viele grosse Ecchymosen und an der vorderen Wand der aufsteigenden Aorta eine kleine. Rechtes Herz strotzend gefüllt mit dunkeltem Blute, im linken Herzen und in der Aorta sehr geringe Mengen ebenfalls dunklen Bluts. Unterleibsvenen strotzend gefüllt.

10. Ein mittelgrosses Kaninchen wird ebenfalls durch isolirte Unterbindung der Luftröhre getödtet. Die während des Lebens wahrnehmbaren Erscheinungen stimmen vollständig mit den sub Nr. 9 beschriebenen überein. Die ebenfalls schon vor dem Tode beginnende Blässe wird nach demselben noch viel deutlicher und erreicht die gewöhnliche auf einen sehr hohen Grad von Anämie hinweisende Höhe. Luftröhre blauroth injicirt, Lungen hellroth mit wenigen Flecken. An den Lungen und der Costalpleura keine Ecchymosen, an der Pulmonalarterie eine sehr kleine, Herz beiderseits fast gleichmässig mit dunkeltem Blute ziemlich stark gefüllt. Auch in der Aorta ziemlich grosse Quantitäten dunklen Bluts.

11. Erstickung eines mittelgrossen Kaninchens durch isolirte Unterbindung der Luftröhre. Die Gefässe der Pia mater turgesciren, nehmen eine blaurothe Farbe an und die Zwischensubstanz bekommt ebenfalls ein bläuliches Aussehen. (S. die Abbildungen Fig. 3 u. 4.) Während die bläuliche Farbe sehr stark war, entstanden heftige Zuckungen mit der Tendenz zum Opisthotonus. Kurz vor dem Eintritt des Todes Abnahme der bläulichen Röthe und Eintritt der in gewöhnlichem Grade und zu gewöhnlicher Zeit zunehmenden Blässe. Das getödtete Thier wird auf den Rücken gelegt, 16 Stunden später sind die Gefässe des Gehirns stark dunkelroth injicirt, und die Grundsubstanz hat ebenfalls eine röthliche Farbe angenommen. Luftröhre blauroth injicirt, Lungen stark mit Blut gefüllt, zeigen

viele sehr dunkle braunblaue, diffuse Flecke. Auf beiden Lungen und auf der Costalpleura mehrere Ecchymosen. An der Aorta ascendens da, wo sonst gewöhnlich eine Ecchymose sich findet, ein stark erweitertes Gefäss. Rechtes Herz enthält ziemlich viel dunkles, halbflüssiges Blut. Lungenarterie mit flüssigem Blute strotzend gefüllt. Linkes Herz und Aorta beinahe leer.

12. Einem mittelgrossen Kaninchen werden beide Jugularvenen unterbunden. Anfangs erscheint das Thier etwas stupid und theilnahmlos, zittert ziemlich heftig und respirirt sehr schnell, ist aber am folgenden Morgen (20 Stunden nach der Venenunterbindung und 51 Stunden nach der Trepanation) vollkommen munter und so beweglich, dass man Mühe hat, es einzufangen. Die Gefässe an der Oberfläche der Pia mater erscheinen jetzt stärker injicirt, die Grundsubstanz des Gehirns ist etwas dunkler geröthet, ebenso die Gefässe, aber diese Röthe ist durchaus rein und ohne eine bläuliche Beimischung. Nach der hierauf vorgenommenen Unterbindung der Trachea entsteht ebenfalls durchaus keine Farbenveränderung am Gehirn, weder die Gefässe noch die Grundsubstanz werden röthler oder erhalten einen bläulichen Schein. Erst kurz vor dem Eintritt des Todes treten die Erscheinungen der Anämie des Gehirns in derselben Stärke und zu derselben Zeit hervor wie in den anderen Fällen. Luftröhre stark blauroth injicirt, Jugularvenen über der Ligatur in gewöhnlicher Weise, unter derselben stark gefüllt. Lunge ziemlich hellroth mit wenigen kleinen Flecken und einzelnen Ecchymosen, an den Rändern und an der Oberfläche der linken Lunge hie und da deutliches Emphysem. Herz beiderseits mässig gefüllt, rechts mit dunkeltem, links mit ziemlich hellem Blut. Aorta enthält geringe Mengen hellen Bluts.

13. 14. Zwei kleine Kaninchen werden durch eine mittelst Compression des Bauches und der Brust herbeigeführte Verhinderung des Athmens getödtet. Die Gefässe des Gehirns füllen sich stärker und bekommen ebenso wie die Zwischensubstanz eine bläulichrothe Farbe. Die Erscheinungen der Anämie des Gehirns sind in Bezug auf Eintritt und Stärke die gewöhnlichen. Luftröhre stark injicirt, Lungen stark mit Blut gefüllt, zeigen einzelne kleine Ecchymosen. Herz beiderseits fast gleichmässig mit dunkeltem Blut gefüllt. Auch in der Aorta ziemlich viel dunkles Blut.

15. 16. Zwei mittelgrossen Kaninchen wurde die linke Carotis durchschnitten. Nachdem die Thiere eine Quantität Blut verloren haben, nimmt die Röthe des Gehirns augenscheinlich ab und es entstehen gleichzeitig Zuckungen, welche mit der mehr und mehr zunehmenden Gehirnblässe immer heftiger werden. Kurz vor dem Tode tiefe seufzende und klagende Inspirationen. Nach dem Tode nimmt die Gehirnblässe noch mehr zu und namentlich werden kleine anämische Lücken in grosser Zahl an den Gefässen sichtbar.

17. Einem kleinen Kaninchen wurde mittelst eines grossen Amputationsmessers der Kopf von vorne nach hinten sehr schnell abgeschnitten. Unmittelbar nach dem Tode ist eine deutliche Farbenveränderung am Gehirn nicht wahrnehmbar. Aber schon eine halbe Minute später entsteht eine deutliche Blässe der Pia mater, welche so zunimmt, dass sie nach ungefähr 5 Minuten etwa ebenso stark

erscheint, wie sie um diese Zeit bei den durch Strangulation getödteten Thieren beobachtet wurde.

18. Ein mittelgrosses Kaninchen wurde durch sehr schnelle von vorn nach hinten ausgeführte Decapitation getödtet. Auch in diesem Falle tritt unmittelbar nach dem Tode eine deutliche Blässe nicht auf, dieselbe erscheint aber in hohem Grade etwa eine halbe Minute später und nimmt allmählig mehr und mehr zu.

19. Ein kleines Kaninchen wurde in kaltem Wasser ertränkt. Kurz vor dem Tode entsteht ohne vorausgegangene Farbenveränderung ein starkes Erblassen des Gehirns, welches wie gewöhnlich mit dem Tode zunimmt und nach demselben sich noch mehr steigert. Das getödtete Thier wird an den Beinen aufgehängt. Eine Stunde nach dem Tode erscheinen die grösseren Gefässe der Pia mater stark mit dunkeltem Blute angefüllt, während die ganz kleinen Ramificationen derselben noch blutleer sind und auch die Grundsubstanz in ihrer Farbe sich kaum verändert zu haben scheint. $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Tode ist dies Verhalten noch unverändert, 18 Stunden später aber sind die grösseren Gefässe noch mehr gefüllt, die kleineren ebenfalls injicirt und die Zwischensubstanz ist schmutzig blau gefärbt. Bei der sofort nach dieser letzten Besichtigung vorgenommenen Section zeigt sich die Luftröhre voll Schaum und stark geröthet, das Herz beiderseits, doch rechts bedeutend mehr als links mit dunkeltem halbflüssigen Blut gefüllt. In der Aorta geringe Mengen dünnflüssigen, dunklen Bluts. Lungen enthalten Wasser, sind intensiv graublau gefleckt. Nirgends Ecchymosen.

20. Einem mittelgrossen Kaninchen wurde eine Portion kalten Wassers durch die angeschnittene Luftröhre in die Lungen gespritzt. Das Thier athmet nicht sehr beschwerlich, nur bedeutend schneller. Erst nach wiederholten Einspritzungen entstehen mühsamere Athembewegungen. Die Gefässe des Gehirns werden in diesem Falle nicht stärker gefüllt, bekommen auch eben so wenig wie die Grundsubstanz eine bläuliche Farbe, allmählig aber entsteht gleichzeitig mit einer leichten, aber deutlichen Zuckung des ganzen Körpers eine Abnahme der Röthe, aus welcher das Gehirn dann noch wieder in eine lebhaftere rothe Farbe übergeht. Mit dem Wiedereintritt der rötheren Farbe fühlt das Thier sich augenscheinlich wieder wohler, bis bald darauf gleichzeitig mit heftigen Convulsionen nochmals eine bedeutende Blässe des Gehirns sich entwickelt. Unter diesen Convulsionen erfolgt der Tod, nach welchem die Anämie in gewöhnlicher Weise sich steigert. Luftröhre mit zähem Schaum vollständig ausgefüllt, ebenso die Lungen, von deren Durchschnittsflächen grosse Mengen schaumiger Flüssigkeit sich entleeren. Die Substanz der Lungen erscheint von blassrosarother Farbe mit wenigen dunkleren Flecken und einigen kleinen Ecchymosen. Im rechten Herzen ziemlich grosse, im linken Herzen und in der Aorta sehr geringe Mengen dunklen Bluts.

21. Einem grossen Kaninchen wurde in die blossgelegte und vorne durch einen Querschnitt geöffnete Trachea eine mit einem metallenen Ansatzstück versehene Cautschukröhre eingebunden, und diese mit einer Glasröhre in Verbindung gesetzt, deren unteres Ende sich unter Wasser befand. Es entstehen bald angestrengte Athembewegungen. Eine bläuliche Farbe am Gehirn wird nicht wahrgenommen, die Erscheinungen der Anämie des Gehirns treten aber zu der gewöhn-

lichen Zeit und in besonders hohem Grade auf. Mit dem Eintritt derselben entstehen Convulsionen, Luftröhre bläulichroth injicirt, rechte Lunge sehr stark, linke Lunge mässig mit Blut gefüllt. Auf beiden Lungen und der Costalpleura kleine Ecchymosen. Herz rechts voll, links mässig gefüllt, beiderseits aber dunkles Blut enthaltend. Auch in der Aorta geringe Mengen dunklen Bluts. Unterleibsvenen in gewöhnlicher Weise stark gefüllt.

22. Ein grosses Kaninchen wurde durch Inhalation von Schwefelwasserstoff getödtet und zwar wurde dieses Gas direct in die Luftröhre des Thieres geleitet, in der Weise, dass demselben ein mit einem messingenen Ansatzstücke versehener Gummischlauch in die blossgelegte und der Quere nach zur Hälfte von vorn nach hinten durchschnittene Luftröhre eingebracht wurde. Dieser Schlauch wurde mit einer zum Theil mit Schwefelwasserstoffwasser gefüllten Flasche in Verbindung gesetzt, in deren Pfropfen 2 Glasröhren befindlich waren. Eine derselben, welche mit der atmosphärischen Luft in Berührung stand, reichte bis in die Flüssigkeit hinein, die andere, an welcher das peripherische Ende des Gummischlauchs befestigt war, ging nur bis in den oberen nicht mit Flüssigkeit angefüllten Theil der Flasche. So musste das Thier nothwendig die atmosphärische Luft mit bedeutenden Quantitäten Schwefelwasserstoff geschwängert inspiriren. Nach einigen Athemzügen wurde das Blut im Gehirn dunkler, die Gefässe füllten sich stärker und es zeichnete sich eine grosse Zahl sehr zarter, vorher nicht sichtbarer Gefässe scharf ab. Das Thier starb ohne Zuckungen und ohne eine andere Veränderung am Gehirn. Erst etwa 1 Minute nach dem Tode wurde das Gehirn allmählig blass und blässer, erreichte aber lange nicht den Grad von Anämie, wie er bei strangulirten Thieren vorkommt. Bei der Section zeigte das Blut überall eine sehr dunkelrothe Farbe. Die Lungen schmutzigroth mit einzelnen scharf abgegrenzten grünlichgrauen Flecken, am vorderen Rande der linken Lunge einige kleine Ecchymosen. Herz beiderseits ziemlich stark mit dunkeltem Blute gefüllt. Aorta enthält mässige Quantitäten dunklen Bluts. Die Form der Blutkörperchen aus verschiedenen Stellen des Körpers, namentlich auch aus den grünlichgrauen Flecken der Lunge ist vollkommen normal (Vgl. Casper a. a. O. pag. 487.).

23. Ein mittelgrosses Kaninchen wurde unter einer Glasglocke durch Zuleitung von Schwefelwasserstoff getödtet. Nachdem etwa 1 Minute verflossen war, wurden die Athembewegungen äusserst schnell und heftig, dann entstanden fast an dem ganzen Körper leichte zitternde Bewegungen, dann einige sehr tiefe Inspirationen und ruhiger Tod. In diesem Falle hatte das Blut ebenfalls eine fast schwarzrothe Farbe, während das Aussehen der Lungen fast normal war mit Ausnahme einiger kleiner blassgrauer Flecke, welche sich hie und da auf beiden Lungen vorfanden, sich aber nur äusserst unbestimmt abzeichneten. Herz beiderseits stark gefüllt mit dunkeltem flüssigen Blut. Blutkörperchen unverändert. Die Herzmuskulatur reagirt 5 Minuten nach dem Tode noch auf mechanischen Reiz.

24. Ein grosses Kaninchen wurde durch Inhalation von Chloroform getödtet. Als man dem Thiere das Chloroform vor die Nase hielt, hörten die Athembewegungen Anfangs ganz auf, wie es schien willkürlich, dann traten sie mit gewöhnlicher Geschwindigkeit ein und wurden am Ende so schnell, dass etwa 100 Respi-

rationen in der Minute ausgeführt wurden. Als sie ihre grösste Geschwindigkeit erreicht hatten, hörten sie plötzlich mit dem Tode des Thieres auf, ohne sich vorher verlangsamt zu haben (Ganz dieselben Veränderungen in der Frequenz der Athembewegungen habe ich in allen Fällen beobachtet, wenn die Thiere durch eine bei der Vorbereitung zur Operation zu lange fortgesetzte Inhalation von Chloroform ihr Leben einbüssten). Eine Hyperämie des Gehirns habe ich nach Chloroforminhalation nicht wahrnehmen können, dagegen erblasst das Gehirn bei dieser Todesart schon sehr früh und sehr deutlich. Es zeigte sich nämlich schon etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten vor Eintritt des Todes eine deutliche bis zum Tode immer mehr zunehmende Blässe der Grundsubstanz bei gleichzeitiger Verkleinerung der Gefässdurchmesser. Kurz vor dem Tode entstehen heftige Zuckungen und jede Expiration ist mit einem klagenden Tone verbunden. Nach dem Tode nimmt die Blässe noch zu. Bei der Section erscheint das Gehirn ausserordentlich blutleer, das Blut dunkel, die Venen und das rechte Herz stark gefüllt, im linken Herzen und in den Arterien geringe Mengen etwas helleren Blutes. Trachea blauröth injicirt. Lunge ziemlich hellröth mit einigen wenigen Ecchymosen.

25. Ein grosses Kaninchen wurde durch Inhalation von Kohlensäure getödtet. Anfangs erschien die Farbe des Gehirns dunkler geröthet und die turgescirenden Gefässe der Pia mater nahmen eine stark purpurrothe Farbe an, welche dann plötzlich bei anscheinend unveränderter Blutmenge in die blauröthe Farbe überging. Kurz vor dem Tode wurde das Gehirn blass, mit dem Eintritt desselben und nachher noch blässer. Schon während des blauröthen Aussehens des Gehirns hatte das Thier wiederholt heftige Convulsionen gehabt, welche sich kurz vor dem Tode, als schon die Gehirnbässe eingetreten war, noch in sehr heftiger Weise wiederholten. Dabei hatte das Thier mehrmals laut geschrien. Bei der Section erschien die Luftröhre stark blauröth injicirt, die Lungen waren schmutzighellröth, mit einigen etwas dunkleren Flecken und einigen wenigen Ecchymosen. Rechtes Herz und Venen überall stark mit dunkelrothem Blut gefüllt, Arterien und linkes Herz enthalten geringe Mengen ebenfalls dunklen Bluts.

26. Ein mittelgrosses Kaninchen wurde durch Kohlenoxydgas vergiftet, so zwar, dass von dem Thier das aus dem Gasometer durch einen Gummischlauch gegen seine Nase geleitete Gas eingeathmet wurde. Gleichzeitig mit sehr angestrengten Respirationsbewegungen entsteht eine sehr bedeutende Hyperämie des Gehirns, welches eine intensiv scharlachrothe, diffuse Farbe annimmt und dessen Gefässe in ihren Durchmessern bedeutend zunehmen. Auch mit dem Eintritt des Todes vermindert die Röthe des Gehirns sich nicht, erst 2–3 Minuten nach demselben scheint sie in sehr geringem Grade abzunehmen. Während der Inhalation des Gases entstehen mehrfach sehr heftige Convulsionen, bei welchen das Thier laut schreit und den Kopf stark in den Nacken wirft. Bei der Section zeigen fast alle Organe eine rosaröthe oder kirschrothe Farbe, überall sind die Gefässe sehr stark markirt und mit hellkirschrothem Blute gefüllt. Ein Unterschied in der Farbe des Bluts der Venen und der Arterien ist durchaus nicht wahrzunehmen. Lungen blassrosaröth mit ziemlich vielen dunkelkirschrothen Flecken und einzelnen Ecchymosen. Herz beiderseits mit gleichfarbigem Blute gefüllt. Auch

die Aorta und die übrigen grösseren Arterien enthalten mässige Quantitäten hellrothen Bluts. Trachea stark scharlachroth injicirt. Jugularvenen sehr voll. Die Farbe des Bluts war in diesem Falle also ganz eben so, wie sie nach der Einwirkung des Kohlenoxydgases auf das Blut von Hoppe*) beobachtet wurde. Sie ist nicht, wie Hoppe sehr treffend angiebt, die des normalen arteriellen Blutes, welches einen Stich ins Orange zeigt, sondern sie hat vielmehr eine leicht hellviolette Beimischung.

27. Ein grosses Kaninchen wurde durch Inhalation von Leuchtgas vergiftet, in der Weise, dass man es mit Nase und Mund über das aus einer Röhre ausströmende Gas hielt. Schon nach einigen Athemzügen erhielt das Gehirn eine intensiv rothe Farbe, welche zwischen Rosa und Kirschroth etwa in der Mitte stand. Gleichzeitig nahmen die Durchmesser der in der Pia mater verlaufenden Gefässe enorm zu, die Augäpfel traten ausserordentlich stark hervor, das Thier zuckte wiederholt heftig und stiess dabei ein lautes klagendes Geschrei aus, dann hörte das Athmen etwa eine halbe Minute lang vollständig auf, um wieder in sehr heftiger Weise zu beginnen, das Thier schrie wieder mehrmals stark, bekam wiederholt heftige Convulsionen, die rothe Farbe des Gehirns und die Anschwellung seiner Gefässe wurden immer bedeutender, bis der Tod eintrat. Auch nach dem Tode verblieb das Gehirn ganz in demselben Zustande der Hyperämie, obwohl die Lage desselben so war, dass eine Senkung des Bluts in die Schädelhöhle nicht eintreten konnte. Bei der Section zeigte das Blut überall dieselbe intensiv rosaroth Farbe wie bei der Vergiftung mit Kohlenoxydges, nur war es anscheinend in den Venen ein wenig mehr bläulich**). Die Luftröhre stark rosaroth injicirt, die Lungen wie alle blutreichen Gewebe lebhaft rosaroth gefärbt. Auf der rechten Lunge einzelne sehr kleine Ecchymosen. Herz beiderseits mit hellkirschrothem Blut stark gefüllt. Aorta und andere Arterien enthalten geringe Mengen ebenso gefärbten Bluts. Halsvenen und untere Hohlvene strotzend von Blut.

28. Einem grossen Kaninchen wurde eine Portion concentrirter Lösung von arseniger Säure durch die blossgelegte und angeschnittene Speiseröhre in den Magen gespritzt. Bald nach der Injection beschleunigtes seufzendes Athmen, Brechbewegungen. Tod eine halbe Stunde nach der Einspritzung unter heftigen Krämpfen. Mit dem Eintritt des Todes beginnt die Blässe des Gehirns und nimmt nach demselben noch etwas zu, erreicht aber nicht die Höhe, wie bei erstickten Thieren. Section eine Stunde nach dem Tode. Die Schleimhaut des ziemlich bedeutende Quantitäten von Futter enthaltenden Magens erscheint vollkommen unverändert, Lungen von etwas schmutzigothrer Farbe. Im Herzen und in der Aorta ziemlich massenhafte Blutgerinnsel.

*) Archiv für path. Anat. Bd. XI. pag. 288.

**) Hoppe giebt in seiner ersten Mittheilung „über die Einwirkung des Kohlenoxydgases auf das Hämatoglobulin“ (Archiv XI. p. 289) an, dass venöses Blut beim anhaltenden Durchleiten von Steinkohlenleuchtgas eine gleiche Farbenveränderung eingehe, wie durch Kohlenoxyd, führt aber in einem späteren Aufsatz „über die Einwirkung des Kohlenoxydgases auf das Blut“ (Arch. XIII. p. 104) unter den 8 Gasen, deren Einfluss auf die Farbenveränderung des Blutes er untersuchte, das Leuchtgas nicht mit auf.

29. Einem grossen Kaninchen wurde eine Portion Blausäure durch den blossgelegten und incidirten Oesophagus in den Magen gespritzt. Das Thier bekommt wiederholt äusserst heftige Convulsionen, bei welchen namentlich die Respiration sehr beschleunigt und sehr verstärkt ist. Während dieser Krampfanfälle scheint das Gehirn etwas blutreicher zu werden, doch ist diese Veränderung so unbedeutend, dass man ihre Existenz nicht einmal mit aller Sicherheit behaupten kann. Jedenfalls steht soviel fest, dass während der Convulsionen eine Abnahme der Röthe des Gehirns gewiss nicht eintrat. Dagegen zeigte sich kurz vor dem Eintritt des Todes eine sehr unbedeutende Abnahme der Röthe des Gehirns und dieses Erblassen steigerte sich nach dem Tode auch noch etwas, wurde aber lange nicht so stark wie beim Erstickungstode. Bei der Section erscheinen die Lungen hellrosalackroth und ganz ohne Ecchymosen. Rechtes Herz und Venen ziemlich stark mit dunkeltem, linkes Herz und Aorta mässig mit hellem Blut gefüllt.

30. Einem Kaninchen von mittlerer Grösse wurde Nachmittags um 4 Uhr der Sympathicus beiderseits am Halse durchschnitten. Am andern Morgen um 11 Uhr erschienen die Gefässe in beiden Ohrlapfen sehr stark gefüllt. Beide Ohren sehr warm, in den Lappen $39,7^{\circ}$ C., in den Gehörgängen $41,9^{\circ}$ C. Das Gehirn erschien weit stärker geröthet als am Tage vorher, die Gefässe waren augenscheinlich erweitert, die Farbe aber, wenn auch intensiver, doch ohne eine fremde Beimischung. Das Thier wurde durch mässig festes Anziehen einer um den Hals gelegten Schnur strangulirt. Anfangs erschien das Gehirn ein wenig mehr blau-roth, dann wurde es kurz vor Eintritt des Todes blass und blässer und es zeigte sich in seinem Verhalten ganz ebenso wie in denjenigen Fällen, wo der Sympathicus nicht durchschnitten war. Gleichzeitig mit der Blässe des Gehirns traten deutliche Zuckungen ein.

31. Einem kleinen Kaninchen wurde Nachmittags 4 Uhr der linke Sympathicus am Halse durchschnitten. Nach 10 Minuten eine deutliche Zunahme der Injection der Gefässe am linken Ohr. Temperaturunterschied zwischen links und rechts im Gehörgang $0,6^{\circ}$ C., in den Lappen $1,5^{\circ}$ C. Am folgenden Mittag 11 Uhr erscheint die Röthe des Gehirns vermehrt, und nachdem jetzt auch der rechte Sympathicus durchschnitten, scheint nach wiederum 24 Stunden die Röthe des Gehirns noch etwas mehr zugenommen zu haben. Beide Ohren stark injicirt und warm. Das Thier wird mittelst einer in die Luftröhre eingebundenen mit ihrem unteren Ende in Wasser stehenden Glasröhre erstickt. Die gewöhnliche Blässe tritt ohne eine vorübergehende Farbenveränderung des Gehirns ein. Lungen ziemlich hellroth, blutreich. An der Basis der rechten Lunge eine Ecchymose von der Grösse eines Stecknadelknopfes. Im rechten Herzen viel, im linken Herzen und in der Aorta wenig dunkles Blut.

32. Einem mittelgrossen Kaninchen wurde, als dasselbe noch nicht trepanirt war, der rechte Sympathicus durchschnitten. Sofort deutliche Zunahme der Röthe und Temperatur am rechten Ohr und Verkleinerung der rechten Pupille. Bei der 45 Stunden später vorgenommenen Trepanation blutet die Diploe der rechten Schädelhälfte sehr bedeutend stärker als die der linken; auch sind die Gefässe der Pia mater augenscheinlich stärker gefüllt auf der rechten als auf der linken Hälfte

des Gehirns. 3 Stunden später wurde auch der Sympathicus der linken Seite durchschnitten, worauf neben den bekannten Veränderungen am Ohr auch eine Zunahme der Röthe an der linken Hälfte des Gehirns wahrnehmbar wird. Das eine Strecke weit isolirte Kopfe des Sympathicus wird hierauf durch einen starken Inductionsstrom gereizt. Sofort erweitert die Pupille am linken Auge sich deutlich, und es scheint die linke Gehirnhälfte ein wenig zu erblassen. Hierauf wurde dem Thiere die Luftröhre unterbunden und man beobachtete nun an dem Gehirn desselben ganz dieselben Erscheinungen, wie sie bereits als Folgen der isolirten Unterbindung der Trachea wiederholt beschrieben sind. Zuerst füllten die Gefässe der Pia mater sich etwas stärker mit blaurothem Blut und die Grundfarbe des Gehirns bekam ebenfalls eine bläuliche Beimischung. Dann stellten sich zu gewöhnlicher Zeit und in gewöhnlichem Grade die Erscheinungen der Anämie am Gehirn ein. Die beiderseitige Durchschneidung des Sympathicus war also ganz ohne Einfluss auf die bei der Erstickung im Blutgehalt des Gehirns eintretenden Veränderungen.

Rostock, den 4. November 1858.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. und 3. zeigen die Gehirnoberfläche zweier Kaninchen unter normalen Verhältnissen, soweit sie durch die mittelst einer Glasplatte verschlossene Trepanationsöffnung des Schädels sichtbar ist. Auf dem gelblichrosarothern Grunde verlaufen die in Fig 1 ziemlich symmetrisch, in Fig. 3 völlig asymmetrisch gelegenen purpurrothen Venen. Die grosse Medianvene ist in Fig. 1 durch eine schmale Brücke der Dura mater theilweise verhüllt, in Fig. 3 liegt sie vollkommen frei zu Tage.
- Fig. 2. zeigt das Aussehen des in Fig. 1 unter normalen Verhältnissen dargestellten Gehirns, wie es etwa $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Strangulation erschien. Die Grundfläche hat eine schmutzigweisse Farbe bekommen, die kleineren Gefässverzweigungen sind theilweise ganz unsichtbar geworden, theilweise haben sie sich ebenso wie alle grösseren bedeutend verschmälert. Anämische Interstitien sind hie und da an den grösseren Venen sichtbar.
- Fig. 4. ist eine Darstellung des Gehirns von Fig. 3 im Zustand der Cyanose, wie sie z. B. nach der isolirten Unterbindung der Luftröhre eintritt. Die Grundfarbe ist aus dem Rosarothern ins Bläuliche übergegangen, die Gefässe turgesciren etwas stärker, heben sich sehr klar von dem Hintergrunde ab und zeigen eine gesättigt purpurblaue Farbe.

NB. Ich kann versichern, dass alle vier Abbildungen vollkommen naturgetreu und in keiner Weise idealisirt sind. Die Erscheinungen der Anämie treten zuweilen noch deutlicher auf, als in dem Falle, nach welchem Fig. 2 dargestellt ist. Die Grundsubstanz erscheint dann noch farbloser, die kleinen Gefässe sind in noch geringerer Zahl sichtbar, die grösseren Venen werden noch schmaler und man bemerkt an ihnen noch mehr anämische Zwischenräume.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

