ANNALEN

DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, ACHTES STÜCK.

I. *Beobachtungen zur Analyse der Lymphe des
Bluts und des Chylus;*
von Johannes Müller zu Bonn.

I. Untersuchung der Lymphe.

Im Winter $\frac{1}{2}\frac{3}{4}$ bot sich in Bonn die außerordentliche Gelegenheit dar, Lymphe des Menschen zu untersuchen. Im chirurgischen Clinico des Hrn. Professor Wutzer befand sich ein junger Mensch, dem, in Folge einer vor längerer Zeit erlittenen Verletzung am Fußrücken, beständig Lymphe aus der, allen Versuchen zur Heilung trotzenden, kleinen Wunde ausfloß. Wenn man über den Rücken der großen Zehe in der Richtung gegen die Wunde hinstrich, floß jedesmal eine Quantität ganz klarer Flüssigkeit, zuweilen spritzend, hervor. Dieß war Lymphe. Sie setzte nach ungefähr 10 Minuten ein spinnwebartiges Coagulum von Faserstoff ab. Hier konnte man nun Lymphe in Menge sammeln, und so hat Hr. Dr. Nasse, Assistent des chirurgischen Clinici, mit Hrn. Professor Bergemann verschiedene Versuche über die Zusammensetzung derselben angestellt. Was mich am meisten zu wissen interessirte, war: ob die Lymphe Kü-

gelchen enthalte, welche alle neueren Beobachter, Reufs und Emmerl, Sömmerring, Tiedemann und Gmelin, Brande, Lassaigue, nicht beobachtet haben; wogegen Hewson in der freilich zweideutigen Lymphe von der Thymusdrüse des Kalbes unzählige weißse Körnchen von der Größe der Körner der Blutkörnchen, und in der röthlichen Lymphe der Milz rothe Körperchen gesehen hat. Bei der mikroskopischen Untersuchung jener Lymphe beim Menschen, die ich mit Hrn. Dr. Nasse anstellte, sah ich, was Hr. Nasse schon vorher gesehen hatte, daß die Lymphe, obgleich sie klar und durchsichtig war, doch eine Menge farbloser Kügelchen enthielt, die kleiner schienen, als die Blutkörperchen des Menschen, und sehr viel sparsamer darin enthalten waren, als die Blutkörperchen im Blute. Diese Kügelchen verbinden sich beim Gerinnen zum kleineren Theil mit dem Coagulum. Der größte Theil bleibt im Lymphserum suspendirt. Das Coagulum besteht, wenn es sich zusammengezogen hat, aus einem weißen federartigen Gewebe. Das Merkwürdigste ist nun aber, daß das Gerinsel nicht durch Aggregation der Kügelchen entsteht; sondern man sieht, daß eine vorher aufgelöste Materie gerinnt und die zerstreuten Kügelchen zum Theil in sich aufnimmt. Untersucht man das Gerinsel von einer sehr kleinen Quantität Lymphe, die man in einem Uhrglas hat gerinnen lassen, so erkennt man die Lymphkügelchen bei starker Vergrößerung eben so zerstreut in dem Coagulum, wie sie vorher in der Lymphe selbst erschienen. Die Materie, welche die Lymphkügelchen verbindet, läßt sich besonders an dem zarten Rande des Coagulum beobachten; sie ist ganz gleichartig, schwach durchleuchtend, und besteht nicht deutlich aus Kügelchen, die, wenn sie darin enthalten sind, sehr viel kleiner seyn müssen, als die Kügelchen der Lymphe. Diese neuen Beobachtungen beweisen, daß, obgleich die Lymphe Kügelchen suspendirt enthält, doch der Faserstoff in ihr aufgelöst ist. Beim

Menschen wird sich die Gelegenheit sehr selten darbieten, jene Beobachtung zu wiederholen. Dagegen werde ich jetzt angeben, wie man sich zu jeder Zeit, wo man Frösche haben kann, die Lymphe dieses Thieres sehr leicht und rein verschaffen kann. Es ist bekannt, daß die Haut der Frösche überaus locker mit den Muskelschichten verbunden ist. Daß zwischen beiden ansehnliche Lymphräume enthalten seyn müssen, erkennt man an der Natur der zwischen Haut und Muskeln enthaltenen Flüssigkeit. Wenn man bei einem großen Frosch die Haut am Oberschenkel anschneidet, und, indem man die Zerschneidung größerer Blutgefäße vermeidet, die Haut eine Strecke weit von den Muskeln ablöst, so fließt eine klare, farblose, salzigschmeckende Flüssigkeit aus, und zwar sehr reichlich, wenn der Frosch sehr groß und frisch war. Diese Flüssigkeit ist Lymphe. Der Beweis davon liegt in dem Umstand, daß diese Flüssigkeit innerhalb mehrerer Minuten ein ansehnliches, anfangs wasserhelles Coagulum absetzt, das sich allmähig zu einem fadenartigen, weißlichen Gewebe verdichtet. Wenn man von einer Anzahl großer Frösche die Lymphe sammelt, so erhält man genug, um eine nähere Untersuchung anzustellen. Das Faserstoffgerinsel einer gewogenen Quantität Lymphe wurde getrocknet und mit einer sehr empfindlichen Wage gewogen; so erhielt ich aus 51 Th. Froschlymphe einen Theil trocknen Faserstoff; ein Verhältniß, welches wegen der Menge des Faserstoffs sehr merkwürdig scheint, wenn sich auf einen einzigen Versuch bei so kleiner Quantität ein bestimmter Werth legen ließe. Läßt man Frösche lange fasten, so gerinnt die gewonnene Lymphe nicht mehr, so wie auch ihr Blut entweder sehr wenig oder gar kein Gerinsel absetzt. Die Froschlymphe enthält im frischen Zustand Kügelchen, jedoch außerordentlich sparsam darin zerstreut. Sie sind ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches. Sie sind rund und nicht platt. Da man

beim Einschneiden der Haut des Frosches jedesmal auch einige kleine Blutgefäße zerschneidet, so ist es unvermeidlich, daß sich bei mikroskopischer Untersuchung in der Lymphe einige elliptische Blutkörperchen zeigen. Diese Beimengung ist aber ganz unbedeutend, und die Lymphe bleibt wasserhell. Durch diese Beobachtung hat man den großen Vortheil, sich schnell und zu jeder Zeit Lymphe verschaffen zu können; und man kann so die Haupteigenschaften derselben, da sie mit der menschlichen sehr übereinkömmt, in den Vorlesungen zeigen. Dagegen man bisher keinem Arzt einen Vorwurf machen konnte, wenn er in seinem ganzen Leben keine Lymphe gesehen hatte, die doch sonst in den pathologischen Werken und von den Aerzten so viel besprochen wird, so daß sie wegen Unkenntniß der wahren Natur der Lymphe vielerlei der verschiedensten Dinge mit diesem Namen belegen. Nicht allein faserstoffhaltige und eiweißhaltige Exsudate, sondern auch Wundflüssigkeiten und eiterförmige Stoffe, besonders aber alle Materien, welche sie nicht genau kennen, werden von ihnen Lymphe genannt.

Diese Versuche vom Frosch liefern die Bestätigung jener Beobachtung von der menschlichen Lymphe. Es ist sehr instructiv, unter dem Mikroskop die Entstehung des Gerinsels in einem Tropfen Froschlymphe zu untersuchen, wo man sich auf das Bestimmteste überzeugen kann, daß die hier in ganz großen Zwischenräumen zerstreuten Kügelchen gar keinen Antheil an der Gerinnung des vorher aufgelösten Faserstoffs haben. Der Eiweißstoff der Lymphe läßt sich auf die gewöhnliche Weise aus der Lymphe niederschlagen. Merkwürdig ist aber, daß nicht allein die Froschlymphe von viel zugesetztem liquor Kali caustici trüb wird, und daß der Chylus der Säugethiere von zugesetztem liquor Kali caustici sogleich das Eiweiß absetzt, sondern daß nach meiner Beobachtung das Eiweiß auch aus kleinen Quantitäten Blutwasser von viel zugesetztem liquor Kali caustici niederge-

schlagen wird. Die Kalilösung muß aber ganz concentrirt seyn.

Die Lymphe scheint unter gewöhnlichen Umständen in den meisten Theilen farblos zu seyn, zuweilen hat man sie bei Säugethieren röthlich gesehen; aber diese Färbung ist in den Lymphgefäßen der Milz nicht selten. Hewson, Tiedemann und Gmelin haben dieß bemerkt. Rudolphi hält es für zufällig. Ich habe indess im Schlachthause an der Milz des Ochsen wiederholt unter den vielen und ansehnlichen Lymphgefäßen der Oberfläche der Milz jedesmal einige bemerkt, deren Lymphe schmutzig röthlich war. Ich halte diese ganz leichte durchscheinende Färbung nicht wie Hewson für Färbung von rothen Körperchen des Blutes. Ich glaube vielmehr, daß die Lymphe in dem blutreichen Gewebe der Milz vom Färbestoff des Blutes etwas aufgelöst hat. Es könnte auch nicht leicht bewiesen werden, daß die röthliche Farbe der Milzlymphe von Blutkörperchen herühre; denn Blutkörperchen sehen, wenn sie zerstreut und einzeln sind, unter dem Mikroskope nicht einmal roth aus. Uebrigens kenne ich keinen Theil, an dem man sich eine so deutliche Anschauung von der Beschaffenheit der Lymphgefäße in ihrem von Lymphe ausgedehnten Zustande machen könnte, als die strotzenden und ansehnlichen Lymphgefäße auf der Oberfläche der Milz eines so eben geschlachteten Ochsen.

Ueber die Bewegung der Lymphe ist man noch völlig im Dunkeln, da man keine Contractionen der Lymphgefäße kennt; indessen habe ich bei mehreren Thieren, und zuerst bei den Fröschen, ein contractiles rhythmisch sich zusammenziehendes Organ gefunden, welches auf die Bewegung der Lymphe großen Einfluß zu haben scheint, indem es mit den Lymphräumen der unteren Extremität und des Rumpfes in Verbindung steht. Das Organ ist doppelt vorhanden; es liegt auf jeder Seite hinter dem Hüftgelenk, zur Seite des Afters, in der regio ischiadica.

Man sieht seine rhythmischen Contractionen selbst durch die Haut hindurch; deutlicher aber, wenn man die Haut in dieser Gegend abzieht. Der Rhythmus der Contractionen ist nicht synchronisch mit dem Herzen, eben so wenig mit dem Athem, sondern eigenthümlich. Es liegen unter dem Organe eine große Vene und Arterie; allein die Bewegung des Blutes in diesen Gefäßen hat keinen Einfluß auf das Organ. Selbst nach Entfernung des ganzen Herzens, ja nach Zerschneidung des ganzen Frosches pulsirt das Organ fort. Die Pulsationen der Organe beider Seiten sind nicht immer synchronisch, sondern zuweilen unregelmäßig alternirend. Das Organ selbst ist länglich, von oben nach unten. Es ist ein kleiner Schlauch, der bei der Zusammenziehung mehrere Einschnürungen zeigt, und dessen Wände innen ein schwammigzelliges Ansehen haben. Die Flüssigkeit, welche sich darin bewegt, ist kein Blut, sondern klar und farblos, wahrscheinlich Lymphe. Schneidet man das Organ an, so fließt die Flüssigkeit aus, und bläst man Luft in der Richtung nach abwärts ein, so füllen sich nicht allein die Lymphräume des Schenkels und ganzen Beins, sondern zum Theil auch die des Rumpfes; einmal füllte sich auch ein feinhäutiger weiter Gang, welcher die Aorta abdominalis begleitete. Bläst man das Organ in der Richtung nach aufwärts auf, so füllt sich ein Lymphgang, den es vom Rücken her erhält. Zu bemerken ist noch, daß sich beim Aufblasen des Organes, aufser den Lymphräumen, auch das ganze Venensystem mit Luft füllt. Ich habe dieses Organ auch bei den Kröten an derselben Stelle, und bei den Salamandern, so wie bei der grünen Eidechse gefunden; wo es indeß viel schwerer zu sehen ist. Bei allen liegt es unter der Haut, wie beim Frosch, bei den Salamandern und Eidechsen an der Wurzel des Schwanzes, zur Seite, dicht hinter dem Darmbein. Entweder dient das Organ dazu, die Lymphe aus den hinteren Theilen des Körpers fortzubewegen, oder vorzugsweise, sie in irgend eine Vene zu

treiben. In Froriep's Notizen, No. 698, ist eine Beobachtung von Marshall Hall angeführt, welcher in der Nähe des Schwanzes vom Aal eine eigenthümliche Structur beobachtet hat, welche die Functionen eines Hülfsherzens oder Nebenherzens verrichten soll. Er führt an, dessen Diastole und Systole seyen vollkommen regelmäßig und vom Herzen unabhängig. Diese Bemerkung veranlaßte mich zur Untersuchung des Aals. Ich fand sogleich an der Schwanzspitze des Aals ein sehr lebhaft pulsirendes Organ, in welchem eine röthliche, aber durchscheinende Flüssigkeit nach vorwärts in einen Kanal getrieben wurde, welcher an der unteren Seite des Schwanzes hinlief. Als ich dießs Organ anschnitt und aufblies, füllten sich eine Menge weiter Kanäle auf der einen Seite des Schwanzes, nämlich auf derjenigen Seite, auf der der Einschnitt gemacht worden war. Als ich Quecksilber durch die Oeffnung des Organs injicirte, füllten sich alle diese Kanäle mit Quecksilber; auch die Abtheilungen der weichen Flosse am Schwanzende wurden sehr schön injicirt, indem in jeder Abtheilung sich ein ziemlich starker gleichförmiger Kanal bis an's Ende füllte, wodurch die Strahlen der weichen Flosse als parallele, mit Quecksilber angefüllte Kanäle erschienen. Die Hauptgänge gehen aber, von dem beschriebenen Organe aus, unter der Haut des Fisches bis weit über die Aftergegend hinaus fort. Ein Hauptkanal von $1\frac{1}{2}$ Linie Dicke liegt an der unteren Seite, ein ähnlicher an der oberen Seite des Fisches, auf jeder Seite an der Insertion der Flosse. Dazwischen liegen wieder kleinere Längskanäle und schiefe Verbindungskanäle. Injicirt man Quecksilber durch die Längskanäle, so füllen sich alle Lymphgefäße der Flosse des Schwanzes als parallele Kanäle an. Wenn die Kanäle der einen Seitenhälfte des Fisches gefüllt sind, so ist in die Kanäle der anderen Seitenhälfte noch nichts eingedrungen. Die Injection der anderen Seite erhält man, indem man von dem pulsirenden Organe auf der anderen Seite, oder von

den Längskanälen aus injicirt. Dann füllt sich auch eine zweite Reihe von injicirten Flossenstrahlen, so daß die Flossen aus einer Doppelschicht von linken und rechten parallelen Kanälen bestehen. Um den After her scheinen die unteren langen Seitenkanäle beider Seiten mit einander zu communiciren. Viel weiter nach vorne hin lassen sich die Kanäle nicht injiciren, sie verbreiten sich dann diffus unter der Haut. Das pulsirende Organ an der Schwanzspitze ist offenbar doppelt. In der That sieht man auch noch Pulsationen auf der einen Seite, während sie durch das Anschneiden auf der anderen Seite schon aufgehört haben. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob dießs Organ bestimmt ist, die Lymphe des Schwanzes vielleicht in das Ende der Schwanzvene zu treiben. Zur allgemeinen Bewegung der Lymphe könnte das Organ am Ende des Körpers kaum etwas beitragen.

II. Untersuchung der Blutkörperchen.

Ueber die Form der Blutkörperchen sind die Angaben der Schriftsteller so verschieden, daß es mir unumgänglich nothwendig schien, diesen Gegenstand ganz von Neuem zu untersuchen. Hierzu dienten verschiedene optische Instrumente, namentlich ein kostbares Fraunhofer'sches Mikroskop. Um die Blutkörperchen zu untersuchen, darf man sie nicht mit Wasser verdünnen, man würde sie dann ganz anders sehen, als sie im lebenden Körper sind; das Wasser verändert ihre Form augenblicklich, die elliptischen Blutkörperchen werden auf der Stelle rundlich, auch verlieren die Blutkörperchen ihre Platteit. Daher muß man die Blutkörperchen entweder ohne Beinnischung ganz dünn auf dem Objectträger des Mikroskops ausbreiten, oder man muß sie mit Blutserum verdünnen. Z. B. um die Blutkörperchen des Frosches zu untersuchen, wende ich einen Tropfen Serum von schon geronnenem Froschblut an, und setze dazu etwas von einem Tropfen frischen Froschblutes. Wasser,

worin etwas Kochsalz oder Zucker aufgelöst ist, kann ebenfalls zur Verdünnung angewandt werden. Diese Auflösungen verändern die Blutkörperchen durchaus nicht. Die Vermischung des Bluts mit Wasser und der Gebrauch schlechter Instrumente haben die verschiedenen Angaben über die Form der Blutkörperchen veranlaßt.

Ich finde die Blutkörperchen beim Menschen größtentheils gleich groß, einzelne sind ein wenig größer als die Mehrzahl derselben; aber nicht noch einmal so groß im Durchmesser. Beim Frosch sind sie ebenfalls meistens gleich groß, doch sieht man auch solche, die bei übrigens gleicher Form doch etwas kleiner sind, und gleichsam noch in der Bildung begriffen zu seyn scheinen. Beim Embryo des Kaninchens fand ich sie am meisten ungleich; hier sieht man einzelne, welche mehr als noch einmal so groß als die Mehrzahl im Durchmesser sind, während die Mehrzahl durchaus in der Größe denen des erwachsenen Kaninchens gleich kommt. Die Blutkörperchen der Froschlarven scheinen etwas kleiner, als die der erwachsenen Frösche, und sind viel blässer. Die Gestalt der Blutkörperchen ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, sie sind indeß, mögen sie kreisförmig oder elliptisch seyn, immer platt. Runde Scheiben sind sie beim Menschen und den Säugethieren; interessant wäre zu wissen, wie sie wohl beim Schnabelthier und der Echidna seyn mögen. Elliptisch finde ich sie, übereinstimmend mit anderen Beobachtern, bei den Vögeln (Huhn und Taube), bei den Amphibien (Frosch, Salamander, Eidechse), und bei den Fischen, wo sie sich zuweilen, wie beim Karpfen, der runden Form nähern, ohne vollständig rund zu seyn. Rudolphi giebt sie von den Fischen rund an, wie ich sie früher, als ich sie noch nicht gut zu untersuchen verstand, bei *Clupea alosa* gefunden habe; dieß scheint ein Beobachtungsfehler zu seyn, oder es rührte von Vermischung mit Wasser her, wovon die elliptischen Blutkörperchen der Fische, Amphibien, Vögel, nach meiner Beobachtung, jedesmal rund

und kuglig werden. Später fand ich die Blutkörperchen von *Clupea alosa* wirklich elliptisch. Die elliptischen Körperchen der Amphibien und Vögel sind im Durchschnitt etwa noch einmal so lang als breit. Dafs sie platt sind, diels habe ich nicht allein von den elliptischen Körperchen der Fische, Vögel und Amphibien, sondern auf das Bestimmteste auch von den kreisförmigen Körperchen des Kalbes, der Katze, des Hundes, des Kaninchens und des Menschen gesehen. Hierzu bedarf man aber guter optischer Instrumente. Von der Abplattung überzeugt man sich, wenn man den mit Serum, Kochsalz oder Zuckerwasser verdünnten Blutstropfen unter dem Mikroskop in Bewegung bringt, so dafs viele von den Blutkörperchen beim Fliefsen sich auf den Rand stellen. Am plattesten sind sie, im Verhältnifs zu den andern Durchmesser, bei den Amphibien und bei den Fischen; unter allen Thieren finde ich sie am plattesten beim Salamander, sehr platt sind sie auch beim Frosch, wo ihre Dicke 8 bis 10 Mal geringer ist, als ihr Längendurchmesser. Die Blutkörperchen des Salamanders zeigen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, keine von der Mitte der beiden Seitenflächen hervorragende Erhöhung, sondern sind ganz gleichförmig platt; die der Frösche zeigen aber zuweilen, nicht immer deutlich, ein auf beiden Seiten hervorragendes mittleres Hügelchen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, so wie es Prevost und Dumas abgebildet haben. Obgleich, wie ich später zeigen werde, die Blutkörperchen einen inneren Kern haben, so ragt doch dieser nur bei den Fröschen in der Mitte etwas hervor; bei allen übrigen Thieren dagegen ist er nicht hervorragend. Die elliptischen Blutkörperchen der Vögel sind sich ganz und gar ähnlich, zwar nicht so platt, wie die der Amphibien, sie sind jedoch entschieden platt, ungefähr in dem Verhältnifs, wie ein Brod hiesigen Landes. Dafs sie auch bei den Säugethieren und dem Menschen platt sind, davon konnte ich mich früher nicht

überzeugen, wohl aber, nachdem ich ein kostbares Fraunhofer'sches Mikroskop anwenden konnte, und gelernt hatte, daß man mit Wasser nicht verdünnen dürfe. Die Applattung ist bei den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ganz gleichförmig, und sie haben jedenfalls in der Mitte keine Erhöhung. Wenn sie auf dem Rand stehend gesehen werden, erscheinen sie wie ein kurzer, gleich dicker, dunkler Strich, der an beiden Enden nicht abgerundet, sondern fast scharf aufhört, ähnlich einer Münze, die man gegen den Rand ansieht. Doch ist der öfter gebrauchte Vergleich mit Münzen deswegen unrichtig, weil sie im Verhältniß zum Breitendurchmesser nicht so dünn, wie Münzen sind; sie sind beim Menschen nur 4 bis 5 Mal so dünn als breit.

Die Blutkörperchen der nackten Amphibien sind die größten, die ich kenne; die der Vögel und Fische und beschuppten Amphibien sind kleiner. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind die kleinsten, und unter den Säugethieren sind sie bei der Ziege am kleinsten, wie Prevost und Dumas gefunden haben, und ich wiederfinde. Beim Kalbe sind sie ein Weniges kleiner als beim Menschen. Beim Menschen fand ich ihren Flächendurchmesser $= 0,00023 - 0,00035$ Par. Zoll. Die Blutkörperchen der Vögel neben einander mit denen der Frösche untersucht, sind etwa halb so groß, als die der Frösche, die der Salamander sind etwas größer, als die der Frösche, aber nicht $\frac{1}{3}$ größer, sie sind etwas länglicher; die der Eidechse finde ich ungefähr $\frac{2}{3}$ vom Durchmesser derjenigen des Frosches. Die Blutkörperchen des Frosches sind, neben denen des Menschen untersucht, ungefähr vier Mal größer, der Flächendurchmesser der Blutkörperchen des Menschen mit dem Längendurchmesser derselben beim Frosch verglichen.

In der Mitte der kreisförmigen und der elliptischen Blutkörperchen sieht man einen Fleck, der in den kreisförmigen rund, in den elliptischen elliptisch ist, und auf

der Seite der Beleuchtung hell, auf der Seite des Schattens dunkel erscheint; er sieht zuweilen, und zwar bei den Vögeln, Amphibien und Fischen, wie ein Kern im Inneren aus, besonders bei heller Beleuchtung, wo die Schatten wegfallen; zuweilen sieht er, und zwar bei weniger heller Beleuchtung, wie eine Erhöhung aus, und zwar bei den Fröschen vorzugsweise, durchaus nicht bei den Salamändern, und auch nicht bei Vögeln und Fischen. Bei den Fröschen glaubt man deutlicher eine elliptische Erhöhung zu sehen, wenn die Körperchen in wenig Serum enthalten sind; alsdann glaubt man auch beim Frosch eine Vertiefung zwischen dem wulstigen Rand und der mittleren elliptischen Erhöhung zu bemerken. Ich sage hier blofs, was man bei verschiedenen Bedingungen zu sehen glaubt, nicht was ich dafür halte. Da nun aber die Blutkörperchen der Vögel, Fische und Salamander, auf dem Rande stehend, an den Seitenflächen nicht eine mittlere Hervorragung zeigen, so kann ihr mittlerer Fleck auch keine Erhöhung seyn, und der Fleck rührt von dem Kern des Blutkörperchens her, welcher sich auf eine andere Art beweisen läfst. Da ferner die Blutkörperchen des Frosches, auf dem Rande stehend, zuweilen ein flaches Hügelchen an den Seitenflächen zeigen, so mufs der Kern hier auch eine wirkliche unbedeutende Hervorragung bilden. Die kreisförmigen Blutkörnchen des Menschen und der Säugethiere, durch ein gutes Instrument beobachtet, zeigen weder auf dem Rande stehend irgend eine Spur von Hervorragung an den Seitenflächen, noch hat der Fleck, wenn man sie gegen eine der Flächen ansieht, jemals das Ansehen einer Erhöhung. Die Schriftsteller haben, indem sie beständig von einem Thier auf das andere schlossen, hier zum Theil viel Verwirrung herein gebracht. Die Beobachtungen von Prevost und Dumas habe ich dagegen in vielen Punkten bestätigen können. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säu-

gethiere seben zuweilen in einer gewissen Beleuchtung so aus, als wenn sie vom Rande gegen die Mitte ganz seicht ausgehöhlt wären. Der Optiker Young ist geneigt den Fleck für eine wirkliche Aushöhlung zu halten, ich will das nicht sagen. Es ist mir sogar in hohem Grad unwahrscheinlich, weil ich mich zuletzt überzeugt habe, daß die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen sehr kleinen Kern enthalten, der die Dicke des platten Blutkörperchens hat. Wenn die Scheibchen schief stehen, so daß man etwas von der einen Fläche und etwas vom oberen Rande sieht, so bildet der obere Rand einen dunkeln Halbkreis, nach der inneren Seite convex, nach der anderen concav. Aus meinen Beobachtungen, die ich sogleich anführen werde, ergibt sich unzweifelhaft, daß die Blutkörperchen der Frösche und Salamander einen Kern enthalten, der sich ganz anders chemisch verhält, als die Rinde. Da in den Blutkörperchen der Fische und Vögel dieser Kern mikroskopisch gerade so erscheint, wie bei den Amphibien, so ist es schon hieraus sehr wahrscheinlich, daß auch die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen Kern enthalten, was sich nur wegen der Kleinheit nicht so leicht wie dort direct beweisen läßt. Ich habe aber auch mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope an den Blutkörperchen des Menschen bei einer gewissen Beleuchtung ganz deutlich einen sehr kleinen, runden, scharfbegrenzten Kern gesehen, der mehr gelblich und glänzend aussah, als der durchscheinende Umfang. Wenn man die Blutkörperchen unter dem Mikroskope mit Essigsäure vermischt, so wird die Schale fast ganz aufgelöst, und es bleiben dann diese überaus kleinen Kerne übrig, die beim Menschenblut sehr schwer zu sehen sind, während sie vom Froschblut als ganz deutliche Kerne erscheinen, die man früher im Inneren der Blutkörperchen gesehen hat. Beim Menschen sind die Kerne im Inneren der Blutkörperchen so klein,

dafs sie nicht dicker sind, als der Durchmesser der Dicke des platten Blutkörperchens, und darum müssen sie nicht nothwendig eine Erhöhung in der Mitte bilden.

Im Blute der Frösche, so wie es aus dem Herzen selbst erhalten wird, habe ich noch eine zweite, viel kleinere Art von Körperchen gefunden, die sehr sparsam darin vorkommen; sie sind ganz rund, nicht platt, und ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen; sie kommen ganz mit den sehr sparsamen Körnchen der Lymphe der Frösche überein, die ich früher beschrieben habe, und sind offenbar Lymphkügelchen von der in's Blut gelangenden Lymphe oder Chyluskügelchen. Vielleicht entstehen aus den Lymph- und Chyluskügelchen die Kerne der elliptischen Blutkörperchen. Doch sind die durch Essigsäure von der Hülle befreiten Kerne der Froschblutkörperchen zwar ungefähr so grofs, als die seltenere Art von Körnchen im Blut, und als die Körnchen der Lymphe; allein die beiden letzteren sind rund, die durch Essigsäure dargestellten Kerne der elliptischen Blutkörperchen sind dagegen elliptisch, und beim Salamander sogar noch deutlich platt. Auch sind die Chyluskügelchen von Säugethieren viel gröfser, als die Kerne der Blutkörperchen derselben Thiere. Von den ganzen Blutkörperchen unterscheiden sich aber die Chyluskügelchen dadurch, dafs die Chyluskügelchen in Wasser ganz unauflöslich sind, während die Blutkörperchen in Wasser bis auf ihre Kerne sich auflösen.

Man glaubt gewöhnlich, dafs die Natur sehr schnell den zum Blut gelangenden Chylus in Blut umwandle; diefs mag allerdings so seyn. Indessen werden die Chyluskügelchen im Blut auch durch ihre Zerstreuung zwischen den rothen Blutkörperchen unsichtbar. Wenn man aber die Gerinnung des Bluts von Säugethieren oder vom Menschen durch ein Minimum von unterkohlensaurem Kali verlangsamt, so sinken die rothen Blutkörperchen allmählig vor der Gerinnung einige Linien unter das Niveau

der Flüssigkeit, und die darüber stehende Flüssigkeit ist weißlich, offenbar von den dem Blute beigemengten Chyluskügelchen. Bei der gewöhnlichen Gerinnung werden die Chyluskügelchen zwischen der ungeheuren Menge der rothen Blutkörperchen mit in das Coagulum eingeschlossen, daher das Serum durchscheinend und nicht weißlich ist, während in obigem Versuche vor der Gerinnung die leichten Chyluskügelchen im oberen, die schwereren Blutkörperchen im unteren Theil der Flüssigkeit suspendirt sind.

So lange die Blutkörperchen im Serum des Blutes enthalten sind, löst sich ihr Farbestoff nicht auf, wohl aber wenn Wasser damit in Berührung kommt. Was Home von der leichten Zersetzbarkeit der Blutkörperchen gesagt hat, davon habe ich nichts bestätigt gefunden. Wenn Blut von Säugethieren geschlagen worden ist, so behalten die Blutkörperchen ihre Form, und mehrere Stunden später, ja selbst am andern Tage, mit den besten Instrumenten untersucht, zeigen die Blutkörperchen nicht die geringste Veränderung ihrer Form und Gröfse. Selbst nach 24 Stunden ist fast nichts davon im Blutserum aufgelöst, und das Serum, welches in 24 Stunden einige Linien hoch über den im Serum suspendirten Blutkörperchen steht, ist gelb und farblos. Nach 12 bis 24 Stunden stehen die Blutkörperchen von geschlagenem Schaf- und Ochsenblut $1\frac{1}{2}$ Linie unter dem Niveau der Flüssigkeit. Von geschlagenem Menschenblut und Katzenblut sinken die Blutkörperchen etwas tiefer, nämlich 4 bis 6 Linien schon innerhalb einiger Stunden. Solches geschlagene und vom weissen Faserstoffgerinsel befreite Blut hat ganz das Ansehen des natürlichen Blutes, die Kügelchen schweben darin, und wenn das Blut vom Schaf und Ochsen bei 15° mehrere Tage steht, so bleiben sie doch darin suspendirt und sinken nicht ganz zu Boden. Die rothen Kügelchen von geschlagenem Ochsen- und Schafblut senken sich in mehreren Tagen nur

büchstens $2\frac{1}{2}$ Linie unter das Niveau der Flüssigkeit; das darüberstehende Serum, anfangs farblos, färbt sich in mehreren Tagen nur ganz unbedeutend. Bringt man aber etwas Wasser zu geschlagenem Blut von Säugethieren, so löst sich ein Theil des Farbestoffs im Wasser auf, und ein großer Theil Blutkugelchen sinkt zu Boden. Die Blutkörperchen des Frosches sinken dagegen schon im bloßen Serum des Froschblutes schnell zu Boden, und das Serum steht farblos darüber; so erhalten sich die Körperchen, bei nicht zu warmer Witterung, ohne die geringste Veränderung ihrer Form und Größe mehrere Tage lang. Um von Froschblut ein mit Blutkörperchen geneugtes Serum zu erhalten, nehme ich das sich bildende Gerinsel, so wie es sich bildet, nach und nach heraus, bis sich nichts mehr bildet; auch rühre ich das Gerinsel vorher in der noch übrigen Flüssigkeit um, damit die sich anhängenden Blutkörperchen sich ablösen. Auf diese Art erhält man, nach weggenommenem Gerinsel, Blutserum mit einer großen Menge von Kugelchen, während ein anderer Theil der Kugelchen von dem Gerinsel eingeschlossen ist. In diesem Zustande können die im Serum enthaltenen Blutkörperchen zu verschiedenen Versuchen dienen, worauf man ihre Veränderung mikroskopisch untersucht, während man frisches Blut wegen des sich bildenden Gerinsels nicht gut zu Versuchen über das Verhalten der Blutkörperchen zu verschiedenen Stoffen brauchen kann.

Wenn man zu dem, auf die angezeigte Art bereiten, von Gerinsel befreiten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches Wasser zusetzt, und das Gemenge umrührt, so löst sich der Farbestoff der Blutkörperchen allmählig im Wasser auf, und es bleibt zuletzt ein weißer Satz auf dem Boden des Uhrglases, der nun aus runden Kugelchen besteht, die vier Mal kleiner sind als die Blutkugelchen, und der sich im Wasser nicht auflöst. Um die Auflösung des Farbestoffs in dem Was-

ser

ser zu befördern, ist es gut viel Wasser zuzusetzen. Man vermischt in einem Uhrglas das Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches mit Wasser, so dafs das Gläschen voll wird. Nun wartet man eine kurze Zeit, bis sich die Blutkörperchen zu Boden gesetzt haben, und senkt sodann das volle Uhrglas in ein größeres Glas mit Wasser vorsichtig so ein, dafs der Satz des Uhrglases nicht aufgerüttelt und zerstreut wird. So läßt man das Glas 12 bis 24 Stunden stehen, worauf der rothe Satz weiß geworden ist. Mikroskopisch untersucht, zeigt sich nun nichts mehr von den früheren elliptischen Blutkörperchen, dagegen eine große Menge vier Mal kleinerer, rundlicher, nur zum kleinsten Theil ovaler Kügelchen. Untersucht man den Satz in den Zwischenzeiten vor Ablauf der 12 bis 24 Stunden, so kann man sich überzeugen, dafs der Farbestoff in dem Mafs, als er sich im Wasser auflöst und dasselbe färbt, sich von den elliptischen Blutkörperchen entfernt hat, so dafs sie immer kleiner werden, während der Kern derselben bleibt, bis zuletzt blofs der im Wasser unauflösliche farblose Kern übrig ist. Mit diesem weifsen Satz kann man dann weiter kleine Versuche anstellen. Im Wasser sich selbst überlassen, löst er sich nicht auf, sondern bildet zuletzt ein schleimiges, noch aus denselben kleineren Kügelchen bestehendes Wesen auf dem Boden des Glases. In Alkalien wird dieser Satz aufgelöst; Essigsäure verändert ihn in langer Zeit nicht. Der Action der galvanischen Säule ausgesetzt, verhält er sich so, wie eine Auflösung von Eidotter, wie später ausgeführt werden soll.

Dafs sich der Farbestoff der Blutkörperchen ganz, und in allen Verhältnissen im Wasser auflöst, wie Berzelius gegen Prevost und Dumas bemerkt, und dafs er nicht in kleinen Fragmenten im Wasser suspendirt ist; davon kann man sich nicht allein am Blut des Menschen und der Säugethiere, sondern auch viel sicherer an den Blutkörperchen des Frosches überzeugen. Was aus den

Kernen der Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere wird, wenn die Blutkörperchen mit Wasser gemengt werden, läßt sich wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit nicht ausmitteln, und es ist nach Analogie des Froschblutes nur wahrscheinlich, daß die in Wasser unauflöslichen Kerne im Wasser suspendirt bleiben, wenn man geschlagenes und vom Gerinsel befreites Säugethierblut mit so viel Wasser verdünnt, daß aller Farbestoff der Blutkörperchen sich auflöst. Beim Gerinnen des ungeschlagenen Säugethierblutes bleiben die Kerne der Blutkörperchen mit dem rothen Coagulum verbunden, vielleicht selbst noch, wenn der Farbestoff aus diesem Coagulum schon ausgewaschen ist, vielleicht werden sie auch hierbei mit ausgewaschen (ohne wie der Farbestoff aufgelöst zu werden). Berzelius scheint die Unlöslichkeit des Farbestoffs im Serum von dessen Eiweißgehalt abzuleiten, und bemerkt, daß wenn Wasser, womit die Blutkuchen ausgewaschen worden, Farbestoff absetzt, dies von anhängendem Serum herrühre. Ich theile ganz die Ansicht des großen Chemikers, daß der Farbestoff der Blutkörperchen im Wasser in allen Verhältnissen löslich ist; indessen glaube ich, daß die Nichtauflösung des Farbestoffes im Serum nicht allein von der Auflösung des Albuminats von Natron, sondern auch vorzüglich von der Auflösung der Salze im Serum herrührt. Wenn ich auf dem Objectträger des Mikroskopes zu einem Tröpfchen Froschblut einige Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter zusetzte, so sah ich die Blutkörperchen fast eben so schnell ihre Gestalt verändern und rund werden, als wenn ich reines Wasser zusetzte. Wenn ich aber zu einem Tropfen Froschblut, Tropfen von einer Auflösung eines solchen Salzes brachte, welches das Blut nicht zersetzt, z. B. von unterkohlensaurem Kali oder von Kochsalz, so veränderte sich die Form und GröÙe der Blutkörperchen durchaus nicht. Auch Zuckerwasser wirkt wie Salzauflösung. Die Natur der Blutkörperchen wird

sehr aufgeklärt durch ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien, welches man mit dem zusammengesetzten Mikroskope an den grossen Blutkörperchen der Frösche und Salamander allein deutlich beobachten kann. Man kann hierzu Tropfen frischen Froschblutes nehmen. Da sich indess in diesen ein Gerinsel bildet, so ist es besser, wenn man sich auf die früher angezeigte Art durch Entfernen des Gerinsels ein bloßes Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Froschblutes bereitet. Man bringt ein Tröpfchen davon auf den Objectträger des Mikroskopes und breitet ihn aus, daneben bringt man einen Tropfen von einem Reagenz. Während man nun observirt, bringt man beide Tropfen mit einander in Verbindung, und betrachtet die Veränderungen der Blutkörperchen; oder man betrachtet zuerst die Blutkörperchen für sich, setzt dann das Reagenz auf dem Objectträger hinzu und betrachtet sie wieder. Dieser Methode habe ich mich beständig bei den folgenden Untersuchungen bedient.

Sehr merkwürdig ist die augenblickliche Veränderung der Blutkörperchen durch reines Wasser. Die Blutkörperchen des Menschen werden davon undeutlich, man sieht wegen der Kleinheit das Nähere nicht, doch glaube ich bemerkt zu haben, daß sie ihre Platttheit verlieren. Denn ich konnte beim Vorbeifliessen der Blutkörperchen unter dem Mikroskop keine mehr erkennen, die einen scharfen Rand bei veränderter Stellung sehen ließen. Am Froschblut sieht man aber Alles genau. So wie ein Tropfen Wasser mit einem Tropfen Blutes in Berührung kommt, werden augenblicklich die elliptischen platten Körperchen rund, und verlieren ihre Platttheit, so daß sich beim Vorbeifliessen keine mehr aufstellen und einen scharfen Rand sehen lassen. Ob sie dabei aufschwellen, weiß ich nicht; sie werden kleiner als der Längendurchmesser der Ellipse war, aber doch größer als der Breitendurchmesser derselben. Viele zeigen sich ungleich, uneben, verschoben; die meisten sind rundlich, aber ungenau. Der

Kern hat sich durch die Berührung des Wassers bei vielen verschoben, er wird nicht mehr in der Mitte, sondern an der Seite gesehen, in andern fehlt er ganz, solcher sind jedoch nur wenige, und diese scheinen durch die gewaltsame Veränderung, welche sie vom Wasser erlitten haben, ihre Kerne ausgetrieben zu haben; denn man sieht, so wie Blutkörperchen ohne Kerne, so auch elliptische Kerne ohne Hülle auf dem Sehfelde zerstreut, aber nicht zahlreich. Von den erwähnten kleineren Kügelchen des Froschblutes unterscheiden sich diese wenig zahlreichen ausgetriebenen Kerne durch ihre elliptische Gestalt. Nach und nach, wenn man mehr Wasser zusetzt, verändert sich auch die Gröfse der rund gewordenen, zum Theil noch kernhaltigen, zum kleinsten Theil kernlosen Blutkörperchen. Sie werden unter den Augen des Beobachters kleiner, zerfließen, und zuletzt, nach einiger Zeit, ist nichts mehr übrig als die Kerne, die sich im Wasser nicht auflösen. Wasser, worin unterkohlensaures Kali, oder Kochsalz, oder Salniak, oder Zucker aufgelöst worden, verändert nicht im Geringsten die Form und Gröfse der Blutkörperchen. Nur von gesättigter Auflösung von unterkohlensaurem Kali scheinen sie allmählig etwas kleiner zu werden. Bringt man Blutkörperchen des Frosches von dem vom Gerinsel befreiten Gemenge von Blutkörperchen und Serum mit verdünnter oder concentrirter Essigsäure unter dem Mikroskope in Berührung, so werden sie augenblicklich unförmlich, zum Theil rund, und ihre Farbestoffhülle wird in einigen Minuten fast ganz aufgelöst, so dafs nur die elliptischen Kerne übrig zu bleiben scheinen, welche zwischen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von der Breite der ganzen Blutkörperchen im Breitendurchmesser haben. Diefs sind nicht etwa zusammengeschrumpfte Blutkörperchen, sondern es sind die unveränderten Kerne, die man schon früher sah, und um welche herum die Farbestoffhülle sichtbar kleiner wird, bis sie ganz aufgelöst scheint. Doch wird nicht die ganze Rinde von Farbe-

stoff um den Kern herum aufgelöst; denn mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope konnte ich mich überzeugen, daß ein sehr schmaler, überaus blasser, unscheinbarer Umriss um die dunkel erscheinenden Kerne herum geblieben war, dessen Durchmesser aber sehr viel kleiner ist, als der Durchmesser des ganzen Blutkörperchens. Diese Kerne entsprechen den Umrissen des ganzen Blutkörperchens. Beim Frosch scheinen sie nicht platt zu seyn, wenigstens nicht merklich; beim Salamander habe ich dagegen die Kerne, nach der Behandlung der Blutkörperchen mit Essigsäure, ganz deutlich platt gesehen, so platt wie die Blutkörperchen selbst. Beim Frosch sind sie ungefähr noch einmal so lang als breit, obgleich es auch einzelne giebt, die sich der runden Form mehr nähern; beim Salamander sind die Kerne länglicher, und haben fast parallele Seiten, während sie an beiden Enden abgerundet sind. Auf diese Art kann man durch Essigsäure auch die überaus kleinen Kerne von den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere darstellen, die man jedoch nur bei der größten Aufmerksamkeit mit einem sehr klaren Instrumente sieht.

Versetzt man unter Umrühren ein vom Gerinsel befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches in einiger Quantität mit Essigsäure, so erleiden die Blutkörperchen dieselbe Veränderung; aber man sieht nun auch, daß die Kerne, welche sich zu Boden setzen, ein hellbraunes Pulver bilden, welches sich in mehreren Tagen nicht auflöst, und später, mikroskopisch untersucht, noch aus denselben unveränderten Kernen der Blutkörperchen besteht. Faserstoff und Eiweiß wird sonst in Essigsäure nicht braun, sondern durchscheinend und allmählig etwas dadurch aufgelöst. Indessen scheint die braune Farbe des Pulvers von etwas noch anhängendem und vielleicht chemisch verändertem Farbstoff herzurühren; denn die Kerne der Blutkörperchen, welche man durch Behandlung der Blutkörperchen mit Wasser in größerer Quan-

tität auf die angezeigte Art erhält, sind weiß, und bleiben, mit Essigsäure begossen, ein weißer Satz. Die hierzu angewandte Essigsäure war als chemisch rein geprüft, und etwas mehr concentrirt als die Essigsäure der preussischen Pharmacopoe.

Salzsäure löste unter dem Mikroskope die Blutkörperchen nicht bis auf ihre Kerne auf, sie wurden nur unmerklich kleiner. Chlorgas entfärbte das Froschblut; zuerst wird es nämlich bräunlich, aber schnell ganz weißlich; dabei gerinnt das Eiweiß in Kügelchen. Später, mikroskopisch untersucht, zeigen sich in der weißen Materie noch die Formen der Blutkörperchen, sie sind aber etwas kleiner. Man kann den Versuch so anstellen, daß man die Röhre, wodurch man Chlorgas leitet, mit Froschblut inwendig bestreicht, oder daß man in ein mit Chlorgas gefülltes sehr enghalsiges Glas Froschblut hineinfließen läßt und das Glas schnell verstopft. Das Blut fließt nun eine Strecke an den Wänden herab, gerinnt aber sehr schnell, und wird zuerst hellbräunlich, dann ganz hellweiß. Liquor stibii muriatici und liquor mercurii muriatici corrosivi machten die Blutkörperchen nur verschrumpft und verbogen; eben so wirkte Galläpfeltinktur. Eine verdünnte Auflösung von salzsau-rem Eisenoxyd brachte in den Blutkörperchen gar keine Veränderung hervor.

Liquor kali caustici veränderte die Form der Blutkörperchen nicht, sondern machte sie in ihren natürlichen Dimensionen immer kleiner, so daß sehr schnell nicht allein die Hülle, sondern auch der Kern ohne Spur aufgelöst wurde. Liquor ammonii caustici löste die Körperchen noch schneller auf, und veränderte im Moment der Berührung schon die Körperchen in's Runde. Auch die Kerne wurden spurlos aufgelöst. Alkohol verändert die Körper nicht; sie schrumpfen nur ein wenig ein, und werden wegen der Kügelchen von Eiweiß, die sich durch

Gerinnung aus dem Serum bilden und das Gesichtsfeld trüben, undeutlich.

Strychnin und Morphin brachten in den Körperchen keine Veränderung hervor.

Die Blutkörperchen sind im arteriösen und venösen Blut von gleicher Form und gleicher Gröfse, was mit den Angaben des sonst genauen Kaltenbrunner im Widerspruch steht, welcher behauptet, dafs die Blutkörperchen in den Capillargefäfsen etwas anschwellen, und dafs zugleich ihre Ränder weniger umschrieben werden und etwas zerfliefsen. Ich fand auch, dafs die Form der Blutkörperchen durchaus nicht verändert wurde, als ich Fröschen die Lungen ganz unterband und darauf abschnitt, worauf sie noch 30 Stunden lebten, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut, wie die Fische in v. Humboldt's und Provencal's Versuchen. Ich habe keinen Unterschied zwischen den Blutkörperchen des Frosches aus den Lungenvenen und denen aus den Körpervenen gefunden. Obgleich der Vorhof des Herzens der Frösche und anderer nackter Amphibien äufserlich einfach erscheint, während er bei den beschuppten äufserlich schon doppelt ist, so ist doch dieser Vorhof inwendig getheilt; aus der rechten Abtheilung kann man das reine Venenblut des Körpers sammeln, aus der linken Abtheilung das hellere Lungenvenenblut, indem die Lungenvenen sich nicht in die Hohlvenen, wie man gewöhnlich angiebt, sondern in die linke Abtheilung des Vorhofs begeben. Die Entdeckung der zwei Abtheilungen des Vorhofes beim Frosch hat Martin St. Ange zuerst gemacht; kürzlich ist sie wieder selbstständig von Hrn. Prof. Weber hier gemacht worden. Es schien mir von grossem Interesse, die Einwirkung des Sauerstoffgases und des Kohlensäuregases auf die Blutkörperchen zu untersuchen. Hr. Apotheker Keller war mir für diese Versuche behülflich. Da die Form der Blutkugelchen sich durch Wasser sogleich verändert,

so mußte ich Quecksilber zur Sperrung anwenden. Ich bediente mich zum Versuch einer an einem Ende verschlossenen $5\frac{1}{2}$ Zoll langen und $4\frac{1}{2}$ Linien weiten Glasröhre, die am offenen Ende bequem und fest durch einen Finger verschlossen werden konnte. Die Röhre füllte ich mit Quecksilber, so daß nur ein kleiner Theil der Röhre mehrere Linien hoch leer blieb. Diesen füllte ich mit Froschblut, das also über dem Quecksilber stand. Nun schloß ich die Röhre mit dem Finger und drehte sie in Quecksilber um, so daß das Blut in den oberen Raum der Röhre stieg. Dann leitete ich das Gas in die Röhre unter Quecksilber, bis der größte Theil des Quecksilbers aus der Röhre verdrängt war. Da die Röhre mit dem Finger fest geschlossen werden konnte, so konnte sie herausgehoben und der Inhalt (Gas, Blut und etwas Quecksilber) vorsichtig geschüttelt werden, worauf sie wieder in Quecksilber gestellt wurde. Auf diese Art stellte ich den Versuch mit Sauerstoffgas und mit Kohlensäuregas an. Ersteres machte die Farbe des Froschblutes heller roth, letzteres machte es auffallend dunkler, und zwar schmutzig violett. Das Blut in Kohlensäuregas gerann viel später, als das in Sauerstoffgas, was indess vielleicht zufällig war. Mit dem Gase blieb das Blut $\frac{3}{4}$ Stunden in Berührung. Es wurden dann die Blutkörperchen von beiderlei Blut, welches zum Theil geronnen, zum Theil flüssig war, neben einander auf den Objectträger des Mikroskopes gebracht und verglichen; allein sie zeigten weder den geringsten Unterschied unter sich, noch von Blutkörperchen anderen Froschblutes; Form und Gröfse waren unverändert. Es wäre vielleicht von Interesse, noch verschiedene andere Gasarten auf gleiche Art anzuwenden, und zu beobachten, ob und wie sich die Blutkörperchen darauf unter dem Mikroskope zeigen.

III. Untersuchung des Faserstoffes im gesunden und kranken Blute.

Die gewöhnliche Ansicht von der Gerinnung des Blutes ist, daß das rothe Gerinsel sich durch Aggregation der Blutkörperchen bilde, und daß die Kerne der Blutkörperchen eben die Faserstoffkügelchen sind, die von einer Hülle von Farbestoff bekleidet werden, der nach der Coagulation von dem aggregirten Faserstoffkügelchen ausgewaschen werden kann, worauf weißes Coagulum zurückbleibt. Diese Ansicht haben besonders Home und Prevost und Dumas vorgetragen, und Dutrochet hat sie bei seinen neueren Untersuchungen über das Verhalten des Blutes zu der galvanischen Säule vorausgesetzt. Berzelius hat indeß aus dem Umstande, daß die Lymphe aufgelösten Faserstoff enthält, vermuthet, daß auch das Blut aufgelösten Faserstoff enthalten müsse, weil die Lymphe gleichsam eine von dem Blute abgeseihete Flüssigkeit sey. Man könnte als noch triftigeren Grund hinzufügen, weil die Lymphe selbst in's Blut gelangt. Berzelius stellte daher vermuthungsweise die Ansicht auf, daß beim Gerinnen des Blutes der im Blut aufgelöste Faserstoff fest werde und die Blutkörperchen zwischen sich nehme. Diese Ansicht, daß der Faserstoff im Blut aufgelöst ist, ist schon zu verschiedener Zeit proponirt worden. Ich bin so glücklich gewesen, einen definitiven Beweis für Berzelius Vermuthung zu finden, und bin im Stande, zu zeigen, daß das rothe Coagulum des Blutes nur ein Gemenge von Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und von Blutkörperchen ist. Ehe ich aber die entscheidenden Versuche hierüber mittheile, möge mir erlaubt seyn, auch meine fruchtlosen Bemühungen zur Entscheidung jener Frage zu erwähnen. Da die Blutkörperchen des Menschen durch das Filtrum gehen, so kam es darauf an, einen Apparat anzuwenden, der feinere Poren hat und doch Flüssigkeit durchläßt, obgleich er die Blutkörperchen zurückhält. Dieser Art sind thierische Mem-

brauen, auf welche ein starker Luftdruck wirkt. Ich spannte eine feuchte Thierblase über eine weite Glasröhre, die auf den Recipienten der Luftpumpe luftdicht eingeschraubt werden konnte, so daß ihr mit der Blase verschlossenes Ende in den luftleeren Raum hineinragte, während das in die Röhre gebrachte Blut dem Luftdruck ausgesetzt war. Enthält nun das Serum aufgelösten Faserstoff, und geht das Serum vor der Gerinnung des Blutes bei schnellem Auspumpen schon durch die Blase nach dem luftleeren Raume, so muß sich farbloses Gerinsel in dem durchgedrungenen Serum bilden. Um die gehörige Dünne der Thierblase für diesen auf eine sehr kurze Zeit berechneten Versuch zu finden, stellte ich mehrere Probeversuche mit einer Flüssigkeit, welche Kügelchen enthält, mit Milch an. Zu dünne Blasen zersprangen sogleich, zu dicke ließen das Flüssige nicht schnell genug durch. Bei einiger Dünne der Blase gingen auch Kügelchen durch. Nachdem ich nun das rechte Maas gefunden zu haben glaubte, stellte ich den Versuch mit dem Blute eines Kaninchens an, dem die Halsgefäße durchschnitten wurden, so daß das Blut sogleich in Masse von der Röhre aufgefangen wurde, und unmittelbar darauf das Auspumpen begann. Innerhalb vier Minuten ging ein starker Tropfen Serum durch die Blase durch. Dieses Serum war ganz leicht roth gefärbt, aber durchscheinend; es gerann nicht. Bei mikroskopischer Untersuchung desselben zeigte sich, daß doch einige, aber nur wenige Blutkörperchen durchgedrungen waren. Man würde aus diesem Versuche mit Unrecht schließen, daß das Serum keinen Faserstoff aufgelöst enthalte; denn die Dauer des Versuches, vier Minuten bis zum Durchgang des Serums, ist viel zu groß, denn innerhalb zwei Minuten ist das Kaninchenblut außer den Adern schon vollständig geronnen. Um diesen Versuch besser anzustellen, müßte man Blut anwenden, welches weniger schnell gerinnt, und müßte die Gerinnung durch Zusatz von unterkohlensaurem Kali noch aufhalten. Indefs habe

ich einen viel besseren Weg zur definitiven Entscheidung der Frage gefunden.

Ich habe zuerst bemerkt, daßs, wenn man Froschblut in einem Uhrglas auffängt, vor der Bildung des ganzen Blut-coagulums schon farblose, wasserhelle Gerinsel entstehen, die man am Rande mit der Nadel hervorziehen kann; so sieht man auch Punkte und kleine Läppchen von farblosem, wasserhellem Gerinsel, wenn man das Blut eine bis zwei Minuten nach dem Ausfluß vom Boden des Uhrglases abfließen läßt. Diese kleinen farblosen Gerinsel bleiben dann am Boden hängen. Um den Einwurf zu beseitigen, daßs beim Abschneiden des Froschschenkels, wodurch man am leichtesten einen Blutfluß verursacht, Tropfen Lymphe mit ausgeflossen wären, deren aufgelöster Faserstoff diese Erscheinung bewirkt hätte, sammelte ich das Blut fernerhin aus der Schenkelarterie, beim Frosch die art. ischiadica, welche an der hinteren Seite des Oberschenkels zwischen den Muskeln verläuft, und die man sogleich auffindet, da sie neben dem großen nervus ischiadicus, dem Schenkelnerven, wie die Physiker ihn gewöhnlich nennen, liegt. Diese Arterie legte ich bloß, und sammelte das Blut unter mancherlei vorsichtigen Handgriffen allein aus diesem Gefäß, so daßs ich sicher seyn konnte, daßs ich reines Blut hatte. Eben so sammelte ich das Blut aus dem bloßgelegten und angeschnittenen Herzen, was viel leichter ist. Jedesmal bemerkte ich vor dem vollständigen Gerinnen des Blutes das Entstehen kleiner wasserheller Gerinsel. Prachte ich einen Tropfen reinen Blutes unter das Mikroskop und verdünnte ihn mit Serum, so daßs die Blutkörperchen ganz zerstreut aus einander lagen, so konnte ich bei mikroskopischer Beobachtung sehen, daßs zwischen den Blutkörperchen in den Zwischenräumen ein Gerinsel von vorher aufgelöstem Stoff entstand, durch welches nun allein noch die ganz zerstreuten Blutkörperchen zusammenhingen. So konnte ich alle Blutkörperchen, so zerstreut sie auch waren, und so groß

auch die Zwischenräume zwischen ihnen waren, doch zu gleicher Zeit verschieben, wenn ich mit der Nadel das die Zwischenräume ausfüllende Faserstoffgerinsel zerrte. Da die Blutkörperchen des Frosches bei starken Vergrößerungen so ungemein groß erscheinen, so läßt diese Beobachtung die größte Deutlichkeit zu, und es bleibt kein Zweifel übrig.

Es giebt indessen noch eine viel leichtere, und sogar noch sicherere Art sich zu überzeugen, daß Faserstoff im Froschblut aufgelöst ist. Da ich aus Erfahrung wußte, daß die Blutkörperchen des Frosches ungefähr 4 Mal größer sind, als die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, so schloß ich, daß das Filtrum sie vielleicht zurückhält, während es die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere durchläßt. So ist es, und auf diese einfache Auskunft kam ich, wie es gewöhnlich geschieht, erst zuletzt; und nun freue ich mich, durch einen leichten Versuch in den Vorlesungen zeigen zu können, daß Faserstoff im Blut aufgelöst ist, der wasserhell durch's Filtrum geht und dann gerinnt. Der Versuch läßt sich ganz im Kleinen mit dem Blute eines einzigen Frosches anstellen; ein kleines gläsernes Trichterchen und ein Filtrum von gewöhnlichem weißen Filtrirpapier oder nicht zu dünnem Druckpapier sind das Einzige, was man nöthig hat. Das Filtrum muß natürlich vorher naß seyn, und es ist gut, wenn man das eingegossene frische Blut des Frosches schnell mit eben so viel Wasser versetzt. Was dann von dem Filtrum abfließt, ist ein fast ganz farbloses, klares Serum von Wasser verdünnt, mit einem ganz leichten Anflug von Roth, wie Blutroth, welches von zugesetztem Wasser aufgelöst worden. Da indessen die Auflösung des Blutroths von Froschblut durch Wasser ziemlich langsam geschieht, so ist das Durchgeseihete kaum röthlich zu nennen, und zuweilen ganz farblos. Wendet man statt des zugesetzten Wassers vielmehr Zuckerwasser an (1 Theil Zucker auf 200 Theile und mehr Was-

ser), so wird während der Filtration gar kein Blutroth aufgelöst, und das Durchgehende ist vollkommen farblos und ohne die geringste Spur einer Beimischung. Untersucht man das durchgehende Serum mit dem Mikroskope, so bemerkt man keine Spur von Kügelchen darin. In diesem klaren Serum entsteht nun innerhalb einiger Minuten ein wasserhelles Coagulum, so klar und durchsichtig, dafs man es nach seiner Bildung nicht einmal bemerkt, wenn man es nicht mit einer Nadel aus der Flüssigkeit hervorzieht. Nach und nach verdichtet es sich und wird weißlich fadenartig, es sieht dann gerade so aus, wie das Coagulum der menschlichen Lymphe in meinen Beobachtungen. Auf diese Art erhält man den Faserstoff von Blut im reinsten Zustand, wie er bisher nicht dargestellt werden konnte. Um die rechte Sorte Filtrirpapier zu finden, muß man erst einige Proben machen. Ist das weiße Filtrirpapier zu dünn, so gehen einige wenige Blutkörperchen mit durch's Filtrum, die man erst bei mikroskopischer Untersuchung in dem klaren, farblosen Coagulum hier und da eingeschlossen findet. Hat man erst die rechte Sorte von Filtrum aufgefunden, so erhält man ein Coagulum von Faserstoff, worin auch keine Spur eines Blutkörperchens vorkömmt. Es versteht sich von selbst, dafs nicht aller im Blut aufgelöste Faserstoff auf diese Art erhalten wird; der größte Theil gerinnt innerhalb des Filtrums, weil er nicht vor seiner Gerinnung durch's Filtrum gelangen kann. Zu einem rohen Versuch kann man das Blut nehmen, wie man es nach der Amputation eines Froschbeins im Knie erhält, und es sogleich in das mit etwas kaum süßlich schmeckendem Zuckerwasser versetzte Filtrum träufeln lassen. Allein dieser Versuch ist roh, weil hier etwas von der Lymphe aus dem Beine mit ausfließen kann. Um mit reinem Blut des Frosches zu experimentiren, muß man das Blut aus dem bloßgelegten und durchschnittenen Herzen selbst austräufeln lassen. Der Faserstoff, den man in diesen Fäl-

len erhält, ist nicht deutlich körnig, sondern ganz gleichartig; erst wenn er sich zusammengezogen hat und weißlich geworden ist, sieht man mit dem zusammengesetzten Mikroskope ein ganz undeutliches, sehr feinkörniges Wesen, ein Anschein, der aber auch von Ungleichheiten der Oberfläche berühren kann.

Läfst man die durch's Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht, und bleibt darin aufgelöst. Enthielt das auffangende Uhrglas Kochsalzauflösung, so gerinnt der Faserstoff des Froschblutes darin entweder gar nicht, oder nur zum sehr kleinen Theil, wie auch Kochsalzauflösung dem frischen Froschblut zugesetzt, die Gerinnung desselben außerordentlich lange aufhält, was auch unterkohlensaures Kali dem frischen Froschblut in Auflösung zugesetzt verursacht, ohne die Gerinnung desselben ganz aufzuheben.

Läfst man die vom frischen Blut durch's Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas träufeln, worin sich liquor kali caustici befindet, so gerinnt der Faserstoff nicht zu einem Klümpchen, sondern es entstehen ganz allmählig ganz kleine Flocken, die man aber nur bemerkt, wenn man recht genau zusieht. Solche kleine Flocken entstehen noch deutlicher, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Schwefeläther angefüllt ist, träufeln läßt, und im Maafse der Verdunstung des Aethers neuen Aether zusetzt. Das Verhalten des aufgelösten Faserstoffs vom Froschblut zu Kali causticum, ergiebt keinen Unterschied von dem Eiweifs des Serums, welcher, wie ich gefunden habe, von liquor kali caustici auch in Kügelchen und kleinen Flocken abgesetzt wird, wie denn auch Dutrochet dasselbe bemerkt hat. Es ist nur halb wahr, daß Auflösung von Alkali das Eiweifs nicht niederschlägt. Verdünnte Kalilösung schlägt aus Blutwasser nichts nieder; mit ganz concentrirter Kalilösung, in großer Menge zugesetzt, kann aber sogleich das Eiweifs aus dem Blutwas-

ser niedergeschlagen werden. Liquor ammonii caustici schlägt das Eiweiß weder aus Blutwasser, noch aus Auflösung von Eiweiß der Eier nieder. Liquor kali caustici schlägt nichts aus Auflösung von Eiweiß der Eier nieder, während Blutwasser jedesmal getrübt wird, wenn man kleine Quantitäten Serum mit viel liquor kali caustici versetzt. Liquor kali caustici schlägt auch das Eiweiß aus dem Chylus sogleich nieder. Ich bemerke hiebei, daß auch die Milch, wenn kleine Quantitäten derselben mit viel liquor kali caustici versetzt werden, ihre gerinnbaren Bestandtheile niederschlägt, obgleich die Milch in jeder Hinsicht vom Chylus verschieden ist. Aber das Verhalten zum Aether ist wichtig; denn nach Tiedemann und Gmelin gerinnt zwar das Eiweiß der Eier von Aether, nicht aber das Serum, wie ich selbst sah. Das aufgelöste Eiweiß des Blutes unterscheidet sich daher von dem aufgelösten Faserstoff des frischen Blutes dadurch, daß Eiweiß nur durch Reagentien, durch einen gewissen Wärmegrad und durch die galvanische Säule gerinnt, während Faserstoff von selbst gerinnt; zweitens unterscheiden sie sich nach meinen Versuchen auch dadurch, daß der frisch-aufgelöste Faserstoff, wie er nach meiner Darstellung gewonnen wird, vom Aether gerinnt, während das aufgelöste Eiweiß des Blutwassers davon nicht gerinnt. Von liquor ammonii caustici setzt der aufgelöste Faserstoff des Froschblutes keine Kügelchen und Flocken ab, so wenig als das Serum. Alle diese Umstände scheinen mir sehr der Beobachtung werth, da noch Niemand bisher mit frischem aufgelösten Faserstoff Versuche anstellen konnte. Alles, was wir bisher vom Faserstoff kennen, ist durch Behandlung des geronnenen und wieder durch Reagentien aufgelösten Faserstoffs ermittelt. Man kann die Existenz von aufgelöstem Faserstoff im Blut des Frosches, wie auch in dem der Säugethiere und des Menschen noch auf eine andere Art beweisen. Indem man einem Gläschen voll Blut irgend eines Thieres oder des Men-

schen sogleich einige Tropfen von einer sehr concentrirten Auflösung von unterkohlensaurem Kali zusetzt, wird die Gerinnung sehr lange aufgehalten, und die Blutkörperchen senken sich allmählig unter das Niveau der durchsichtigen Flüssigkeit, ehe die Gerinnung eintritt. Nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde bildet sich ein zartes Gerinsel; der untere Theil des Gerinsels ist, so weit die Blutkugeln stehen, roth, der obere ist weißlich und fadenziehend.

Prevost und Dumas haben die Quantität der Kügelchen im Blut verschiedener Thiere aus der Menge des rothen getrockneten Coagulums zu bestimmen gesucht, und diese Untersuchungen sind sehr dankenswerth. Berzelius hat indeß bereits bemerkt, daß das Resultat einer solchen quantitativen Analyse nie genau ausfallen könne, weil das Coagulum eine große Menge Serum in sich einschliesse, das beim Trocknen sein Eiweiß und seine Salze zurückläßt, während das Abwaschen nicht allein Serum, sondern auch Blutroth entfernen würde. Da aber Prevost und Dumas von der Voraussetzung ausgingen, daß der Faserstoff des Blutes von den Blutkörperchen herrühre, so bedürfen ihre Resultate einer neuen Correction. Was sie nämlich Menge der Kügelchen nennen, muß Summe der Kügelchen und des vorher aufgelösten Faserstoffs heißen. Mit dieser Correction behalten die zahlreichen quantitativen Bestimmungen der beiden Naturforscher ihren Werth. Diese Correction ist auch bei den sonst sehr dankenswerthen quantitativen Analysen von Lecanu über die Menge der Kügelchen in verschiedenen Temperamenten und Geschlechtern nöthig. Um die Menge des Faserstoffs im Blut verschiedener Thiere und in Krankheiten zu bestimmen, bedarf es ganz neuer Untersuchungen. Das beste Mittel dazu ist das Schlagen des Blutes.

Durch das Schlagen des Blutes läßt sich der vorher aufgelöste Faserstoff des Blutes als farbloses oder fast farbloses Gerinsel erhalten, während die Blutkugeln

un-

unverändert im Serum suspendirt bleiben. Untersucht man das Blut nach dem Schlagen, so hat es noch ganz sein natürliches Ansehen, man findet die Blutkugeln gleichförmig schwebend, und, wofern kein Wasser zum Blut gekommen ist, auch unverändert. Ich weiß nicht woran es liegt, daß Berzelius das Gegentheil sagt. Er bemerkt nämlich, daß, wenn man nach dem Schlagen das Blut mit dem zusammengesetzten Mikroskope untersuche, es keine Blutkugeln mehr enthalte, sondern kleine, ungelöste, zerriebene rothe Körperchen, die in einer gelben Flüssigkeit schwimmen, und die Berzelius für Theile der Farbestoffhülle ansieht. Sie gehen beim Filtriren durch's Papier; dieß thun indeß auch die Blutkugeln des frischen Blutes von höheren Thieren. Berzelius sagt, daß, wenn man das geschlagene Blut mehrere Tage lang bei 0° aufbewahre, diese rothen Körpertheilchen langsam zu Boden sinken und die Flüssigkeit sich über ihnen aufkläre, wiewohl sie zuweilen noch durch einen kleinen Theil aufgelösten Farbestoffs röthlich bleibe. Berzelius Thierchemie. Mit der Hochachtung, die ich gegen diesen großen Mann hege, muß ich doch bemerken, daß ich die Blutkugeln in dem geschlagenen Blute, so lange kein Wasser dazu kommt, ganz unverändert wieder finde. Ich habe sie vom Kalbe und Ochsen, vom Menschen und von der Katze in diesem Zustande mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope und noch einem anderen Instrumente untersucht, und sie weder in der Größe noch in der Form verändert gefunden, so daß ich sogar noch eben so gut ihre Abplattung erkennen konnte, wie im frischen Blute. Bei 15° C. erhielt solches Blut sein natürliches Ansehen über einen Tag lang. Vom Ochsen- und Schafblute sanken die Blutkörperchen nicht tief, das gelbliche Serum stand nach 12 Stunden nur eine Linie über dem Niveau der schwebenden Kugeln, und nach zwei Tagen hatten sie sich in dem gehörig weiten und 8 Zoll hohen Gefäße nur 2 bis 2½ Linien unter das Niveau des Serums gesenkt.

Von geschlagenem Menschen- und Katzenblute senken sie sich etwas tiefer; nach einigen Stunden mehrere Linien, in 12 Stunden circa 5 bis 6 Linien unter das Niveau der Flüssigkeit. Die Blutkörperchen des Frosches senken sich in einem Gemenge von Blutkörperchen und Serum schnell ganz zu Boden. Setzt man zu geschlagenem Blute etwas wenig Wasser, so löst sich ein Theil des Farbestoffs auf, und ein Theil der Blutkörperchen sinkt zu Boden und bildet einen Satz. Geschlagenes Blut, woraus der aufgelöste Faserstoff entfernt ist, hat beinahe noch das specifische Gewicht des frischen Blutes.

Das Schlagen des Blutes gewährt den außerordentlichen, durch keinen Kunstgriff zu ersetzenden Vortheil, die unversehrten Blutkörperchen von dem vorher aufgelösten Faserstoffe abzuscheiden. Filtrirt man durch Leinentuch die aufgeschwemmten Theile ab und wäscht den Faserstoff von anhängendem Serum rein, so hat man nach dem Trocknen desselben sicher die in einer gewissen Quantität Blut enthaltene Menge des Faserstoffs. Dagegen läßt sich die Menge der Blutkörperchen nicht sicher bestimmen. Wenn man die Menge des rothen Coagulums in 100 Th. Blut davon abzieht, so erhält man zwar die Menge der in diesem Coagulum enthaltenen Blutkörperchen, allein vermengt mit einer unbestimmten Menge Eiweiß von dem Serum, welches in das Coagulum eingeschlossen war, und dessen Eiweiß und Salze beim Trocknen zurückbleiben. Es giebt einen Ausweg, den Lecanu zur Bestimmung der Menge des Blutroths eingeschlagen zu haben scheint; allein er beruht auf einer Voraussetzung. Man bestimmt die Menge von Eiweiß im Serum des Blutes, man trocknet geschlagenes Blut desselben Thieres, vom Faserstoff befreit, ein, und bestimmt die Mehre Wasser, die es verliert. Wenn man nun voraussetzt, daß dieses Wasser ganz gleichförmig so viel Eiweiß aufgelöst enthielt, als man in dem Serum gefunden hatte, wenn man also annimmt, daß das die Substanz der

Blutkörperchen durchdringende Wasser ebenfalls gleichviel Eiweiß aufgelöst enthalte, so kann man die Menge des im eingetrockneten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des geschlagenen Blutes befindlichen Eiweißes bestimmen, und es bliebe die Quantität der Blutkörperchen übrig. Diefs beruht aber auf einer ganz unbeweisbaren Voraussetzung.

Da sich nur die Quantität des vorher aufgelösten Faserstoffes sicher, und zwar aus geschlagenem Blute bestimmen läßt, so habe ich mich nur damit beschäftigt. Von 3627 Gran geschlagenen Ochsenblutes erhielt ich 18 Gran Faserstoff im getrockneten Zustande, von 3945 Gran Ochsenblut, das nicht geschlagen wurde, 641 Gran rothes Coagulum in getrocknetem Zustand, diels macht auf 100 Th. Ochsenblut 16,218 Th. trocknes, rothes Coagulum, worin 0,496 Faserstoff enthalten sind.

Prevost und Dumas haben im arteriellen Blut mehr Blutkugeln gefunden als im venösen, diels muß auch wieder heißen, mehr rothes Coagulum. Da das Arterienblut ernährt, und da beständig Lymphe mit aufgelöstem Faserstoff von den Organen kömmt, so läßt es sich schon erwarten, daß das Arterienblut mehr Faserstoff enthalten müsse als das Venenblut. So hat es auch Mayer in mehreren Versuchen gefunden. Es schien mir indess nothwendig, mich hierüber durch einen Versuch selbst zu vergewissern. Von einer Ziege sammelte ich daher aus der Jugularvene 1392 Gran, kurz darauf aus der Carotis 3004 Gran Blut. Beide Blutarten wurden geschlagen, wobei das Ausspritzen des Blutes sorgfältig verhindert wurde. Das Arterienblut lieferte $14\frac{1}{2}$ Gran, das Venenblut $5\frac{1}{2}$ Gran Faserstoffs. Das Arterienblut der Ziege enthielt also 0,483 Procent, das Venenblut 0,395 Procent aufgelösten Faserstoff.

Die Materie, welche bisher als Faserstoff des Blutes chemisch untersucht worden ist, ist der im Blute aufgelöste Faserstoff, der, im Fall das Blut geschlagen wurde,

rein erhalten ward, im Fall der Faserstoff aus rothem, ausgewaschenem Coagulum erhalten wurde, auch noch die Kerne der Blutkörperchen enthalten konnte. Der Betrag dieser Kerne kann indess nicht groß seyn, denn wenn man rothes Coagulum auf dem Filtrum auswäscht, so ist die Quantität des erhaltenen Faserstoffs nicht merklich verschieden von derjenigen, welche man erhält, wenn man Blut schlägt. Es könnte seyn, daß diese im Säugethier- und Menschenblut jedenfalls kleinen Kerne beim Auswaschen sich größtentheils von dem Coagulum ablösen und in einer Farbestoffauflösung mit suspendirt enthalten sind, so wie man beim bloßen Rütteln des rothen Coagulums vom Frosch und von Säugethieren selbst eine außerordentliche Menge sich ablösender unveränderter ganzer Blutkörperchen mit Serum erhält. In einer Farbestoffauflösung können diese Kerne nicht leicht mit dem Mikroskope entdeckt werden, wenn sie auch wirklich darin enthalten sind. Wenn man von Menschenblut einen Tropfen mit mehreren Tropfen Wasser unter dem Mikroskope verdünnt, so werden die Blutkörperchen ununterscheidbar, der Farbestoff löst sich im Wasser auf, ohne daß man deutlich die Kerne sieht; vermischt man einen Tropfen Menschenblut mit Essigsäure unter dem Mikroskope, so sieht man nur mit genauer Noth noch die kleinen Kerne. Ob die Kerne der Blutkörperchen, die ich vom Froschblut erhalten habe, Faserstoff sind oder nicht, weiß ich nicht, sie haben die allgemeineren Eigenschaften des geronnenen Faserstoffs und geronnenen Eiweißes, sie lösen sich leicht in Alkalien und schwer in Säure, selbst in Essigsäure verändern sie sich innerhalb eines Tages nicht, da Essigsäure sonst von Faserstoff ziemlich leicht etwas aufnimmt. In Essigsäure bilden die Blutkörperchen des Frosches, in kleinen Mengen zugesetzt, ein braunes Pulver, das, mikroskopisch untersucht, noch etwas von der blafs gewordenen Farbestoffhülle zeigt. Faserstoff wird in Essigsäure durchsichtig. Indess

kann die braune Färbung der ellipsoidischen Kerne, wie ich schon bemerkte, vielleicht auch von anhängendem Farbestoff herrühren. Wenigstens färbte sich der weiße Satz von Kernen der Blutkörperchen des Frosches durch Essigsäure nicht; jener weiße Satz nämlich, den man erhält, wenn man ein Gemenge von Serum und Blutkörperchen mit viel Wasser verdünnt. !

Ich muß mir nun noch einige Anwendungen meiner Untersuchungen auf die Physiologie und Pathologie erlauben. Die Blutkörperchen sind offenbar zusammengesetzte Körper, sie enthalten bei den Amphibien, Fischen, Vögeln, Säugethieren und Menschen Kerne. Die Form der Blutkörperchen ist eigenthümlich, und stimmt nicht mit den Elementen der Organe überein, was man auch darüber zu voreilig gesagt hat. Die Muskelfasern und Nervenfasern sollten zwar aus aggregirten Kügelchen bestehen. Allein die Blutkörperchen sind bei keinem Wirbelthiere Kügelchen, sondern Scheiben. Prevost und Dumas und Edwards halten die Kerne der Blutkörperchen für die Elemente der Fasern. Allein so groß auch meine Hochachtung für diese Naturforscher ist, so kann ich doch einen Widerspruch ihrer Ansichten mit meinen Beobachtungen nicht unberücksichtigt lassen. Ich habe mich niemals deutlich überzeugen können, daß die Primitivfasern der Muskeln und Nerven aus Kügelchen bestehen, ich sehe mit meinem eigenen zusammengesetzten Mikroskope und mit dem Fraunhofer'schen Instrumente nur ganz gleichförmige Fasern, wie denn auch C. A. Schultze (vergl. Anat., S. 123) die Kügelchen in den Muskelfasern nicht finden konnte. Ich finde sie auch nicht, wenigstens nicht deutlich, in den Nervenfasern, sondern sehe nur Unebenheiten der Oberfläche. Nur wenn man bei dem Schimmer des Sonnenlichts observirt, sieht man, wie in allen Geweben, Kügelchen, die man aber nicht von Unebenheiten der Oberfläche unterscheiden kann. Von den Fasern des Gehirns und Rückenmarks rede ich nicht, denn

ich habe noch kein Mittel gefunden, diese zweckmäfsig unter dem Mikroskope zu untersuchen.

Die Blutkörperchen des Frosches sind nach meinen Untersuchungen 5 bis 8 Mal gröfser als die Primitivfasern seiner Muskeln. Die Primitivfasern der Nerven, die ich bei verschiedenen Thieren mit Schultze sehr gleichförmig finde, habe ich nach einer früheren Messung am nervus facialis des Kaninchens zu 0,00011 bis 0,00096 P. Z. im Durchmesser gefunden. Diese Messung ist indels nicht richtig gewesen, oder ich habe nicht die feinsten Primitivfasern gemessen; nach einer Messung der feinsten Fasern betragen dieselben 0,00011 vom nervus facialis des Kaninchens, also ungefähr halb so viel als die Blutkörperchen; bei weiterer Vergleichung der Nervenfasern eines Kaninchens mit seinen Blutkörperchen neben einander fand ich erstere $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Mal kleiner, was viel zu grofs ist für die Kerne der Blutkörperchen. Die Primitivfasern eines Spinalnerven der Katze betragen, mit ihren Blutkörperchen verglichen, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ davon im Durchmesser. Die Nervenfasern des Frosches betragen ungefähr $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Blutkörperchen des Menschen, und $\frac{1}{3}$ der Blutkörperchen des Frosches (neben einander mit diesen untersucht), was wieder zu klein ist gegen die Kerne der Blutkörperchen des Frosches. Zudem sind die Kerne der Blutkörperchen, wie ich gezeigt habe, gar keine Kügelchen bei den Amphibien, sondern elliptisch, und beim Salamander sogar platt; wie können daraus die Primitivfasern der Muskeln und Nerven entstehen?

Die wichtigsten Materiale der Ernährung sind offenbar das Eiweifs und der aufgelöste Faserstoff des Blutes. Diese allein können die Wände der Capillargefäfsse durchdringen; die Blutkörperchen sind von diesen eingeschlossen, und können nur aus den Arterien durch die Capillargefäfsse in die Venen übergehen, wie man denn diesen Uebergang der Blutkörperchen beständig ohne Aufenthalt unter dem Mikroskop sieht, während der auf-

gelöste Faserstoff und das aufgelöste Eiweiß die Gewebe tränken, und die Lymphgefäße selbst wieder aufgelösten Faserstoff und Eiweiß aus den Geweben abführen. Dafs aber die netzförmigen Uebergänge der feinsten Arterien und Venen, welche man Capillargefäße nennt, doch keine bloßen Aushöhlungen der Substanz sind, ist aus That-sachen gewifs. Die faltige Haut der Schnecke im Gehörorgan bei den Vögeln, deren Capillargefäße im injicirten Zustande C. Windischmann (*de penitiori auris in amphibii structura, Lipsiae apud Vofs*) beschrieben, zerfällt im Wasser sehr bald, aber es bleiben ihre Gefäfsnetze zurück. So habe ich auch an den Nieren der Säugethiere mich von der Existenz der äußerst zarten Wände in den Capillargefäfsnetzen überzeugt; nur beim Entstehen der Gefäfsströmchen können die eigenthümlichen Wände fehlen. Welches nun die Function der räthselhaften Blutkörperchen bei ihrem fortwährenden Circuitus sey, wo sie sich in den Capillargefäfsen der Lungen hellroth, in den Capillargefäfsen aller übrigen Organe dunkelroth färben, ist ganz unbekannt: Jene ist gewifs äußerst wichtig; aber dafs sie das Material der Ernährung seyen, ist nicht sehr wahrscheinlich. Sie üben im hellrothen Zustand auf die Organe, und namentlich auf die Nerven einen Reiz aus, der jeden Augenblick zum Leben nothwendig ist; dieser Reiz ist aber von der Zuführung neuen Stoffes durch die Ernährung ganz verschieden. Hr. Dutrochet glaubt, dafs sie elektrische Strömungen bewirken; der folgende Abschnitt ist der empirischen Untersuchung dieser Hypothese bestimmt.

Zuweilen bewirkt die Natur selbst eine Abscheidung des aufgelösten Faserstoffs und der Blutkörperchen. Nach der Conception wird aufgelöster Faserstoff von der inneren Fläche des uterus ausgeschieden, woraus die membrana decidua entsteht. Diese Ausschwitzung erfolgt auch in den Entzündungen an der Oberfläche der Membranen. In der Menstruation dagegen dringt Blut aus den wahr-

scheinlich aufgelockerten Gefäßen hervor, das in der Regel nicht gerinnt, keinen aufgelösten Faserstoff enthält, es müßte denn die Gerinnung des Faserstoffes durch eine chemische Umwandlung verhindert seyn, so wie manche Reagentien die Gerinnung des Faserstoffes im Blute verhindern. Im Urin bildet das menstrualblut am Boden des Gefäßes zuweilen Klümpchen, aber diese lassen sich aus einander wischen. Bei mikroskopischer Untersuchung von frischem Menstrualblut fand ich dasselbe aus den unveränderten Blutkörperchen bestehend. Bei der Menstruation müssen sich die Capillargefäße des Uterus und die innere Wand desselben in einem aufgelockerten Zustande befinden, sonst würden die Blutkörperchen nicht ausgeschieden werden können. Denn außerdem dringen Blutkörperchen nie im Zustande der Gesundheit durch die Wände der Capillargefäße. Einige Secreta enthalten zwar auch Kügelchen, die aber nicht platt, wie die Blutkörperchen, sondern rund sind. Die sparsamen Körperchen in der Galle der Frösche sind auch nicht elliptisch, wie die Kerne der Blutkörperchen, sondern rund und kleiner; denn sie sind fünf Mal kleiner als seine Blutkörperchen. Die sparsamen Kügelchen des Speichels des Menschen sind viel größer als die Blutkörperchen des Menschen. Die Milchkügelchen sind nach E. H. Weber $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Mal kleiner als die Blutkörperchen, die Eiterkügelchen, nach Weber, größer als letztere, und meist noch einmal so groß. Diese Kügelchen müssen sich erst im Acte der Secretion bilden, wenn die Flüssigkeit von der Fläche der secernirenden Wände abgeschieden wird.

Man erlaube mir noch eine Bemerkung über das Choleraablut. Gesundes Blut von Menschen und von Thieren enthält keine Säure, die Hermann behauptete, und im Blute der Choleraranken wiederzufinden glaubte; das Serum reagirt offenbar alkalisch beim Menschen und bei Säugethieren; dagegen reagirt das Serum des Frosch-

blutes so sehr un deutlich gegen Pflanzenfarben, daß es kein großer Fehler seyn würde, das Blut des Frosches als eine ganz indifferente Flüssigkeit zu betrachten. Die wieder erneuerte Behauptung, daß gesundes Blut sauer reagire, scheint auf einem fehlerhaften Versuche zu beruhen. Die Versetzung des frischen Blutes mit Lackmuskintur, um die Farbe des Serums hernach zu beobachten, kann kein sicheres Resultat liefern, da sich der Farbestoff des Blutes in Lackmuskintur auflösen muß. Ebenso un zweckmäßig ist es, 24 Stunden nach dem Ausfluß des Blutes die Farbenveränderung des Serums zu würdigen. Offenbar beruht die Hauptveränderung des Cholerablutes in der, schon während dem Leben eintretenden Neigung zu gerinnen. Mag diese Veränderung des Blutes Ursache der Symptome oder Folge der nächsten Ursache seyn, jedenfalls ist sie das Haupthinderniß der Heilung; denn wenn Klümpchen-Gerinsel in den Gefäßen sind, ist keine Hoffnung zum Leben. Es scheint mir daher, daß es die Hauptaufgabe der Aerzte seyn müsse, dieser Veränderung des Blutes entgegen zu wirken. Bekanntlich nimmt kohlensaures Kali und Natron, noch mehr aber kaustisches Natron oder Kali dem Blute seine Fähigkeit zu gerinnen, und nach Prevost und Dumas gerinnt Blut der höheren Thiere nicht mehr, wenn man es mit $\tau\sigma^1\sigma\sigma$ kaustischen Natron versetzt. Jedenfalls kann man mit kohlensaurem Kali und Natron die Gerinnung lange aufhalten, und weil kohlensaures Kali und Natron ziemlich unschädliche Substanzen sind, so müßte man sie bei Cholerakranken gleich im Anfange der Krankheit in ziemlich großen Gaben geben, und mit Ausdauer fortsetzen. Ich ersuche die Aerzte, welche dazu Gelegenheit haben, diesen Vorschlag mit einiger Ausdauer in Anwendung zu bringen.

Crusta inflammatoria.

In der Entzündung und in einigen anderen Fällen gerinnt das Blut auf eine etwas abweichende Art. Nämlich ehe das Blut ganz zu einer Gallerie geseht, senken sich schon die rothen Blutkügelchen unter das Niveau der Flüssigkeit, so daß das flüssige Blut vor dem Gerinnen unten roth und oben farblos oder weißlich aussieht. Nun erst gerinnt es zu einer gallertartigen Masse, die unten roth, oben weiß oder graugelb ist, und allmählig, wie gewöhnlich, das Serum austreibt. Indem sich der Kuchen zusammenzieht verkleinern sich der obere und der untere Theil in ungleichem Verhältnisse; der graugelbe oder weißgelbe obere Theil des Kuchens zieht sich fester zusammen, und sein Durchmesser wird zuletzt viel kleiner als der Durchmesser des unteren Theiles des Kuchens, obgleich der Kuchen vorher in jeder Höhe den Durchmesser des Gefäßes selbst hatte. Die Ursachen dieser besonderen Art der Gerinnung sind folgende. Wenn sich im entzündlichen Blute die rothen Körperchen schon vor der Gerinnung durch irgend einen Grund senken, während sie sich im gesunden Blute bis zu der Zeit der Gerinnung noch nicht gesenkt haben, so gerinnt zwar der Faserstoff in der ganzen Masse des Blutes, allein der untere Theil des Gerinsels enthält die gesunkenen rothen Körperchen eingeschlossen, der obere Theil des Gerinsels ist ohne rothe Körperchen, und heißt nun *crusta inflammatoria*, obgleich die Materie dieser Kruste auch durch den rothen Kuchen verbreitet ist, und nichts weiter ist, als der geronnene, vorher aufgelöste Faserstoff. Daß der farblose obere Theil des Gerinsels sich enger und fester zusammenzieht als der untere rothe Theil, ist sehr natürlich, weil der untere rothe Theil des Faserstoff-Coagulums durch die mit eingeschlossenen rothen Körperchen in einem gewissen Grade von Ausdehnung erhalten wird. Man kann es dem Blute immer vorher schon ansehen, wenn es eine Kruste, d. h. einen oberen farb-

losen Theil des Coagulums, erhalten soll; denn da die Bedingung dazu die Senkung der rothen Körperchen unter das Niveau ist, so sielt man an dem Blute, worauf nachher eine *crusta inflammatoria* entsteht, den obersten Theil der Flüssigkeit vor dem Gerinnen zuerst durchscheinend, dann weißlich werden. Diefs ist das durch die ganze Masse verbreitete, aufgelösten Faserstoff enthaltende Serum, welches vor dem Gerinnen des Faserstoffs einen weißlichen opalisirenden Anschein erhält. Babbington (*medico-chirurgical transact. Vol. XVI p. 11*) hat gezeigt, dafs man dieses farblose Serum vor dem Gerinnen mit einem Löffelchen abschöpfen kann, und dafs dieses abgeschöpfte Serum noch gerinnt. Dieses habe ich auch am Blute einer Schwangeren bestätigt gesehen.

Es frägt sich nun, was ist die Ursache, dafs meistens im Blute der Entzündung des acuten Rheumatismus und der Schwangeren die rothen Körperchen vor der Gerinnung sich senken, wodurch der obere Theil des aufgelösten Faserstoffs farblos gerinnen kann. Man könnte die Ursache in einer geringeren specifischen Schwere der Blutflüssigkeit im Verhältnisse zu den rothen Körperchen jener Blutarten suchen, jedoch ist, soviel man weiß, Serum von entzündlichem Blute nicht specifisch leichter, als Serum von gewöhnlichem Blute. Dann habe ich aber auch bemerkt, dafs wenn man geschlagenes Blut mit einer specifisch leichteren Kochsalzauflösung versetzt, als Serum ist, die Blutkörperchen sich doch nicht schneller und nicht tiefer unter das Niveau senken. Die Ursache mufs daher in etwas anderem liegen. Da entzündliches Blut, wie man allgemein annimmt, in der Regel langsamer gerinnt als gesundes Blut, so können die rothen Körperchen des entzündlichen Blutes noch vor der Gerinnung Zeit haben, sich unter das Niveau zu senken. Diefs war schon Hewson's Ansicht von der Entstehung der *crusta inflammatoria*. Um diese Ansicht zu prüfen, habe ich eine Reihe von Beobachtun-

gen. mit verschiedenen Blutarten, und zwar zuerst mit geschlagenem Blute angestellt. Ich wollte zunächst wissen, in wie viel Zeit die Blutkörperchen im geschlagenen Blute sich zu senken anfangen. Ich habe schon bemerkt, daß dies in ungeschlagenem Schaf- und Ochsenblut überaus langsam geschieht; viel schneller senken sich die Blutkörperchen im geschlagenen Katzenblute und geschlagenen gesunden Menschenblute; sie sinken z. B. hier innerhalb einer Viertelstunde eine Linie, und innerhalb mehrerer Stunden 4 bis 6 Linien unter das Niveau. Allein dieses Factum ist doch nicht hinreichend, die *crusta inflammatoria* zu erklären, wenn auch das entzündliche Blut langsamer gerinnt, denn so langsam gerinnt es nicht, und gleichwohl hat die *crusta inflammatoria* zuweilen eine Höhe von $\frac{1}{4}$ Zoll. Eine Beobachtung führte mich zu einem neuen Gesichtspunkte der Dinge. Hr. Dr. Windischmann, Assistent des medicinischen Clinici, verschaffte mir sogleich Gelegenheit, Beobachtungen an entzündlichem Blute anzustellen. Bei einer exquisiten Lungenentzündung wurde das Blut in mehreren Gefäßen aufgefangen, und in einem dieser Gefäße geschlagen; obgleich das nichtgeschlagene Blut eine Kruste bekam, und also die Blutkörperchen sich bald bis zur Bildung der Kruste unter das Niveau senken mußten, so bemerkte ich doch mit großem Erstaunen, daß die Blutkörperchen im geschlagenen entzündlichen Blute sich eben so langsam unter das Niveau senken, als im geschlagenen gesunden Blute. Dies führte mich zu dem Factum, daß die Blutkörperchen sich viel schneller senken, wenn der Faserstoff noch im Blute aufgelöst ist, als wenn Blut geschlagen und der Faserstoff daraus entfernt worden ist. Die Blutkörperchen können durch das Schlagen ihre spezifische Schwere verändert haben, sie können Luft absorbirt haben, sie können angeschwollen seyn. Nichts destoweniger sind die Blutkörperchen des geschlagenen Blutes durchaus nicht größer, als die des frischen Blu-

tes, und nicht im Geringsten in der Form unterschieden. Wie sich dieß nun verhalten mag, auf jeden Fall mußte ich neue Beobachtungen darüber anstellen, in wie viel Zeit frisches Blut, dessen Gerinnung man durch etwas Zusatz von unterkohlensaurem Kali verlangsamt, sich unter das Niveau senken. Bei diesen Versuchen wandte ich nur einige Tropfen von einer sehr concentrirten Auflösung von unterkohlensaurem Kali an, um die natürliche Menge der Flüssigkeit so wenig als möglich zu vermehrten. Das Blut wurde in Gläschen aufgefangen, in welchen sich einige Tropfen von dieser Auflösung befanden. In einem anderen Gläschen liefs ich Blut ohne Zusatz gerinnen, und in einem dritten Gläschen wurde Blut geschlagen. Bei Wiederholung dieser Versuche mit verschiedenen Blutarten fand ich folgende Resultate: 1) das Blut von Ochsen und Schafen zeigt frisch auch dann kein schnelleres Sinken der Blutkörperchen, wenn man seine Gerinnung verlangsamt. 2) Das Blut von Katzen und von Menschen, sowohl das gesunde Menschenblut als das Blut von Entzündlichen und Schwangeren, zeigt, wenn man die Gerinnung verlangsamt, sogleich die interessante Erscheinung, daß die Blutkörperchen sich ziemlich schnell unter das Niveau senken. Diese Versuche habe ich öfter wiederholt, und mich überzeugt, daß dieses schnelle Senken auch bei gesundem Menschenblut jedesmal eintritt. Zur Beobachtung an Schwangeren war mir die Gefälligkeit des Hrn. Prof. Kilian behülflich. In allen Fällen bewährte es sich, daß die Blutkörperchen von gesundem Menschenblute, dessen Gerinnung ich aufgehalten hatte, schon in 5 bis 6 Minuten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linie unter das Niveau gesunken waren, und daß sie innerhalb einer Stunde 4 bis 5 Linien unter dem Niveau standen. Das darüber stehende Fluidum wurde allmählig weißlich, und wenn nicht zu viel kohlensaures Kali zugesetzt war, so gerann es in einen weichen, fadenziehenden Faserstoff, der in einem Fall, selbst bei nichtentzündlichem Blut,

ziemlich fest wurde und eine Art Kruste bildete. Von Katzenblut erhielt ich dieselben Resultate. Indem ich also die Gerinnung verlangsamte, besafs ich das Mittel, den Vorgang bei der *crusta inflammatoria* künstlich zu erzeugen. Der Unterschied liegt nur darin, dafs der Faserstoff des farblosen Gerinsels mehr weich und fadenziehend ist, was vielleicht von dem Einflufs des kohlen-saurem Kali herrührt. In wahrhaft entzündlichem Blute ist die Kruste schon darum fest, weil, wie Scudamore gezeigt hat, das entzündliche Blut mehr Faserstoff enthält.

Frägt man, warum die Blutkörperchen im frischen, gesunden Blute bald sich zu senken anfangen, während sie im geschlagenen Blute, selbst wenn es entzündlich war, sich ungemein langsam senken, so scheint die Antwort auf den ersten Augenblick schwer. Von dem Gesichtspunkte der specifischen Schwere müfste man ein umgekehrtes Verhalten erwarten, da Blut, welches Faserstoff aufgelöst enthält, specifisch schwerer ist, als Blut, woraus der Faserstoff entfernt ist. Allein es giebt doch noch eine andere Ursache, als die specifische Leichtigkeit, welche Kügelchen in einer Flüssigkeit suspendirt erhält. Es fiel mir ein, dafs Kügelchen, die specifisch schwerer sind, als eine Flüssigkeit, darin in dieser Flüssigkeit suspendirt bleiben müssen, wenn sie eine gewisse Adhäsion zu dieser Flüssigkeit haben, und dafs sie zu Boden sinken müssen, wenn diese Adhäsion aufhört. Vielleicht ist die Adhäsion der Blutkörperchen zu Serum, welches durch Schlagen des Blutes vom Faserstoff befreit ist, gröfser als zu Serum, welches aufgelösten Faserstoff enthielt, dessen Gerinnung aufgehalten worden ist. Diefs kann man deswegen vernuthen, weil die Blutkörperchen eine grofse Anziehung zu Wasser haben, in dem sie sich in allen Verhältnissen lösen. Diese Anziehung zu Wasser nimmt in demselben Verhältnisse ab, als andere Stoffe in dem Wasser aufgelöst sind, die keine

Anziehung zu den Blutkörperchen haben. Deswegen muß Serum, welches Eiweißstoff aufgelöst enthält, mehr Beziehung zu den Blutkörperchen haben, als Blut, welches außer Eiweißstoff auch noch Faserstoff aufgelöst enthält. In der That, man kann geschlagenes Blut der Katze und des Menschen, welches doch keine Neigung zur schnellen Senkung der Blutkörperchen hat, zum schnellen Senken der Blutkörperchen veranlassen, wenn man es mit einer concentrirten Auflösung von Gummi arabicum vermischt. Ochsen- und Schafblut zeigt dieses Verhalten nicht, bei geschlagenem Menschenblut habe ich es aber constant gefunden; und das geschlagene Blut der Katze, welches nach 10 Minuten kein Senken der Blutkörperchen zeigte, liefs schon nach 3 Minuten ein auffallendes Senken der Blutkörperchen bemerken, nachdem ich es mit etwas von einer Auflösung von Gummi arabicum vermengt hatte. Wendet man dies auf den aufgelösten Faserstoff des frischen Blutes an, so müssen, wenn die Gerinnung langsam erfolgt, die Theilchen der Faserstoff- und Eiweißstoff-Auflösung eine gröfsere Anziehung zu sich selbst haben, als zu den Blutkörperchen. Und da die Blutkörperchen schwerer sind, als die Lösung von Eiweißstoff und Faserstoff, so müssen die sich anziehenden Theilchen der specifisch leichteren Lösung mehr obenhin, und die Blutkörperchen mehr untenhin gelangen; die Folge davon ist, dafs das langsamer gerinnende, entzündliche Blut unten mehr Blutkörperchen und weniger Blutflüssigkeit, oben mehr Blutflüssigkeit und weniger Blutkörperchen enthält, worauf der Faserstoff der ganzen Masse, also oben farblos gerinnt, und hier zugleich am dichtesten sich zusammenzieht.

Diese Erklärung der *crusta inflammatoria* ist gültig, so lange man annehmen muß, dafs entzündliches Blut immer langsamer gerinnen muß, als gesundes. John Davy hat indefs darauf aufmerksam gemacht, dafs entzündliches Blut nicht immer langsamer gerinnt. In die-

sen Fällen müssen sich indess die Blutkörperchen schon darum schneller senken, weil entzündliches Blut mehr aufgelösten Faserstoff enthält. Hiernach sind die Hauptursachen des Senkens der Blutkörperchen und der *crusta inflammatoria* sowohl die langsamere Gerinnung, als die grössere Quantität des aufgelösten Faserstoffs. Wenn zuweilen auch andere Blutarten eine lockere Kruste absetzen, unter Umständen, wo man mehr eine anfangende Zersetzung des Blutes vermuthen sollte, als eine grössere Quantität von Fibrine, so kann dieß hinreichend aus der langsameren Gerinnung eines solchen Blutes erklärt werden, da auch gesundes Blut, wie ich gezeigt habe, ziemlich schnell die Blutkörperchen sinken läßt, und später ein oberes farbloses Gerinsel bildet, sobald man nur die Gerinnung verlangsamt.

IV. Untersuchung des Blutes mittelst der galvanischen Säule.

Um die Wirkungen der Säule auf das Blut richtig zu beurtheilen, muß man zuvor die Wirkung derselben auf das Blutserum, als eine mit Salzen versetzte Eiweißauflösung und auf eine wässrige Auflösung von Eiweiß des Eidotters prüfen. In der letzteren ist nicht aller Thierstoff aufgelöst; eine wässrige Auflösung von Eiweiß enthält, mikroskopisch untersucht, auch überaus kleine Kügelchen, die man nur bei sehr starken Vergrößerungen sieht. Ich bin zur galvanischen Untersuchung aller dieser Flüssigkeiten durch die neuen sinnreichen Versuche von Hrn. Dutrochet veranlaßt worden. Die Genauigkeit in den Beobachtungen dieses ausgezeichneten Forschers hatte ich hierbei oft zu bemerken Gelegenheit; aber in der Erklärung bin ich nicht immer einverstanden mit diesem Naturforscher, dessen Verdienste um die Wissenschaft ich so hoch schätze. Man muß sich hüten, an sich interessante Facta, aus welchen sich jedoch keine sicheren Schlüsse ziehen lassen, als Beweise einer aufgestell-

stellten Hypothese anzusehen. Es kommt bei diesen *delicaten Versuchen* darauf an, nicht eine zu starke Säule anzuwenden. Ich habe eine schwache Säule so lange erhöht, bis ich die von Hrn. Dutrochet beschriebene Erscheinung erhielt. Von den zu untersuchenden Flüssigkeiten wird ein Tropfen auf einer Glasplatte ausgebreitet und damit die Pole der Säule in Verbindung gebracht. Zu den folgenden Versuchen diente eine Säule von 80 dünnen Plattenpaaren, die Platten von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge und Breite.

Wird ein Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter (worin sehr kleine mikroskopische Kügelchen suspendirt sind) galvanisirt, so bemerkt man bald die von Dutrochet zuerst beobachteten Wellen. Die vom Kupferpol oder negativen Pol ausgehende Welle, worin sich das Alkali der zersetzten Salze anhäuft, ist durchsichtig wegen Auflösung des Eiweißes durch das Alkali. Die vom positiven oder Zinkpol ausgehende Welle, worin sich die Säure sammelt, ist undurchsichtig und weißlich, besonders im Umfange der Welle. Beide Wellen streben einander zu, und in der Berührungslinie entsteht plötzlich ein lineafes Gerinsel, welches ganz die Form der Berührungslinie, und zuweilen, wie der Rand der Wellen im Act der Berührung, gekräuselt ist. Die Berührung der beiden Wellen geschieht mit einer lebhaften Bewegung in der Berührungslinie, worauf die Absetzung des Gerinsels folgt; sobald aber die Absetzung des Gerinsels selbst geschehen ist, ist Alles ruhig, und an dem Gerinsel ist niemals die geringste Spur von Bewegung zu bemerken. Es ist daher unbegreiflich, wie ein Beobachter ersten Ranges, wie Hr. Dutrochet, jenes Eiweißgerinsel für eine durch Elektricität erzeugte contractile Muskelfaser ausgeben konnte. Es ist nichts als geronnenes Eiweiß. Dieses Gerinsel hat überdies, so wie das Eiweiß, welches sich beim Galvanisiren des Blutserums um den Zinkpol ansetzt, keine Consistenz, sondern besteht

aus Kügelchen, die sich leicht aus einander wischen lassen, und nur in der Form der Berührungslinie der beiden Wellen ohne alle Cohäsion abgesetzt sind. Setzt man einen Tropfen Blutserum, gleichviel, ob vom Frosch oder von einem Säugethiere, unvermischt mit Kügelchen, beiden Polen aus, so bemerkt man keine deutlichen Wellen, wahrscheinlich weil sie wegen der Klarheit des Serums nicht sichtbar sind. Aber es erfolgt am Zinkpol die Absetzung von Eiweißkügelchen, die hier von innen nach außen zunehmen, indem die zuerst um den Pol abgesetzten nach außen gedrängt werden und beständig neue Absetzung erfolgt. Nach den Ansichten, welche Hr. Dutrochet bei der Anwendung der galvanischen Säule auf Thiersubstanzen befolgt, müßte man das Eiweiß des Blutserums für einen electronegativen Körper halten, weil es sich am Zinkpol oder positiven Pol absetzt. Allein diese Absetzung erfolgt durch das Gerinnen des Eiweißes von der am Zinkpol sich anhäufenden Säure der zersetzten Salze; am Kupferpol schlägt sich das Eiweiß nicht nieder, weil es dort von Alkali aufgelöst bleibt. Indessen wird doch bei einer sehr starken Säule auch am Kupferpol Eiweiß niedergeschlagen, wie Gmelin gezeigt hat, wahrscheinlich durch die sich dann entwickelnde Wärme. Offenbar hängt es vom Salzgehalt der Flüssigkeiten ab, daß Eidotterauflösung bei derselben Stärke der angewandten Säule kein Gerinsel am Zinkpol absetzt, sondern nur eine undurchsichtige Welle bildet, und bei der Berührung der Wellen beider Pole gerinnt, daß dagegen Blutserum am Zinkpol Eiweiß absetzt. Lassaigne brachte Eiweiß durch Weingeist zum Gerinnen, und wusch es so lange mit Weingeist aus, bis salpetersaures Silber zeigte, daß kein Kochsalz mehr darin sey. Von dem Geronnenen löst sich 0007 im Wasser auf. Dieses wenige Aufgelöste gerinnt durch die Volta'sche Säule darum nicht, weil kein Kochsalz darin ist; denn es gerann, wenn Koch-

salz zugesetzt wurde, *Ann: de chim. et de phys. T. XX* p. 97. E. H. Weber, Anatomie, I. S. 87.

Wenn ich meine Erfahrungen nach Dutrochet's Grundsätzen erklären wollte, so wäre das Eiweiß des Eidotters neutral, weil es erst bei der Berührung der beiden Wellen gerinnt, das Eiweiß des Blutserums dagegen electronegativ, weil es am Zinkpol gerinnt. Man braucht aber nun nach meiner Erfahrung der Eidotterauflösung nur etwas Kochsalz zuzusetzen, so gerinnt sie am Zinkpol, und es bilden sich keine Wellen.

Setzt man einen flach ausgebreiteten Tropfen Blutes vom Frosch oder von einem Säugethiere der galvanischen Säule aus, so bilden sich um den Kupferpol die gewöhnlichen Gasbläschen, am Zinkpol gerinnt das Eiweiß als ein unzusammenhängender Brei von Körnchen, gerade so, wie wenn Blutserum eben so behandelt wird. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pol an; der Faserstoff gerinnt weder früher noch später als sonst, und weder am positiven noch am negativen Pol, sondern im ganzen ausgebreiteten Tropfen zwischen beiden Polen und rund herum in einiger Entfernung der Pole. Unmittelbar um die Pole leiden die Blutkörperchen eine Zersetzung wegen der dort sich anhäufenden Säuren und Alkalien. Die Blutkörperchen vom Frosch sind sowohl dicht am Zinkpol, als dicht am Kupferpol etwas verkleinert, ohne bis auf den Kern reducirt zu seyn. Im ganzen übrigen Tropfen sind die Blutkörperchen unverändert. Am Kupferpol scheint diese Zersetzung auf Kosten des Farbestoffs zu geschehen; denn so weit die Wasserstoffgasbläschen um den Kupferpol sich anhäufen, setzt sich auch ein hellbräunliches, fadenziehendes Wesen ab, das sich mit den Bläschen vermischt. Diefs Gemisch besteht, bei mikroskopischer Untersuchung, aus Luftbläschen und an einander hängenden verkleinerten Blutkörperchen. Der Faserstoff gerinnt in ganzen

Tropfen, ohne alle Veränderung der Kügelchen; diese Gerinnung tritt auf gleiche Art ein, wenn man arterielles oder venöses Blut von Kaninchen statt Froschblut anwendet.

Nimmt man vom frischen Froschblut das sich bildende Coagulum so lange heraus, bis sich nichts mehr bildet, so bleibt zuletzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum übrig. Von diesem Gemenge erhält man mehr, wenn man das entstandene Coagulum ein wenig rüttelt. Ein Tropfen von diesem rothen Satz flach ausgebreitet und dem galvanischen Apparat ausgesetzt, zeigt dieselben Phänomene wie frisches Blut, mit Ausnahme des Faserstoffs, welcher hier fehlt. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pol an, sie bleiben im ganzen Tropfen an ihrer Stelle. Am Zinkpol entsteht der breiige Niederschlag von Eiweißkügelchen wie beim Galvanisiren des Serums, nur dafs er hier von Blutkörperchen rüthlich gefärbt ist; am Kupferpol bildet sich der gewöhnliche Schaum und das fadenziehende, bräunliche Wesen vom zersetzten Blutkörperchen. Dieses fadenziehende, bräunliche Wesen erhält man auch, wenn man ein vom Coagulum befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches mit Kaliallösung versetzt. Ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum von geschlagenem Säugethierblute setzt das fadenziehende Wesen am Kupferpol nicht ab.

Es bleibt nun noch übrig, eine von Serum so viel als möglich befreite Auflösung von dem Farbestoff des Blutes und dem Faserstoff, befreit von Blutkörperchen, durch die Volta'sche Säule zu untersuchen.

Befreit man rothes Coagulum von Säugethierblut auf Fliesspapier vom Serum so viel es möglich ist, so erhält man darauf durch Auswaschen des Kuchens eine möglichst reine Auflösung von Farbestoff, in welcher freilich immer etwas Eiweifs des Serums, welches im Coagulum eingeschlossen war, enthalten ist. Wurde ein Tropfen der

möglichst starken Auflösung von Farbestoff der Volta'schen Säule ausgesetzt, so erhielt ich verschiedene Resultate, je nachdem ich mit den Kupferdrähten selbst die Kette schloß, oder dem sich stark oxydirenden Kupferdraht des Zinkpols ein Endstück von Platindraht ansetzte, um die Oxydation des Kupfers außer Spiel zu lassen. Im ersten Fall erhielt ich Phänomene, welche von den von Dutrochet beschriebenen verschieden sind, im zweiten Fall erhielt ich die von Hrn. Dutrochet beschriebenen Erscheinungen. Wändte ich bloße Kupferdrähte zum Schließen der Kette an, so entstand ein rothes, breiiges Gerinsel von Eiweiß und Blutroth um den Zinkpol. Dieses Gerinsel nimmt immer mehr zu, indem der um den Pol entstandene rothe Ring von dem weiter erfolgenden Absatz weiter ausgedehnt wird. Die nachfolgenden Absätze sind aber weniger roth, meist weißgrau. Diese Gerinnung findet rund herum um den Draht statt, indess wächst das Coagulum in der Richtung vom Zinkpol gegen den Kupferpol hin etwas mehr, als sonst in der Peripherie des Zinkpols. Diefes ist eine Art Niederschlag, der die Form der Welle in den früheren Versuchen hat, aber aus einem consistenten Brei besteht. Am Kupferpol bemerkt man die gewöhnliche Gasentwicklung und zuweilen eine sehr undeutliche Welle, in welcher der Farbestoff eben so aufgelöst ist, wie in dem übrigen Tropfen; der Rand dieser Welle ist etwas rother. Dutrochet nennt diefes eine rothe Welle, wozu gar kein Grund vorhanden ist. Es ist die um den Kupferpol gewöhnlich stattfindende alkalische Solution des Thierstoffs, die hier, wie das übrige des Tropfens, Farbestoff aufgelöst enthält, während am Zinkpol Eiweiß und Farbestoff gerinnen. Wenn die Glastafel auf weißem Grund liegt, so sieht man das um den Zinkpol geroonnene Eiweiß nicht, und man sieht dann bloß den rothen Rand, der als rothes Gerinsel zuerst um den Zinkpol abgesetzt und dann von neuem Gerinsel weiter ausgedehnt wurde. Legt man

die Glastafel auf schwarzen Grund, so sieht man, nicht daß eine durchsichtige Welle einen rothen Saum vor sich her treibt, wie Dutrochet angiebt, sondern daß der rothe Saum nur der ebenfalls geronnene Rand des Gerinsels vom Zinkpol ist. Dutrochet beschreibt die Phänomene vom Galvanisiren der Farbestoffauflösung ganz anders, vergl. Froriep's Not., No. 715. Es zeigten sich bei ihm zwei Wellen; die saure am Zinkpol war durchsichtig, und trieb, indem sie wuchs, den rothen Farbestoff vor sich her, welcher sich um die saure Welle her, so wie außerhalb derselben anhäufte; die alkalische Welle am Kupferpol wurde dagegen durch den rothen Farbestoff selbst eingenommen. Die beiden Wellen bildeten, indem sie sich verbanden, ein leichtes Coagulum, welches von dem Eiweiß des mitausgewaschenen Serums herrührt. Der rothe Farbestoff verband sich fast sämmtlich mit diesem Coagulum. Aus diesem Versuche, wo der rothe Farbestoff von dem positiven Pol zurückweichen und am negativen Pol sich anhäufen soll, schließt Dutrochet, daß diese Substanz positiv elektrisch sey, ein Schluss, wozu dieser Versuch durchaus nicht berechtigt. Ich habe schon erwähnt, daß wenn ich Kupferdrähte zum Schließen der galvanischen Kette anwandte, der Farbestoff sogleich mit Eiweiß um den Zinkpol gerann, und daß das rothe Gerinsel von neuem Gerinnen von Eiweiß nur weiter ausgedehnt wurde. Setzte ich dagegen an das sich beim Schließen der Kette oxydirende Ende des Kupferdrahts, zur Vermeidung dieses Einflusses, ein Stück sich nicht oxydirendes Metall, ein Stück Platindraht an, so erhielt ich fast ganz die von Dutrochet beschriebenen Phänomene. Es entstanden nun wirklich am Kupfer- und Zinkpol Wellen, welche gegen einander strebten. Sowohl die Welle des Kupferpols, als die des Zinkpols, hatte einen deutlichen rothen Rand, dieß hat Dutrochet an der Welle des Kupferpols übersehen, und dieß ist sehr wichtig. Die Welle des Kupferpols ist nicht rö-

ther als der Farbestoff außer der Welle, nur ihr Rand ist röther; daher ist es unrichtig, wenn Dutrochet sagt, daß sich der Farbestoff am Kupferpol anhäufe; ich habe den Versuch außerordentlich oft wiederholt, und nie diese Anhäufung gesehen. Der rothe Farbestoff entfernt sich sogar gewissermaßen in dem rothen Rande der Welle des Kupferpols eben so vom Kupferpol, wie in dem rothen Rande der Welle des Zinkpols vom Zinkpol. Wenn die Welle des Kupferpols nicht röther als der Farbestoff im Tropfen außer der Welle ist, so ist dagegen die Welle des Zinkpols im Inneren wirklich farblos und weniger gefärbt, als der Farbestoff außer der Welle; aber doch auch nicht ganz farblos. Der Rand der mehr durchsichtigen Welle des Zinkpols ist röther, als der Rand der Welle des Kupferpols, der jedoch ebenfalls durch seine stärkere Färbung auffällt; im Rand der Welle des Kupferpols ist der Farbestoff concentrirt aufgelöst; im Rand der Welle des Zinkpols besteht der Farbestoff aus sehr kleinen Kügelchen. Nach meiner Ansicht hat dieser Versuch große Aehnlichkeit im Erfolg mit dem; wenn man Eidotterauflösung der Einwirkung der Volta'schen Säule aussetzt. Die saure Welle des positiven Pols treibt dann weiße Kügelchen vor sich her, wie die saure Welle bei der Farbestoffauflösung rothe Kügelchen, doch ist die saure Welle der Eidotterauflösung trübe, die saure Welle der Farbestoffauflösung durchsichtig und etwas farblos. Die alkalische Welle des Kupferpols verhält sich in beiden ähnlich, sie ist in beiden klar, und enthält bei der Eidotterauflösung aufgelöstes Eiweiß, bei der Farbestoffauflösung aufgelösten Farbestoff. In der Eidotterauflösung ist die alkalische Welle klar, während das Eiweiß des übrigen Tropfens auch Kügelchen enthält; in der Farbestoffauflösung ist die alkalische Welle klar, wie der Farbestoff des übrigen Tropfens. Wendet man bei der Farbestoffauflösung bloße Kupferdrähte zum Schließen der Kette an, so gerinnt Farbestoff, und Ei-

weiß am Zinkpol. Setzt man etwas Kochsalz zu Eidotterauflösung, so gerinnt das Eiweiß am Zinkpol. Vermischt man Farbestoffauflösung mit etwas Kochsalz, so verhält sie sich selbst am Platindraht gleich der mit Kochsalz versetzten Eidotterauflösung, es entstehen keine Wellen, und es bildet sich ein weißliches Gerinsel am Zinkpol. Nach allem diesen halte ich Hrn. Dutrochet's Behauptung, daß der Farbestoff des Blutes electropositiv sey, für unerwiesen.

Herr Dutrochet, welcher die Kerne der Blutkörperchen für dasjenige hielt, was den Faserstoff des Blutkuchens ausmache, löste von Farbestoff ausgewaschenes Coagulum oder farblose Fibrine in schwach alkalischem Wasser auf. Eine solche Auflösung wurde der Volta'schen Säule ausgesetzt. Am negativen Pol entwickelte sich in Menge Wasserstoffgas, am positiven Sauerstoffgas; allein die beiden Wellen waren nicht vorhanden, der aufgelöste Faserstoff häufte sich nur am positiven Draht oder Zinkpol an; woraus Hr. Dutrochet schließt, daß die alkaliische Lösung von Fibrin sich wie ein Neutralsalz verhalte, dessen Alkali sich nach dem negativen, dessen Säure sich nach dem positiven Pol begiebt, und daß Fibrine negativ elektrisch sey. Nun weiß man aber, daß der Faserstoff sich zu den Alkalien und Säuren so verhält, daß er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure spielen kann. Aus seinem Verhalten zu Säuren hätte man ganz das Gegentheil von Dutrochet's Behauptung schließen können, indem er ja mit den Mineralsäuren neutrale Körper bilden kann. Indessen war es nöthig, Hrn. Dutrochet's Versuche selbst zu wiederholen. Ich fand sie, wie sich bei einem so genauen Beobachter voraussehen liefs, in den meisten Punkten bestätigt. Ich erhielt jedesmal, wenn ich eine Auflösung von Faserstoff des Blutes in schwach alkalischem Wasser auf einer Glasplatte oder in einem Uhrglas der Volta'schen Säule aussetzte, einen geringen Ab-

satz von weißem, breiigem Coagulum am Zinkpol. Da ich nun den Faserstoff von geschlagenem Ochsenblut genommen und lange Zeit auf dem Filtrum ausgewaschen hatte, so konnte ich ziemlich sicher seyn, daß er rein von Serum und von den Salzen des Serums war, und es scheint also die alkalische Faserstoffauflösung wirklich auf den ersten Blick sich in electronegativen Faserstoff und electropositives Alkali zu scheiden. Bei diesem Schluß ist indessen von den mineralischen Bestandtheilen und Salzen, welche der ausgewaschene Faserstoff für sich als Bestandtheile enthält, abgesehen, deren Zersetzung durch die Säule auch eine Entwicklung von Säure am Zinkpol bedingen, und dadurch den Faserstoff durch Bildung eines neutralen Körpers gerinnen machen konnte. Indessen lassen sich gegen den Versuch selbst noch gegründete Einwürfe machen. Der von Dutrochet beschriebene Erfolg findet nur statt, wenn man Kupferdrähte zum Schließen der Kette braucht, nicht aber wenn man, um die Oxydation des Endes vom Kupferdraht des Zinkpols auszuschließen, dieses Ende mit einem Stück Platindraht versieht, wie ich bei jedem von mir wiederholten Versuch gefunden habe. Hr. Dutrochet scheint seine Versuche bloß mit Kupferdrähten gemacht zu haben. Befindet sich am Zinkpol Platindraht, so bleibt die Entwicklung von Gas dieselbe, am Zinkpol aber sieht man noch mehr Gas in Bläschen als vorher, weil es nun nicht mehr, wie vorher, den Kupferdraht sogleich oxydirt. Aber es bildet sich auch nicht die entfernteste Spur eines Gerinsels am Zinkpol oder Platindraht. Hieraus muß man schließen, daß die Bildung von Gerinsel aus alkalischer Faserstoffauflösung am Zinkpol beim Kupferdraht von der Oxydation des Kupferdrahts abhängig sey. Vielleicht daß sich das Oxyd mit dem Faserstoff verbindet, eben so wie eine solche Verbindung von Metalloxyd und Eiweiß auch sonst möglich ist, und erfolgt, wenn man Blutwasser mit einer kleinen Menge Metallsalz vermischt und etwas mehr kau-

stisches Kali zusetzt, als zur Zersetzung des Metallsalzes nöthig ist, worauf das Oxyd nicht niedergeschlagen wird, sondern mit dem Eiweiß in löslicher Verbindung bleibt, die durch Kochen coagulirt werden kann. S. Berzelius, Thierchemie, S. 66. Indessen ist das Coagulum von Faserstoff am Kupferdrahte des Zinkpols nicht seladongrün, wie es von Kupferoxyd seyn müßte, sondern weißlich.

Genug dafs Faserstoffauflösung in alkalinischem Wasser durch die galvanische Säule nicht zersetzt wird, sobald man nicht sich oxydirenden Kupferdraht am Zinkpol hat, und dafs also Faserstoff sich nicht evident als electronegativer Körper verhält. Wie sehr die Absetzung des Eiweißes und Faserstoffes aus Auflösungen am Zinkpol durch den Salzgehalt der Lösung bestimmt wird, sieht man aus folgendem Umstande. Alkalinische Lösung von Faserstoff setzt niemals am Platindraht des Zinkpols eine Spur von Gerinsel ab, aber diese Gerinnung erfolgt sogleich, wenn man etwas Kochsalz zur Lösung zusetzt, wo dann die Salzsäure des Kochsalzes am Zinkpol das Gerinsel bildet. Hieraus geht auch hervor, dafs wenn man mit einer Auflösung von Faserstoff in schwach alkalinischem Wasser an der Volta'schen Säule experimentiren will, der Faserstoff vorher von Serum vollkommen rein seyn muß, weil Serum Kochsalz enthält. Man erhält ihn von Serum rein, wenn man ihn von geschlagenem Blute sehr lange mit vielem Wasser auswäscht.

Hr. Dutrochet hat den Faserstoff des Blutes, den man aus dem rothen Coagulum erhält, für die Kerne der Blutkugeln gehalten. Diefs ist nicht richtig, da Faserstoff, wie ich gezeigt habe, im Blute aufgelöst ist.

Da man, nach der von mir angegebenen Methode, Faserstoff des Froschblutes ohne Blutkörperchen erhält, indem er farblos aus frischem Blute durch ein Filtrum von weißem, nicht zu dünnem Filtrirpapier geht, so schien

es mir sehr interessant, das Verhalten des frischen, noch aufgelösten Faserstoffs vor dem Gerinnen gegen die galvanische Säule zu prüfen. Zu diesem Zwecke goß ich gleich viel destillirtes Wasser und Froschblut auf das Filtrum; die durchgehende Flüssigkeit wurde sogleich den Polen der galvanischen Säule ausgesetzt. Am Zinkpol setzte sich breiiges Eiweiß ab, der Faserstoff wasserklar, sammelte sich weder am Zinkpol noch am Kupferpol, sondern gerann in der Mitte der Flüssigkeit und des Uhrglases als ein isolirtes Klümpchen, gerade so, als wäre die galvanische Säule gar nicht applicirt worden. Die Gerinnung des Faserstoffs erfolgte zur gewöhnlichen Zeit, und die Säule führte diese Gerinnung nicht erst herbei. Der Eiweißniederschlag am Zinkpol war von derselben Art, wie ich ihn beim Galvanisiren der vom Faserstoffklümpchen befreiten Flüssigkeit erhielt.

Ich habe auch die Kerne der Blutkörperchen vom Frosch gegen die Volta'sche Säule geprüft. Man bereitet sich ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum, indem man das Gerinsel umrüttelt und herausnimmt. Das Gemenge von Blutkörperchen und Serum wird in einem großen Uhrglase mit Wasser versetzt, umgerührt und 24 Stunden stehen gelassen; dann hat sich der Farbestoff aufgelöst; und es sitzt auf dem Boden der weißse Satz von Kernen der Blutkörperchen. Man saugt den größten Theil der überstehenden Flüssigkeit mit einem Tubulus vorsichtig auf. Mengt man den weißen Satz mit etwas Wasser, und setzt einen großen Tropfen, auf einer Glasplatte ausgebreitet, der Volta'schen Säule aus, so hat man dieselben Phänomene, wie wenn man eine wäßrige Eidotterauflösung der Säule aussetzt; es entstehen zwei Wellen, die des Zinkpols ist trübe und treibt Kügelchen vor sich her, die des Kupferpols ist durchsichtig und enthält keine Kügelchen. In der Auflösung des Farbestoffs treibt die Welle des Zinkpols rothe Kügelchen, in dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen

treibt die Welle des Zinkpols weisse Körperchen vor sich her. Hier ist kein elektrischer Unterschied zwischen Kern und Schale. Die Welle des Zinkpols ist bei der Farbestoffauflösung nur durchsichtiger, bei dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen, so wie bei Eidotterauflösung, die auch Kügelchen enthält, trübe. Indem ich nun in den Resultaten meiner Beobachtungen von Hrn. Dutrochet in mehreren Punkten abweiche, muß ich doch der ingeniösen Art, mit welcher dieser geistreiche Naturforscher ein großes Problem zu lösen suchte, meine große Bewunderung zollen.

Die elektrischen Strömungen, welche mehrere ausgezeichnete französische Gelehrte im Blute annehmen, sind bis jetzt gegen alle Erfahrungen; und diese Hypothese anzunehmen, ist gegen den Geist, der heutzutage die Physiologie als Erfahrungswissenschaft leiten muß. Es paßt für den heutigen Zustand unserer Wissenschaft, diese Strömungen bloß da und dann anzunehmen, wo und wann man sie beweisen kann. Nun läßt sich aber mittelst eines guten Multiplicators niemals eine Spur dieser Strömungen, weder in den Nerven noch im Blute, nachweisen, wie Person von den Nerven (Magendie, *Journ. de physiol.* X p. 216) und Pouillet von dem menschlichen Körper überhaupt gezeigt haben (Magendie, *Journ.* V p. 5). Diese Strömungen könnten wohl scheinbar durch ein gegen elektrische Strömungen so empfindliches Instrument angezeigt werden, welches schon die Oxydation der Drähte zuweilen durch Schwankung der Magnetnadel anzeigt; daher man, wie Pouillet zeigt, bei delicaten Versuchen am thierischen Körper, nicht sich leicht oxydirende Metalle zu Conductoren nehmen muß. Von zwei Multiplicatoren, die ich zu solchen Versuchen anwandte, zeigt der eine die galvanische Action zweier kleiner Platten von Zink und Kupfer, die durch ein befeuchtetes Papierstück verbunden sind und auf Glas ruhen, durch eine Deviation von circa 100 Graden der Boussole

an; nie habe ich mit diesem Instrumente weder in den Nerven, noch an dem fließenden Blute eine Spur von Reaction bemerkt, auch dann nicht, wenn der eine Draht in eine Arterie, der andere in eine Vene gesenkt wurde, und doch müßte man die elektrische Strömung bemerken können, wenn sie nur $\frac{1}{100}$ an Intensität von der Electricität jenes Plattenpaares betrüge. Es ist hier noch ein Weg offen, um das elektrische Verhalten von Farbestoff und Faserstoff auszumitteln. Bekanntlich hat Kämtz aus organischen Substanzen trockne Säulen erbaut, indem er Papierscheiben mit organischen Flüssigkeiten tränkte und trocken in gehöriger Ordnung aufschichtete. Diese muß man mit Farbestoff des Blutes und Faserstoff wiederholen. Faserstoffscheiben kann man sich aus der *crusta inflammatoria* verschaffen. In Kämtz Versuchen verhielt sich Eiweiß positiv zu Ochsenblut, das sich negativ verhielt; während sich dasselbe zu Belladonnaextract und zu Stärkemehl positiv verhielt. Es wären auch in der Art an Thieren, wie Pouillet über die Entwicklung von Electricität durch die Pflanzen Versuche angestellt hat, nämlich mittelst des Condensators, noch neue Untersuchungen anzustellen. Ich verspreche mir jedoch keinen sehr großen Erfolg von diesen Untersuchungen.

Die Physiker, die man doch sonst der Hypothesensucht nicht beschuldigen kann, sind allzu leicht geneigt, physikalische Hypothesen über die Erscheinungen der organischen Körper, die keinen empirischen Grund haben, aufzunehmen. Die organischen Kräfte müssen mit demselben Fleiß untersucht werden, wie die allgemeinen physikalischen Kräfte; und man muß für die Kenntniß dieser organischen Kräfte erst eine möglichst reine *Empirie* haben, ehe man sich in diese schon jetzt ganz unwahrscheinlichen Vergleichen einlassen kann.

V. Ueber den Chylus und die Resorption im Darmkanal.

Der Chylus enthält Kügelchen, aufgelösten Faserstoff, aufgelöstes Eiweiß und ein sehr wahrscheinlich fein zertheiltes Fett. Das Fett sammelt sich zuweilen als ein Rahm auf der Oberfläche, wie ich vom Chylus eines Hundes, der mit Butter gefüttert worden, gesehen habe. Der Faserstoff nimmt beim Gerinnen einen Theil der suspendirten Kügelchen zwischen sich, und ein anderer Theil der Kügelchen bleibt im Serum suspendirt und macht es trübe. Das Eiweiß des frischen Chylus gerinnt sogleich von zugesetztem liquor kali caustici. Wie ich bereits bemerkt habe, kann man durch vielen liquor kali caustici das Eiweiß aus wenig Blutwasser niederschlagen, während liquor kali caustici aus einer Auflösung von Eiereiweiß nichts niederschlägt. Die thierischen Flüssigkeiten, welche von concentrirtem liquor kali caustici einen Niederschlag bilden, sind das Serum des Blutes, der Chylus, die Lymphe (vom Frosch untersucht), und die Milch, welche, in kleinen Quantitäten mit liquor kali caustici versetzt, sogleich gerinnt, während sie durch etwas von einer verdünnten Auflösung von Alkali ihre Neigung, leicht zu gerinnen, verlieren soll. Eine Auflösung von Eiereiweiß gerinnt dagegen von liquor kali caustici nicht, und wird vielmehr durch Alkali klar, da sie im natürlichen Zustande etwas weißlich ist, während Eidotterauflösung von überaus kleinen Kügelchen wirklich getrübt ist.

Autenrieth hat meines Wissens zuerst die richtige Bemerkung gemacht, daß sich die Chyluskügelchen nicht in Wasser auflösen, während der größte Theil der Blutkörperchen bis auf den Kern in Wasser aufgelöst wird.

Es schien mir von außerordentlichem Interesse, die Chyluskügelchen mit den Blutkörperchen von demselben Thiere zu vergleichen. Nach Rudolphi, der hierbei Leuret und Lassaigue anführt, sind die Chyluskügelchen bei Vögeln rund, während doch ihre Blutkörper-

chen elliptisch sind. Ich muß leider gestehen, daß es mir weder bei Fischen noch Vögeln gelungen ist, etwas Chylus im reinen Zustand zu gewinnen, um diese interessante Bemerkung zu verificiren. Ich kann indess mit Bestimmtheit versichern, daß die Chyluskügelchen der Säugethiere, die ich vom Kaninchen, von der Katze, vom Hund, vom Kalb und von der Ziege mikroskopisch untersucht habe, nicht platt, wie die Blutkörperchen, sondern rund sind. Nach Hewson sind sie kleiner als die Blutkörperchen. Prevost und Dumas fanden die Chyluskügelchen $\frac{1}{75}$ Par. Zoll, was mehr als halb so viel beträgt, als die Blutkörperchen des Menschen. (Siehe E. H. Weber in Hildebrand's Anatomie, I. S. 160.) Ich habe die Chyluskügelchen jedesmal auf derselben Glasplatte mit den Blutkörperchen desselben Thieres untersucht, und fand ihre Gröfse bald gleich der der Blutkörperchen, wie bei der Katze, bald, und zwar meistens, etwas kleiner, wie beim Kalb, bei der Ziege, beim Hund; bei welchem letzteren ich sie von sehr verschiedener Gröfse, die meisten sehr klein, und alle kleiner als die Blutkörperchen fand. Beim Kaninchen fand ich sogar die Chyluskügelchen zum Theil gröfser als die Blutkörperchen, die meisten waren sehr klein, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so groß als die Blutkörperchen; viele waren nicht kleiner als die Blutkörperchen, und einige waren offenbar gröfser, wenigstens noch einmal so groß; fein zertheilte Fetttheilchen waren dieß nicht, wie ich solche allerdings von ansehnlicher Gröfse ganz deutlich in dem Chylus eines mit Butter gefütterten Hundes von den andern Kügelchen verschieden erkannte. Wir verdanken Tiedemann's und Gmelin's klassischen Untersuchungen offenbar das meiste, ja fast alles, was wir über den chemischen Hergang der Verdauung wissen; sie haben uns auch die vollständigsten Aufschlüsse über den Chylus geliefert, mit denen ich meine wenig zahlreichen Beobachtungen über den Chylus nicht entfernter Weise vergleichen kann. In-

dessen muß ich doch eine Behauptung bestreiten, welche Tiedemann und Gmelin sehr bestimmt aussprechen, daß nämlich alle Trübung und alles weißliche Ansehen des Chylus von suspendirten Fettkügelchen herrühre. Tiedemann und Gmelin scheinen den Chylus für eine vollkommene Auflösung der Thierstoffe zu halten, in welcher keine anderen Kügelchen als Fettkügelchen schweben. In der That haben sie gesehen, daß beim Schütteln des milchigen Serums vom Chylus mit weingeistfreiem Aether allmähliche Klärung des Serums eintrat. Die Gewißheit über den Ursprung der Kügelchen im Chylus ist von außerordentlicher Wichtigkeit; denn wenn z. B. Chylus ganz aufgelöster Thierstoff wäre, und bei der Resorption keine Kügelchen in die Lymphgefäße eindringen, als etwa bloß flüssige Fetttheilchen, so wäre es denkbar, daß die Oeffnungen, die man bisher vergebens an den Zotten des Darmkanals gesucht hat, wirklich fehlen könnten, und daß die Anfänge der Lymphgefäße-Netze keine größeren Poren hätten, wie alle weiche Thiersubstanz, welche für Aufgelöstes permeabel ist. Es ist mir aber sehr wahrscheinlich, daß aus dem Darmkanal auch wirklich Kügelchen in den Chylus übergehen, und daß es nicht bloß fein zertheilte Fetttröpfchen sind. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglase mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuchs unter immer neuem Zugießen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Mikroskope untersuchte, bemerkte ich darin die ganz unveränderten Chyluskügelchen. Ich gebe gern zu, was Tiedemann und Gmelin so allgemein beobachtet haben, daß der Chylus bei fettiger Nahrung trüber wird; allein ich kann nicht annehmen, daß alle Kügelchen des Chylus Fetttheilchen seyen. Wenn aber auch der Aether das Chylus-Serum wirklich ganz klar machte, so würde daraus doch noch nicht

nicht folgen, daß die Kügelchen bloße Fetttheilchen seyen, denn die Lymphe ist ganz klar, und enthält doch zerstreute Kügelchen.

Daß die Kügelchen des Chylus erst in den Lymphgefäßen entstehen, dafür sind gar keine Beweise vorhanden. Diese Bildung der Kügelchen müßte schon in den Lymphgefäß-Netzen der Darmhäute stattfinden; denn beim Kalb, wo man an der Oberfläche des Darms sehr gut die mit Chylus gefüllten Lymphgefäße sehen kann, habe ich in dem Chylus dieser Gefäße schon die gewöhnlichen Kügelchen bemerkt. Nach einer Hypothese von Döllinger würden sich die Kügelchen im Chylus auch ohne Durchdringen der Lymphgefäß-Wände und ohne Poren erklären lassen. (Fror. Notizen, Bd. I n. 2.) Döllinger nimmt an, daß die Zotten äußerlich durch Aggregation und Apposition von Bildungstheilchen aus dem Chymus des Darmkanals wachsen, wie die Keimscheibe des Embryo vor dem Entstehen der Blutgefäße aus der Dottersubstanz durch Apposition wächst. Während nun die Darmzotten äußerlich Stoff ansetzen, soll sich ihr Inneres in Chylus auflösen; allein Beobachtungen machen diese Hypothese unwahrscheinlich. Der Chylus ist immer mehr oder weniger trüb, und unterscheidet sich hierdurch constant von der Lymphe oder dem Resorptionsproducte anderer Theile, er variirt offenbar nach der Natur der Nahrungsmittel. Jedermann weiß, wie schnell Flüssigkeiten im Darmkanal aufgesogen werden, die doch schwerlich bloß unmittelbar in die Capillargefäße und so in's Blut gelangen, und daß Farbestoffe, wenngleich nicht oft, doch mehrmals in den Lymphgefäßen beobachtet worden sind. Schlemm hat eine Beobachtung an jungen Kätzchen, die noch an der Mutter trinken, gemacht, wodurch es einigermaßen wahrscheinlich wird, daß bei ihnen wirklich Milch in's Blut gelangt. Eine Beobachtung, die Rudolphi und ich verificirt haben, und welche auch Mayer bestätigt hat. (Siehe Froriep's No-

tizen, n. 536, 565.) Diese Kätzchen haben eine gewisse Zeit nach dem Trinken ein gelbrothes Blut, welches beim Gerinnen sich in rothes Coagulum und milchweißes Serum scheidet. Mayer behauptet es auch von ganz jungen Hunden, was ich indess in einem Fall nicht gefunden habe. Bei jenem Thiere scheinen also wirklich die Kügelchen der Milch, welche eben die Milch weiß machen, in die Lymphgefäße des Darmkanals zu gelangen, gleichwohl gerinnt ein Theil der Milch im Magen jener Thiere, wie Mayer bemerkt.

Eine andere wichtige Bemerkung wäre es, wenn der leichte Uebergang von Milch, der nach meinen Versuchen in die Lymphgefäße eines mit dem Gekröse ausgeschnittenen frischen, mit Milch injicirten Darmstückes erfolgt, ohne Zerreißung des innersten Darmhäutchens vor sich ginge. Wenn man ein ausgeschnittenes Stück Darm des *Schaafe*s an einem Ende zubindet und mit einer Spritze dieses Darmstück strotzend mit Milch füllt, so erhält man sogleich die Lymphgefäße des Darms ausgedehnt von Milch, die sehr schnell in ihnen fortrückt. Wenn man die Milch in den Lymphgefäßen nach der Richtung der Klappen fortstreicht, so bemerkt man sogleich, wie die vom Darm kommenden Lymphgefäße sich wieder füllen, besonders wenn man den Darm comprimirt. Am schnellsten folgt die Anfüllung der Lymphgefäße mit Milch, wenn man das strotzende Darmstück durch Zusammendrücken in der Längenrichtung zu verkürzen sucht, weniger, wenn man es von der Seite comprimirt. Nimmt man statt Milch eine feine Injectionsmasse von Zinnober, so füllen sich die Lymphgefäße sehr schwer, und mit Quecksilber gar nicht. Mit einem vollkommen aufgelösten Farbestoff, wie z. B. mit löslichem Indigo, kann man indess auf diese Art sehr leicht Injectionen der Lymphgefäße des Gekröses machen. Dieser von mir beobachtete schnelle Uebergang scheint aber jedesmal mit Zerreißung des innersten Darmhäutchens an einer Stelle zu

erfolgen, denn die Anfüllung der Lymphgefäße erfolgt plötzlich, und bei Untersuchung der innersten Darmhaut findet man diese oft hier und da verletzt. Dem zufolge lege ich auch auf diesen leichten Uebergang, den ich nur beim Schaaf, aber bei keinem anderen Thiere beobachtete, in der gegenwärtigen Frage keinen Werth. Es bleibt indess immer sehr wahrscheinlich, daß die Chyluskügelchen schon gebildet in die Lymphgefäße des Darms eindringen, und vorzüglich spricht noch dafür die verschiedene trübe Beschaffenheit des Chylus nach Maßgabe verschiedener Nahrung. Nun fragt sich, wo sind die Oeffnungen für diesen Durchgang, die jedenfalls größer seyn müssen, als die in anderen weichen, thierischen Theilen vorauszusetzenden Poren, vermöge welcher sie für Wasser und für Aufgelöstes permeabel sind; denn die Capillargefäße sind zwar permeabel für Flüssiges und Aufgelöstes, aber nicht für die Blutkörperchen. Alle gute Beobachter stimmen darin überein, daß an den Darmzotten keine Spuren von Oeffnungen zu bemerken sind; und ich selbst habe bei wiederholten Untersuchungen der Darmzotten vom Kaninchen, Kalb, Ochsen, Schwein und von der Katze nie eine Oeffnung an dem Ende der Darmzotten bemerkt. An dieser Stelle sind die Oeffnungen der Darmzotten jedenfalls fabelhaft.

Folgendes ist das Resultat meiner mikroskopischen Untersuchungen über den Bau der Darmzotten. Die Zotten sind bald walzenförmige, bald blättchenförmige, bald pyramidale, kurze Fortsätze der innersten Haut des Darms von $\frac{1}{4}$ bis 1, höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien Länge, welche ihr, im Wasser vergrößert, das Ansehen eines dichten Pelzwerks geben. In dieser Art kommen sie in der Regel nur beim Menschen, den meisten Säugethieren und vielen Vögeln vor. Bei einigen Fischen bemerkt man etwas ähnliches, und bei einer Schlange, *Python bivittatus*, hat Retzius zottenartige Fortsätze der innersten Darmhaut beschrieben, welche man schwerlich für etwas anderes halten

kann, obgleich Rudolphi den Fischen und Amphibien wahre Zotten abspricht. Alb. Meckel hat Unrecht, wenn er alle Zotten, auf ein an der Basis breites, an der Spitze verschmälertes Blatt reduciren will. Sie sind allerdings bei den meisten Säugethieren platt, wie beim Kaninchen, Hund, Schwein; allein beim Kalb, Ochsen, Schaaf sind viele Zotten walzenförmig; zuweilen findet man in einem Theil des Darms mehr platte, in einem anderen Theil desselben mehr walzenförmige Zotten, wie beim Ochsen und Schaaf, zuweilen stehen platte und walzenförmige vermischt, wie ebenfalls beim Ochsen und Schaaf, und bei denselben Thieren, besonders beim Schaaf, bemerkt man oft an manchen Stellen platte, breite Zellen mit walzenförmigen Endzipfeln. Indem die Zotten an der Basis breiter werden und in Fältchen zusammenhängen, gehen sie in die Fältchen über, welche bei vielen Vögeln und bei den Amphibien die Zotten ersetzen. Diesen Uebergang beobachtet man sogar an einem und demselben Thiere. Im oberen Theil des Dünndarms des Kaninchens sind die pyramidalen Zotten an der Basis in Fältchen vereinigt, im mittleren Theil sind sie mehr abge sondert. Das Ende der Zotten ist bald rund, bald etwas zugespitzt, bald wie abgeschnitten, letzteres beim Hund. Rudolphi glaubte früher, daß die Zotten ohne Blutgefäße seyen, und A. Meckel hielt die in sie, bei Injectionen eindringende Masse für imbibirt oder extravasirt. A. Meckel, der sonst die besten Abbildungen der Zotten gegeben hat, konnte bei dieser Behauptung unmöglich gute Injectionen von Darmzotten vor sich gehabt haben. Ihre Gefäße lassen sich nicht allein sehr schön injiciren, sondern ich habe einmal beim Kalb, und später wieder beim Hund, die ich unmittelbar nach dem Tode, ohne auszuwaschen untersuchte, selbst noch Blut in den zarten Gefäßen der Darmzotten mit und ohne Loupe gesehen. Döllinger und Lauth haben diese Gefäße nach Injectionen beschrieben und abgebildet.

Die Zotten zeigen niemals am Ende, eine Oeffnung und die von Bleuland angenommenen Mäuler am Ende derselben gehören seit Rudolphi's Widerlegung unter die Fabeln. Ihr Ende zeigt dasselbe zarte Gewebe, wie ihre ganze Oberfläche. Rudolphi hat unsere bisherigen Kenntnisse vom Bau dieser Theile mit folgenden Worten zusammengefaßt: »Niemals haben sie eine sichtbare Oeffnung, in ihrem Inneren sind Netze von Blutgefäßen, die sich aber selten anders, als durch Einspritzen darstellen lassen, so wie auch in ihnen die Netze der Saugadern anfangen.« Ein wichtiger Umstand scheint mir, daß die Darinzotten im Innern hohl sind, und aus einem überaus zarten Häutchen bestehen, in welchem die Blutgefäße verlaufen. Diese einfache Höhlung fand ich vorzüglich dann, wenn die Zotten walzenförmig sind. Ich ward zuerst sehr überrascht bei einem ganz frisch untersuchten Darm vom Kalb, dessen Lymphgefäße weißen Chylus enthielten, zu sehen, daß die Zotten im Innern mit derselben weißen, undurchsichtigen Materie von oben bis unten gefüllt waren. Später untersuchte ich den Dünndarm eines Kalbes, und fand die Zotten nicht mit weißer Materie angefüllt, sondern leer und deutlich hohl, wie Rudolphi selbst einmal beim Ferkel beobachtet hat. Hier, wie ferner an den Zotten des Ochsen, konnte ich unter dem Mikroskop diese zarten Theile mit der Nadel aufritzen; auch beim Kaninchen glaubte ich die blattförmigen, etwas breiten Zotten hohl zu sehen. Alb. Meckel hat einmal einen Anschein von Hohlheit gesehen und abgebildet; aber für Umbiegung der Blättchen erklärt, woran bei meinen Beobachtungen nicht zu denken ist. Zu diesen Untersuchungen habe ich mich eines anderwärts beschriebenen vortrefflichen einfachen Baumann'schen Mikroskops bedient. Mit zusammengesetzten Mikroskopen läßt sich kaum etwas über den Bau der Zotten ausmitteln. Die Dicke des Häutchens, woraus die Zotten beim Kalb bestehen, habe ich durch Vergleichung zu

0,00174 Par. Zoll ausgemittelt. In dieser Dicke verlaufen also die blutführenden Capillargefäße der Darmzotten, die man auf 0,00025 bis 0,00050 Par. Zoll schätzen kann. So leicht ich mich beim Kalb, Ochsen, Schaaf und Kaninchen von der Hohlheit der Zotten überzeugen konnte, und zwar an denjenigen Zotten, welche weniger platt und breit, sondern schmal oder gar walzenförmig waren, so wenig konnte ich es an den Zotten der Katze, des Schweins und des Hundes; die des Hundes scheinen nur in ihrem oberen Theile hohl zu seyn; auch die Fältchen im Darmkanal der Fische, wie des Aals, des Karpfens und der *Clupea alosa*, sind durchaus nicht hohl, sondern fest an einander liegende Duplicaturen. Auch die im Darmkanal des Schaafes an gewissen Stellen vorkommenden platten, breiten Zotten bestanden offenbar nicht aus einer einfachen Höhlung, eben so wenig, wie solche breite Zotten im Darm des Kaninchens; und überhaupt scheinen alle breiten, platten Zotten mehr, als eine einfache Höhlung, als Anfang der Lymphgefäße zu enthalten, wie ich diess später aus Injectionen der Lymphgefäße-Netze wahrscheinlich machen werde. Hiernach kann ich also die in einigen Fällen, und namentlich bei den walzenförmigen Zotten, stattfindende Hohlheit der Zotten nicht für einen allgemeinen und constanten Charakter derselben halten.

Man kann etwas für hohle Zotten halten, was ganz davon verschieden ist. Diess ist eine Art Epithelium, welches ich früher irrthümlich an den Zotten läugnen zu müssen glaubte. Rudolphi hat das Epithelium zuerst von einem rüddigen Hunde erwähnt. Bei Kälbern und jungen Katzen ist es sehr leicht, sich zu überzeugen, daß die Zotten von einem leicht abstreichbaren, überaus zarten, unorganisirten Häutchen überzogen sind, welches sich wie ein Handschuh von den Zotten ablöst; es ist sehr zart und zerreiblich. Um diess zu beobachten, darf man das Darmstück nicht sehr auswaschen, weil es sich sonst von

selbst löst. Beim Ochsen ist es noch viel zarter, und nicht leicht zu beobachten; es wäscht sich wie eine schleimige Materie ab, an der man nur hie und da noch die Form der Zotten erkennt. Mit dem festen Epithelium anderer Schleimhäute läßt sich dieß nicht vergleichen. Es ist keine epidermisartige Masse, sondern, wenn auch zusammenhängend hautartig, doch dem Schleim so verwandt, daß mir die Absonderung hier zwischen Epithelium und Schleim in der Mitte zu stehen scheint.

Obgleich ich niemals am Ende der Zotten eine Oeffnung bemerkt habe, und obgleich ich bei früheren Untersuchungen niemals auf der ganzen Oberfläche der Zotten kleine Lücherchen sehen konnte, so habe ich doch neulich an sehr ausgewaschenen Darmstücken des Schaafes und Ochsen auf den Wänden der Darmzotten, und zwar auf der ganzen Oberfläche der Zotten, undeutlich zerstreute Grübchen bemerkt, die man wohl für schief durchgehende Oeffnungen halten könnte. Ich theile diese von mir wiederholte Beobachtung jedoch nur mit Zurückhaltung und Mißtrauen mit. Die Untersuchung muß mit einem einfachen Mikroskop geschehen, und das kleine Object muß in Wasser über einer schwarzen Unterlage beobachtet werden. Den Anfang der Lymphgefäße in den Darmzotten kann man übrigens in dem früher angeführten Versuch beobachten. Spritzt man Milch in das Innere eines Darmstückes vom Schaaf ein, bis sich die Lymphgefäße, wahrscheinlich durch Zerreißung des innersten Häutchens, plötzlich füllen, so findet man hernach auch wohl die Darmzotten hier und da mit Milch gefüllt. Man muß den Versuch sehr oft anstellen, um eine zufälligerweise erfolgte Anfüllung der Darmzotten mit Milch zu erhalten, die wahrscheinlich nicht von der inneren Fläche der Zotten aus, sondern rückwärts von den durch Zerreißung angefüllten Lymphgefäß-Netzen erfolgt. Untersucht man solche mit Milch gefüllte Zotten mit dem Mikroskope, so glaubt man in den dünnen

walzenförmigen Zotten nur einen einfachen Kanal zu sehen; die breiten, platten Zotten enthalten mehrere unregelmäßige anastomosirende, meistens aber von der Basis nach dem Ende der Zotte gerichtete Kanäle, welche hier blind endigen oder sich in die fingerförmigen Fortsätze der platten Zotten fortsetzen. Diese Kanäle in den platten Zotten liegen dicht an einander, wie ein sehr unregelmäßiges Netzwerk; sie sind viel stärker als die blutführenden Capillargefäße zu seyn pflegen. — Die Darmzotten, mögen sie nun Oeffnungen haben oder nicht, können unmöglich die einzigen Organe der Einsaugung seyn, da sie so vielen Thieren fehlen. Diese Betrachtung führte mich zur mikroskopischen Untersuchung des Häutchens, von dem die Darmzotten ausgehen, und welches allen Thieren gemein ist.

Untersucht man ein wohl ausgewaschenes Stückchen von Dünndarm eines Säugethiers, und die Beschaffenheit des Häutchens, welches die Zotten an der Basis verbindet, mit dem einfachen Mikroskope, so erkennt man ohne viele Mühe eine wunderbare Menge von sehr kleinen Oeffnungen, die ungefähr 2 bis 3 Mal so groß als die Blutkörperchen des Frosches, und 8 bis 12 Mal so groß als die der Säugethiere sind. Diese Oeffnungen stehen bei den Säugethieren zuweilen so dicht an einander, daß die Brücken zwischen denselben kaum so dick, als die Oeffnungen selbst sind. Meistens sind sie jedoch mehr zerstreut; in diesem Fall geben diese Vertiefungen dem innersten Darmhäutchen ein schwammiges, überaus zartes Ansehen.

Es sind gewiß keine bloßen Grübchen, sondern wirkliche Lücherchen, wovon man sich überzeugen kann, wenn man z. B. beim Kaninchen das feine Häutchen abzulösen sucht. Beim Kaninchen sind die Oeffnungen am deutlichsten, und ich ersuche die Naturforscher, sie zuerst beim Kaninchen aufzusuchen. Ich habe sie aber bei allen Thieren, die ich untersuchte, mehr oder weniger deutlich wieder gefunden; z. B. beim Ochsen, Kalb und

Schaaf; auch bei Amphibien, wie beim Frosch; auch bei Fischen, wie beim Karpfen, Aal und *Clupea alosa*. Bei den Amphibien und Fischen ist die Untersuchung am schwierigsten, und die Oeffnungen sind hier viel mehr zerstreut. Bei den Säugethieren, namentlich beim Schaaf und beim Ochsen, sah ich auch die breite Basis der Zotten wie durchlöchert, und die scheinbaren Vertiefungen gingen auf den Wänden der Zotten allmählig in die etwas kleinen undeutlichen Grübchen über, die ich vom Schaaf und Ochsen schon beschrieben habe, und welche vielleicht schief durchgehende Oeffnungen sind. Nichts gleicht aber überhaupt der außerordentlichen Zartheit und Lockerheit des Häutchens, von welchem die Zotten ausgehen. Auch im Magen, im Dickdarm, in der Luftröhre sieht man, besonders wenn man die innere Haut glücklich abgelöst hat, und auf einer schwarzen Unterlage mit dem einfachen Mikroskope untersucht, viele zerstreute Grübchen und Löcherchen.

Es ist unmöglich, die hier beschriebenen Oeffnungen mit Sicherheit von Schleingrübchen zu unterscheiden, und den Beweis zu führen, daß sie wirklich die Anfänge der Lymphgefäts-Netze des Darms sind. Nur wo stärkere Anhäufungen von Schleimdrüsen sind, kann man wirklich die Schleimdrüsen und ihre Oeffnungen unterscheiden. Im Dünndarm des Ochsen stehen die Schleimsäckchen an manchen Stellen wie Mehlsücke neben einander, dicht hinter jenem zarten durchlöcherten Häutchen; sie sind sehr ansehnlich, so daß man sie sogleich auf dem Durchschnitt jener Stellen des Dünndarms vom Ochsen sieht. Sie sind gerade so parallel neben einander gestellt, wie die Drüsenbälge im Drüsenmagen der Vögel, und bilden daher an jenen Stellen fast eine eigene Schicht unter der Muskelhaut.

Das zarte durchlöcherte Häutchen schickt Fortsetzungen zwischen den Bälgen durch, die sich hinter den Bälgen und unter der Muskelhaut wieder zu einer zarten

Haut verbinden. Die Bälge liegen fast ganz frei in diesen Abtheilungen. Ihr hinteres Ende ist an das zarte hintere Häutchen geheftet; ihr vorderes Ende bildet einen sehr engen Hals, der an das durchlöchernte Häutchen befestigt ist, und sich darin öffnet. Die Schleimbälge sind aber so groß und ihr Hals so dünn, daß die Oeffnungen von vier neben einander stehenden Schleimbälgen ein Feld zwischen sich lassen, worin sich funfzehn bis zwanzig Oeffnungen des durchlöchernten Häutchens befinden. Untersucht man nun genau hier die innere Fläche des Darms, nachdem man die Zotten vorsichtig zu entfernen gesucht hat, so sieht man, daß jedem Balg eine flache Vertiefung in dem durchlöchernten Häutchen entspricht. In der Mitte dieser Vertiefung öffnet sich der sehr enge Hals des Schleimbalgcs, und aus dieser Stelle kann man durch Compression des Balges den Schleim herausdrücken. Um diese kleine Oeffnung des Balges herum befinden sich in derselben Vertiefung noch viele andere Löcherchen, welche nicht mit dem Schleimbalge in Verbindung stehen; aber auch zwischen den durchlöchernten, grubenförmigen Vertiefungen desjenigen Häutchens, von dem die Zotten ausgehen, ist dieses Häutchen ebenfalls auf gleiche Art fein durchlöchert.

Gegen den Ursprung der Lymphgefäfs-Netze aus mikroskopisch sichtbaren Oeffnungen scheinen des trefflichen Fohmann Beobachtungen zu sprechen, welcher bei den gelungensten Quecksilber-Injectionen der Lymphgefäfs-Netz ein den Darmhäuten der Fische niemals Quecksilber aus der inneren Fläche des Darmkanals herauskommen sah.

Ich gestehe, daß mir der Act der Resorption in anderen Theilen sowohl, als im Darm völlig räthselhaft ist. Die Capillarität, mit welcher man zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die Anfüllung von Capillarröhrchen, wenn diese leer sind, oder wenn sie abwechselnd leer werden; sie erklärt aber nicht das Auf-

steigen der Säfte. Als ich die Lymphgefäße des Gekröses durch Ausdehnung der Darmwände mit injicirter Milch gefüllt sah, glaubte ich augenblicklich, mir die Resorption im Darmkanal erklären zu können. Von dieser Idee kam ich aber sogleich zurück, als ich bedachte, wie gering die Zusammenziehungen der Gedärme sind, welche man bei unmittelbarer Oeffnung des Bauches findet, und daß die dünnen Gedärme meistens collabirt erscheinen. Noch mehr kam ich von dieser Ansicht zurück, als ich einsah, daß meistens, und vielleicht immer, diesen Injectionen eine Zerreißung des innersten Darmhäutchens vorausgeht. Bei der Resorption muß irgend eine Anziehung stattfinden. Sind einmal die Lymphgefäße bis über die Muskelhaut gefüllt, so muß auch die schwächste Contraction des Darms den Chylus weiter treiben, indem die zwischen den Fasern der Muskelhaut verlaufenden Lymphgefäße comprimirt werden. Jede Compression der Lymphgefäße bewirkt aber eine Bewegung des Chylus nach der cisterna chyli, wegen des Baues der Klappen in den Lymphgefäßen. Die einmal entleerten Lymphgefäß-Netze müssen sich, wenn die Zusammenziehung eines Darmstücks nachläßt, wegen Entstehung leerer Räume füllen. Alles dieß kann aber nicht einmal in anderen nicht contrahirbaren Theilen stattfinden; und bei den Fischen fehlen die Klappen der Lymphgefäße. Es ist daher wahrscheinlich, daß hierbei noch eine andere Art von Anziehung stattfindet; und es bleibt zweifelhaft, ob diese eine physikalische z. B. Capillarität oder eine noch unbekannte organische Anziehung ist. An den Zotten selbst habe ich durchaus keine Bewegungen gesehen, als ich bei einem lebenden Kaninchen den Darm aufschnitt und die innere Fläche desselben in warmem Wasser beobachtete. Auch habe ich nie, weder an den Lymphgefäßen des Gekröses, noch an der cisterna chyli, noch am ductus thoracicus, irgend eine Spur von Bewegung gesehen; auch als ich auf den ductus thoracicus einer möglichst schnell lebendig geöff-

neten Ziege eine starke galvanische Säule wirken liefs, sah ich keine Zusammenziehung, erst nach einiger Zeit schien der Gang an dieser Stelle etwas enger, und zeigte mehrere ganz unbedeutende Einschnürungen.

Wie man weiß, gelangt etwas aufgelöstes nicht allein durch die Lymphgefäße, sondern auch durch Imbibition und Endosmose unmittelbar in das Blut der Capillargefäße eines Organes. Eine aufgelöste Substanz hat das Streben, sich in dem die thierischen Theile durchdringenden Wasser weiter aufzulösen oder zu vertheilen, dringt von dem Wasser, welches die thierischen Theile weich macht, in das Blut der Capillargefäße ein, und wird nach den Venen weiter bewegt, was man irrigerweise Venenaufsaugung genannt hat, da doch die Venen keine Anhänge oder offenen Enden haben, sondern ununterbrochen mit den Arterien durch die Capillargefäßübergänge zusammenhängt. Ich wünschte zu wissen, wie schnell etwas durch Imbibition in die erste Schicht der Capillargefäße eines von Epidermis freien Theiles, und so in das Blut eindringen kann. Da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalb und Ochsen von 0,00174 Par. Zoll Dicke noch blutführende Capillargefäße enthält, so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, bis zu welcher aufgelöste Substanzen eindringen müssen, um in die erste Schicht von Capillargefäßen einer von Epidermis freien Haut einzudringen. Ich spannte nun über ein Gläschen von sehr dünnem Hals die Urinblase eines Frosches, und bei einem zweiten Versuche die Lunge eines Frosches, nachdem ich vorher etwas von einer Auflösung von blausaurem Kali in das Gläschen gethan hatte; auf die Oberfläche des nassen Häutbens brachte ich mit einem Pinselchen etwas von einer Auflösung eines Eisensalzes (salzsaurem Eisenoxyd). In demselben Moment drehte ich das Gläschen um, so daß das blausaure Kali die innere Fläche des Häutbens berührte. In nicht längerer Zeit als einer

Secunde hatte sich ein schwacher blauer Fleck gebildet, der bald stärker wurde; daraus geht hervor, daß aufgelöste Stoffe spurweise innerhalb einer Secunde eine Membran von der Dicke einer ausgespannten Urinblase des Frosches durchdringen. Diese Membran enthält noch mehrere Hautschichten, und ist sehr viel dicker als das organisirte Häutchen der Darmzotten von 0,00174 Par. Zoll. Man kann also annehmen, daß eine aufgelöste Substanz spurweise schon innerhalb einer Secunde in die oberflächlichsten Capillargefäße eines von Epidermis freien Theils und so in's Blut gelangt. Da nun in's Blut unmittelbar infundirte Stoffe, wie eine Lösung von blausaurem Kali, innerhalb 30 Secunden im ganzen Körper herumgetrieben werden, wie Hering in achtzehn Versuchen entschieden gezeigt hat (*Zeitschrift f. Physiolog.* Bd. III Heft 1), so kann man annehmen, daß eine Spur einer aufgelösten Substanz, die mit einer epidermislosen organisirten Haut in Berührung kommt, schon fast innerhalb einer halben Minute spurweise durch den Kreislauf verbreitet seyn kann.

Die narkotischen Gifte wirken zwar durch Zerstörung der Nervenkräfte, allein sie bringen auf Nerven, örtlich applicirt, nur örtliche Wirkungen hervor. Tauchte ich den Nerven eines abgelösten Froschschenkels einige Zeit in eine wässrige Opiumauflösung, so verlor die eingetauchte Strecke des Nerven ihre Reizbarkeit, d. h. ihre Fähigkeit auf Reize Zuckungen des Schenkels zu erregen. Allein unter der mit dem Gift in Berührung gekommenen Stelle behielt der Nerv seine Reizbarkeit, woraus folgt, daß das Opium die Nervensubstanz selbst verändert, daß aber die örtliche narkotische Vergiftung nicht durch die Nerven zur allgemeinen Vergiftung verbreitet wird. Auch wird ein Frosch, der sonst gegen Opium sehr empfindlich ist, innerhalb mehrerer Stunden, nicht vergiftet, wenn man den Schenkel so amputirt, daß nur der Nerv die Communication zwischen Rumpf und

Unterschenkel unterhält, und nun den Unterschenkel in eine Opiumauflösung gesenkt erhält, den Frosch aber so befestigt, daß der Rumpf desselben nicht durch Bewegung des Frosches von der Opiumauflösung bespritzt wird. Diese Versuche, wie so viele andere von namhaften Physiologen angestellte Versuche, beweisen, daß die narkotischen Gifte ihre allgemeinen Wirkungen auf das Nervensystem nach ihrer Aufnahme in's Blut durch die Circulation ausüben. Dupuy und Brachet behaupten zwar, daß man Thiere nicht durch narkotische Gifte, die in den Magen gebracht werden, vergiften könne, wenn man den Nervus vagus beider Seiten durchschnitten habe, oder daß die Thiere dann wenigstens langsamer sterben; allein wir haben hier in dreißig Versuchen an Säugethieren, die Herr Wernscheidt darüber, unter meiner Leitung, anstellte, durchaus keinen Unterschied in der Wirkung der in den Magen gebrachten narkotischen Gifte gesehen, wenn wir bei Thieren gleicher Art und Gröfse den Nervus vagus beider Seiten vor der Vergiftung durchschnitten oder nicht durchschnitten.

Die schnelle Wirkung der meisten narkotischen Gifte läßt sich nach den oben angeführten Thatsachen über die Aufsaugung durch Imbibition vollkommen erklären. Die Blausäure jedoch üfsert ihre Wirkung schon lange vor 30 Secunden, innerhalb welchen sie in das Blut durch die Capillargefäße eingedrungen und verbreitet seyn könnte. Auch die weingeistige Auflösung des Extracti nucis vomicae spirituosus bewirkt, in einiger Quantität in den Mund von jungen Kaninchen gebracht, den Tod auf der Stelle; dagegen dieses Gift, in einiger Entfernung vom Gehirn auf einen bloßgelegten Nerven, z. B. den Nervus ischiadicus, applicirt, gar keine allgemeinen Wirkungen hervorbringt; wie denn auch Wedemeyer beobachtet hat, daß concentrirte Blausäure, auf einen bloßen Nerven applicirt, nicht wirkte. Die schnellen Wirkungen der Blausäure kann man nur aus ihrer Flüchtigkeit und

Expansionskraft erklären, durch welche sie sich schneller in dem Blute verbreitet, als die Circulation desselben geschieht, und durch welche sie, selbst abgesehen von der Verbreitung durch das Blut, die thierischen Theile schnell zu durchdringen fähig ist, durch welche sie ferner um so schneller materielle Veränderungen in den Centralorganen des Nervensystems, im Gehirn, bewirkt, je näher dem Gehirn sie applicirt wird. Schliesslich erlaube ich mir eine Bemerkung über die materielle Veränderung durch narkotische Gifte. Dafs nämlich die narkotischen Gifte bei ihrer Wirkung auf die Nerven auch durch materielle Veränderung wirken, wird wenigstens daraus gewifs, dafs einige schon das Blut materiell verändern. Denn abgesehen von den bekannten Wirkungen der Blausäure, bewirkt das Viperngift und das Ticunagift, nach Fontana, wenn es aus der Ader gelassenem Blute zugesetzt wird, dafs das Blut nicht mehr gerinnt; während Viperngift, in Wunden von Thieren gebracht, nach Fontana, das Blut des noch lebenden Körpers zum Theil gerinnen machen soll, worauf ein Zustand entsteht, der dem in der heftigsten asiatischen Cholera nicht unähnlich ist.

II. *Ueber den Leidenfrost'schen Versuch; von Heinrich Buff.*

Es ist bekannt, dafs ein silberner Theelöffel, mit Wasser gefüllt und über der Flamme erhitzt, ohne die geringste Beschwerde so lange in der Hand gehalten werden kanu, bis der letzte Tropfen verdampft ist. Bekleidet man aber die innere Fläche des Löffels mit dem rufsenden Absatze des Lichts, füllt ihn hierauf wieder mit Wasser und erhitzt von Neuem, so wird man nicht