

## XVIII.

Ueber die Todesursachen nach Verbrennung<sup>1)</sup>.

(Aus dem Laboratorium für allgem. Pathologie der königl. Universität  
in Turin.)

Von Dr. J. Salvioli, Assistenten.

---

Wer die Bibliographie zu Rathe zieht, kann sich leicht davon überzeugen, wie besonders reich sie an Arbeiten und Forschungen über das wichtige Thema der Verbrennungen ist. Es ist nicht meine Absicht, hier eine ausführliche Uebersicht über alles, was darüber in unserer Zeit geschrieben worden, zu geben, denn das ist neuerdings schon von anderer Seite geschehen (Welti und Silbermann). Ich werde mich darauf beschränken, die hauptsächlichsten Theorien, die in den letzten Jahren in der Wissenschaft herrschten, kurz zusammenzufassen, woraus denn deutlich hervorgehen wird, wie viel über diesen Gegenstand discutirt worden, und dass noch keine Anschauung allgemein angenommen oder vorherrschend zur Geltung gekommen ist.

---

Eine Hypothese, die zu verschiedenen Zeiten viele Verfechter gefunden hat, ist die, welche die Todesursache nach Verbrennung der Entwicklung besonderer giftiger Substanzen im Blute zuschreibt, z. B. der Entwicklung von Ammoniak [Edenbuizen<sup>2)</sup>], von kohlensaurem Ammoniak [Billroth<sup>3)</sup>], von Fibrinferment [Foà<sup>4)</sup>].

Nach einer anderen Hypothese [Follin<sup>5)</sup>] fände bei Verbrennungen eine Aufhebung der Hautperspiration statt, was den Tod verursache.

<sup>1)</sup> Eine vorläufige Mittheilung wurde der K. Medicin. Akademie in der Sitzung vom 13. Juni 1890 gemacht.

<sup>2)</sup> Edenbuizen, Beitr. z. Phys. der Haut. Henke's Zeitschr. XVII.

<sup>3)</sup> Billroth, Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. VII.

<sup>4)</sup> Foà, Sulla morte per bruciature. Rivista sper. di freniatria e medicina legale. 1881. Anno VII. fasc. III.

<sup>5)</sup> Follin, Traité de pathologie externe. Tom. I. p. 521.

Eine andere von Falk<sup>1)</sup>, Sonnenburg<sup>2)</sup> und Fischer<sup>3)</sup> verfochtene Theorie möchte alle pathologischen Erscheinungen, die bei Verbrennungen wahrgenommen werden, als reflectorisch durch Alteration des Nervensystems erzeugt erklären, eine Alteration, die sich durch starke Herabsetzung des Tonus der Gefässe oder durch Herzlähmung kund thun soll.

Eine Theorie, die zu ihren Anhängern viele und bedeutende Forscher zählt, misst bei Verbrennungen der Veränderung der rothen Blutkörperchen eine grosse Bedeutung bei. Schultze<sup>4)</sup> war der erste, der gefunden hat, dass die rothen Blutkörperchen bei Erhitzung auf 52° C. kugelförmig werden und dann in viele kleine Partikel zerfallen. Später fanden auch Wertheim<sup>5)</sup> und Ponfick<sup>6)</sup> im Blute von an Verbrennung gestorbenen Individuen die rothen Blutkörperchen in ihrer Form tief alterirt und schrieben dieser Schädigung und deren Folgen, wie Nierenentzündung durch Hämoglobinurie, den Tod der Verbrannten zu.

Lesser<sup>7)</sup> schloss zwar die Bedeutung, welche die Formveränderung der rothen Blutkörperchen haben könne, nicht völlig aus, legte jedoch die grösste Bedeutung der verminderten Functionsfähigkeit derselben bei. Klebs<sup>8)</sup> hielt die Benachtheiligung der das Blut zusammensetzenden Elemente für weniger wichtig, als die Circulationsveränderungen, weil er multiple Globularstasen im Gehirn und in anderen Organen der der Verbrennung unterworfenen Thiere beobachtet hatte.

Zu diesen so verschiedenen Anschauungen ist neuerdings noch eine andere hinzugekommen, nemlich die Welti's<sup>9)</sup>, der

1) Falk, Experimentelle Unters. über d. Entw. der Blutcapillaren. Dieses Archiv Bd. 53. S. 27.

2) Sonnenburg, Die Ursachen des rasch eintretenden Todes nach Verbrennungen. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. Bd. IX. 1877.

3) Fischer, Lehrbuch der allgem. Chirurgie. Stuttgart 1887.

4) M. Schultze, Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. I.

5) Wertheim, Wiener med. Presse. 1868. 3. 309.

6) Ponfick, Ueber plötzliche Todesfälle nach Verbrennungen. Berl. klin. Wochenschr. 1876. No. 17. 1877. No. 47. 1883. No. 26.

7) Lesser, Ueber die Todesursache nach Verbrennung. Dieses Archiv Bd. 72. 1880.

8) Klebs, Münchener Naturf.-Versamml. 1877. S. 259.

9) Welti, Ueber Todesursachen nach Verbrennungen. Ziegler's Beiträge. Bd. IV. S. 520.

der letzte war, der sich mit diesem Gegenstand beschäftigt hat. Nach Welti ist die Todesursache nach Verbrennungen in den Blutplättchen zu suchen, die rothen Blutkörperchen kommen erst in zweiter Linie in Betracht und nur weil sie zur Bildung neuer Blutplättchen dienen.

Ich gehe hier auf die Forschungen und Experimente Welti's etwas näher ein, um sie dann in ihre einzelnen Theile zerlegen zu können.

Welti hat die Experimente von Klebs und Casiotes wiederholt, d. h. er steckte die Ohren eines Kaninchens in heisses Wasser, indem er dabei den Kopf des Thieres sorgfältig gegen die Einwirkung der Hitze schützte.

Auf diese Weise konnte er constatiren, dass bei einer Temperatur von 42,5° C. Krämpfe eintraten und die Respiration beschleunigt wurde; bei einer Temperatur von 58—60° C. erfolgten sehr heftige Krämpfe, es trat Athembeklemmung ein und im Verlauf einer Stunde ging das Thier zu Grunde. Bei der Autopsie wurden Oedeme an den Ohren, zahlreiche rothe Thromben in deren Gefässen, Blutextravasate, flüssiges Blut in der weichen Hirnhaut, im Herzen und in den grösseren Gefässen angetroffen; die Milz wurde vergrössert, die Marksubstanz der Nieren blass gefunden.

Die mikroskopische Untersuchung der dem Thiere nach dessen Tode entnommenen Organe stellte das Vorhandensein zahlreicher weisser Thromben sowohl in den Gefässen des Ohrs, wie in denen des Gehirns, der Lungen, der Nieren, der Leber und des gastro-enterischen Apparats fest. Diese erwiesen sich zum Theil als von granulösen Haufen gebildet, die er für Anhäufungen von Blutplättchen hielt; zum Theil hatten sie das Aussehen homogener Hyalinthromben.

Diese letzteren fanden sich vorzugsweise in den Arterien und ganz besonders in den Nierenarterien, weniger in den Gehirnarterien. Sie würden, nach diesem Forscher, durch den grösseren Druck bedingt, dem die Blutplättchen in den Arterien mehr, als in den Venen, ausgesetzt sind.

Die in den verbrühten Ohren sich befindenden Thromben wären nach Welti eine Folge der Gefässerweiterungen und der durch die Hitzewirkung verursachten Alteration der Gefässwände. Die in den Gefässen der anderen Organe angetroffene Thrombose dagegen wäre, ausser durch eine bedeutende Alteration des Blutes, auch dadurch bedingt, dass die Verbrennung, indem sie auf das Bewegungscentrum der Gefässe einwirkt, Erweiterungen oder Verengerungen der Blutgefässe veranlasse und so für die Bildung von Thromben an besonderen Stellen dieser Gefässe günstige Vorbedingungen schaffe.

Welti untersuchte auch das Blut der Thiere während und nach der Verbrennung. Zu diesem Zwecke isolirte er die äussere Jugularvene, schnürte den Centralstumpf zusammen und schloss mit einer Pincette den peripherischen Stumpf, machte einen Einschnitt in den dazwischen liegenden Theil der Vene und zog aus diesem Einschnitt je nach Bedürfniss eine Blutprobe

heraus. (Hier möchte ich bemerken, dass diese von Welti befolgte Methode der Blutuntersuchung, wenn sie einerseits auch den Vortheil einer bequemen Operation bietet, so doch andererseits den Uebelstand hat, dass sie falsche Resultate giebt, worauf ich noch später zurückkommen werde.) Die mikroskopische Untersuchung der auf diese Weise extrahirten Blutproben führte Welti nach der Gaule'schen Methode aus, die darin besteht, dass das Blut auf einem Deckglas ausgebreitet und dieses dann auf 5 Minuten in eine mit Sublimat gesättigte wässrige Lösung gelegt, darauf 2 Minuten lang in destillirtem Wasser, 5 Minuten lang in Alkohol gelassen, wieder in Wasser gebracht und dann mit Hämatoxylin, Nigrosin und Eosin gefärbt wird.

Er erhielt auf diese Weise haltbare Blutpräparate, deren Untersuchung ihn zu dem Schlusse führte, dass die Zahl der Blutplättchen im Blute der verbrannten Thiere bedeutend zunehme und dass diese Zunahme dem Umstande zuzuschreiben sei, dass die rothen Blutkörperchen sich unter der Einwirkung einer hohen Temperatur verändern und in Blutplättchen umbilden.

Er lässt sich darüber aus, wie folgt:

„Es finden sich nun in sämtlichen Proben ausser den freien Blutplättchen rundliche, scheibenartige Körperchen, die an den rothen Blutkörperchen kleben, sich wie die Blutplättchen meist graublau färben, seltener mehr Eosinfärbung annehmen. Sie haben die Grösse der Blutplättchen, sind auch da und dort schon von den rothen Blutkörpern abgetrennt, und dann nicht von Plättchen zu unterscheiden. Ich glaube daher bestimmt, dass diese Fortsätze der rothen Blutkörper neugebildete Blutplättchen sind.“

Damit haben wir die Welti'sche Arbeit kurz wiedergegeben. Wir werden im Verlaufe meiner Untersuchungen sehen, welcher Werth den von ihm erhaltenen Resultaten beigemessen werden kann.

Diese Untersuchungen veranlassten einen anderen Forscher, Silbermann<sup>1)</sup>, die Experimente zu wiederholen. Von Welti's Untersuchungen ausgehend, wollte er feststellen, ob die Thromben, die sich in den Organen der an Verbrennung gestorbenen Thiere befinden, sich wirklich während des Lebens und nicht etwa post mortem bildeten.

Er verbrühte zu diesem Zwecke Hunde und Kaninchen intensiv mit heissem Wasser und injicirte ihnen, sobald ihr Tod nahe bevor stand, in einer indifferenten Flüssigkeit aufgelöstes Eosin in die Carotis.

Sobald sich nun die sichtbaren Schleimhäute gut gefärbt zeigten, tödtete er die Thiere und untersuchte die inneren Organe, um zu sehen, auf welche

<sup>1)</sup> Silbermann, Untersuchungen über die Krankheitserscheinungen und Ursachen des raschen Todes nach schweren Hautverbrennungen. Dieses Archiv Bd. 19. Hft. 3.

Weise sich der Farbstoff in ihnen vertheilt hatte. Er behauptet, durch dieses Verfahren die Gewissheit erlangt zu haben, dass sich die Thromben während des Lebens bildeten und dass das Organ, welches die Blutthromben und Stasen in reichlichster Menge aufwies, die Lunge war.

Trotz dieses Befundes misst er den Haupttheil bei der Erzeugung der Krankheitserscheinungen und des Todes nach Verbrennung der Veränderung der rothen Blutkörperchen bei, welche unter der Hitzewirkung weniger widerstandsfähig gegen die Versuche (Austrocknung, Hitze, Druck, Salzlösung, Färbung) werden.

Dies der Stand der Frage, mit welcher meine Arbeit sich beschäftigt. Die Arbeiten Welti's und Silbermann's haben sie der Lösung ein grosses Stück näher geführt, indem sie darthun, dass die nach Verbrennungen auftretenden und den Tod veranlassenden Erscheinungen, wenn nicht in ihrer Totalität, so doch wenigstens zum grossen Theil, in der Verschliessung weiter Gefässgebiete in verschiedenen Organen ihre Erklärung finden.

Indess die Schlussfolgerungen, die Welti aus seinen Experimenten gezogen hat, schienen mir, wegen der Art und Weise, mit welcher die Versuche ausgeführt wurden, nicht so ohne Weiteres annehmbar zu sein. Deshalb hielt ich es für wichtig, die Frage experimentell wieder aufzunehmen.

Ich lege hier eine Reihe von Experimenten und Forschungen vor, die ich auf den Rath und unter der Leitung meines Lehrers, des Herrn Professors Bizzozero, unternommen habe und die, wie ich glaube, nicht fruchtlos für die Lösung der hochwichtigen und lebhaft discutirten Frage sein werden.

Noch ehe ich diese Untersuchungen unternahm, war ich vollkommen überzeugt, dass die Blutplättchen das dritte morphologische Element des normalen circulirenden Blutes bilden. In der That waren die Experimente, die Professor Bizzozero zu dieser Entdeckung führten, und der Beweis, den er Weigert und Löwit gegenüber lieferte<sup>1)</sup>, welche Forscher den

<sup>1)</sup> Nachdem Prof. Bizzozero nachgewiesen hatte, dass im circulirenden Blute der Säugethiere ein drittes Element existire, dem er den Namen Blutplättchen gab, wurde diese Entdeckung von vielen angefochten, unter Anderen auch von Weigert und Löwit, die die Vermuthung aussprachen, dass die Blutplättchen normaler Weise nicht im Blute vorhanden seien, sondern aus einer Veränderung desselben hervorgingen,

Einwand erhoben, dass die Blutplättchen aus einer Veränderung des circulirenden Blutes in dem unter dem Mikroskop ausgebreiteten Mesenterium hervorgingen, danach angethan, jeden Zweifel in dieser Hinsicht zu benehmen.

Angenommen also, und diese Annahme war durch meine eigenen Untersuchungen gerechtfertigt<sup>1)</sup>, es befänden sich im Blute normaler Weise drei Elemente, nemlich rothe und weisse Blutkörperchen und Blutplättchen, hielt ich es für wichtig zu erfor-schen, wie sich diese drei Elemente in den Gefässen eines, hohen Temperaturen ausgesetzten Theils verhielten, mit anderen Worten: ich wollte, zum Unterschiede von meinen Vorgängern, mittelst mikroskopischer Untersuchung in warmblütigen Thieren die durch Verbrennung in den Elementen des betreffenden Theils hervorgerufenen Veränderungen verfolgen. Zu diesen Studien wählte ich das Mesenterium kleiner Säugethiere, da dieses derjenige Theil ist, der sich am besten zu derartigen Untersuchungen eignet.

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich des Thoma'schen Apparates, jedoch mit einigen Modificationen, die mir zu derartigen Experimenten unerlässlich schienen.

Bekanntlich genügt es bei Untersuchungen der Blutcirculation unter normalen Verhältnissen, zwei Gefässe zur Verfügung zu haben, von denen das eine Wasser, das andere eine 0,70procentige Kochsalzlösung von einer Temperatur von 42—45° C. ent-

die stattfände, wenn man das Bauchfell der Luft aussetzt. Um auch diesen Einwand zurückzuweisen, unternahm es Bizzozero (*Sulla persistenza delle piastrine nel sangue normale dei mammiferi. Gazzetta degli ospitali. 1884. No. 57*), das circulirende Blut im unverletzten Flügel der Fledermaus zu untersuchen, und obgleich dieses, sowohl wegen der geringen Durchsichtigkeit des betreffenden Theils, als auch wegen der Pigmentirung der Haut, mit vielen Schwierigkeiten verknüpft war, gelang es ihm doch, auch hier die Blutplättchen zwischen den rothen und weissen Blutkörperchen gleiten zu sehen. Damit ist endgültig ausgeschlossen, dass es sich um eine Blutveränderung handle, denn der Fledermausflügel ist ein der Luft beständig ausgesetztes Organ, es sei denn, dass man sich zu der unzulässigen Annahme versteigen wollte, dass der geringste Druck, die geringste Bewegung genüge, um das Blut zu verändern und Blutplättchen zu erzeugen.

<sup>1)</sup> Ueber die Blutplättchen werde ich demnächst eine besondere Arbeit veröffentlichen.

hält. Bei dem Experiment jedoch, das ich vorhatte, nemlich nach Belieben eine Verbrennung vorzunehmen, schien es mir nothwendig, noch zwei weitere, den ersten gleiche Gefässe hinzuzufügen, in welchen sowohl das Wasser, als die Salzlösung in einer Temperatur von 60—65° C. erhalten wurden. Mittelst eines Systems von Gummischläuchen und Pincetten konnte ich nach Belieben sowohl in den zum Apparat gehörigen Behälter, als auf das Mesenterium Wasser, bezw. Salzlösung in einer meinen Zwecken dienlichen Temperatur gelangen lassen.

Meine Experimente nahm ich an Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen und kleinen Hunden vor, die ich vorher chloralisirte, um vollständige Insensibilität und Unbeweglichkeit zu erhalten. Nachdem ich das Mesenterium auf dem Objectträger des Thoma'schen Apparates ausgebreitet hatte, wählte ich bei schwacher Vergrösserung die Stelle, die mir am geeignetsten für diese Untersuchung schien, und zwar vorzugsweise jene Theile, wo eine Vene und eine Arterie neben einander liefen. Sobald ich die Gewissheit erlangt hatte, dass an jener Stelle die Circulation eine regelmässige war, nahm ich eine starke Objectivlinse (fast immer bediente ich mich der Immersionslinse VII von Gundlach), liess dann heisses Wasser in den Behälter des Apparates, oder auf das Mesenterium, oder in den einen und auf das andere zu gleicher Zeit gelangen, und beobachtete den Vorgang in den Gefässen.

Nachstehend theile ich eines der vielen von mir vorgenommenen Experimente ausführlich mit, das einen genauen und umfassenden Begriff von den Vorgängen giebt, die man in den Gefässen des Mesenterium bei Hitzewirkung beobachtet.

Ein Meerschweinchen von 310 g Gewicht wird mittelst Injection von 1,5 ccm einer 5procentigen Chlorallösung unempfindlich gemacht. Das Mesenterium wird herausgezogen und mit grösster Vorsicht auf dem Thoma'schen Apparat ausgebreitet, während im Behälter Wasser von einer Temperatur von 37° C. circulirt. Nach einigen Versuchen finde ich einen Punkt, an welchem man eine Vene und eine Arterie neben einander sehen kann. Die Vene ist ziemlich dick und ohne Seitenzweige, die Arterie dagegen theilt sich in zwei kleine Zweige. In der Vene circulirt das Blut ziemlich gut, wohingegen es in der Arterie nur den einen Zweig durchströmt; in dem anderen, leer erscheinenden Zweige ist nur Plasma mit einigen rothen Blutkörperchen und einigen Blutplättchen enthalten. Ich lasse nun Kochsalz-

lösung von einer Temperatur von 55° C. auf das Mesenterium gelangen und im Behälter lasse ich Wasser von 45° C. circuliren. Nach 1—2 Minuten sehe ich, wie die Gefässe sich etwas erweitern und das Blut eine viel grössere Geschwindigkeit annimmt, als es vorher hatte, und zwar sowohl in der Vene als in der Arterie; auch wird in jenem Zweige der Arterie, der vor der Hitzeeinwirkung kein Blut enthielt, die Circulation wieder hergestellt.

Nachdem dieses etwa 10 Minuten lang unverändert fortgedauert hat, sehe ich, dass im venösen Gefässe die weissen Blutkörperchen anfangen, sehr zahlreich zu werden, und sehr langsam den Gefässwänden entlang rollen, derart, dass sich kleine Haufen von je 5—7 dieser Blutkörperchen bilden, die jedoch von dem Blutstrom beständig weiter befördert werden. In der Arterie hebt sich der Durchgang zahlreicher Leukocyten sehr wenig hervor.

In der Untersuchung fortfahrend nehme ich nun wahr, dass die Seiten Grenzen der Blutsäule, die vorher durch zwei einander parallele, regelmässige Linien bezeichnet waren, allmählich einen wellenförmigen Verlauf annehmen, weil die Gefässwände nicht mehr glatt, wie im normalen Zustande sind, sondern da und dort Unebenheiten aufweisen, die das Gefässlumen auf verschiedene Weise modificiren. Bei näherer Untersuchung constatire ich, dass diese Unebenheiten dem Umstande zuzuschreiben sind, dass Blutplättchen, sowohl in der Vene als in der Arterie, an besonderen Stellen sich an den Gefässwänden abgelagert haben. In der Vene zeigt der von diesen gebildete Haufen die Neigung, mehr an Oberfläche als an Dicke zuzunehmen, und verstopft nach längerer Zeit nur ein Viertel des Gefässlumens; in der Arterie dagegen nimmt der Blutplättchenhaufen, der sich in einem der Zweige nahe der Theilungsstelle gebildet hat, so an Dicke zu, dass er in kurzer Zeit das Gefäss vollständig verstopft.

Ich untersuche, ob ein Gleiches auch an anderen Stellen des Gefässes stattfindet, und um dies zu thun, folge ich, das Präparat verrückend, dem Laufe der Arterie und der Vene, und gewahre, dass diese Blutplättchenanhäufungen sowohl in der einen als in der anderen zahlreich sind. In der Vene kann ich sodann das Vorhandensein vieler derartiger Anhäufungen constatiren, welche mit sehr kleiner Grundfläche der Gefässwand aufsitzen, während sie eine ziemliche Längsausdehnung haben und eine Form annehmen, welche mit der eines Polypen verglichen werden kann. Auf diese Weise verstopfen sie einen grossen Theil des Lumens der Vene, und das Blut, das vorüberzukommen sucht, bewegt sie beständig; ja, mehr als einmal beobachte ich, wie einer dieser Haufen losgelöst und in die Circulation gebracht wurde. Kaum ist der Haufen fortgeschwemmt, so bildet sich in ganz kurzer Zeit an derselben Stelle ein anderer, der ebenfalls vom Blutstrom fortgerissen wird.

Ich nehme die Verbrühung an einer anderen Stelle des Gekröses vor und gewahre nun andere eben so wichtige Vorgänge, d. h. ich sehe ausser den oben beschriebenen Erscheinungen in einer Vene in kurzen Zwischenräumen grosse Blutplättchenhaufen vorüberziehen, gefolgt von dichten Massen rother Blutkörperchen.



Dies ist dem Umstande zuzuschreiben, dass den vom Blutstrom losgelösten Blutplättchenhaufen der Durchgang durch das Gefäss gewissermaassen erschwert wird; sie bleiben leicht stehen, wo das Hinderniss am grössten ist, und halten so das Blut in seinem Laufe auf. Die rothen Blutkörperchen drängen sich nun hinter den besagten Haufen eng zusammen, bis, bei Zunahme der Stosskraft, ein Augenblick kommt, in welchem das Hinderniss überwunden ist und der Blutplättchenhaufen wieder seinen Lauf aufnimmt, gefolgt von zahlreichen, zusammengedrängten, rothen Blutkörperchen.

Diesen Vorgang konnte ich lange Zeit beobachten, — ein Beweis, wie zahlreich die Stellen waren, an denen sich Blutplättchen zusammenhäuften.

Während dieser Vorgänge nimmt der Blutstrom an Schnelligkeit ab und bleibt an einigen Stellen vollständig stehen. Nach 25—30 Minuten endlich seit Beginn des Experiments bleibt das Blut in allen Gefässen des erhitzen Bezirks stehen, die Arterien werden bedeutend dünner, während die Venen sich stark mit Blut füllen.

Aus allen anderen, von mir ausgeführten Experimenten ergeben sich (obgleich mitunter leichte Variationen bemerkt wurden) als positiv die folgenden Thatsachen:

1) Bei Erhitzung des Mesenterium lagern sich die Blutplättchen an den Gefässwänden ab, d. h. wird eine Thrombose erzeugt, ganz und gar ähnlich jener, die, wie Professor Bizzozero<sup>1)</sup> berichtete, stattfindet, wenn die Blutgefässwände in irgend einer Weise verletzt werden.

<sup>1)</sup> Ich halte es hier für angebracht aus Billigkeitsgründen einige Erwägungen hinzuzufügen. In seiner Arbeit (dieses Archiv Bd. 90. 1882) hat Prof. Bizzozero gezeigt: 1) dass im normalen circulirenden Blute ein drittes morphologisches Element existirt, die Blutplättchen, 2) dass der weisse Thrombus seinen ersten Ursprung daher hat, dass sich die an den beschädigten Stellen der Gefässwand stehen bleibenden Blutplättchen zusammenhäufen und zu einer einzigen Masse verkleben, 3) dass eine Reihe von Thatsachen die Anschauung stützt, dass die Gerinnung, die in dem aus den Gefässen entleerten Blute stattfindet, durch eine Veränderung der Blutplättchen bedingt werde. Dem ist in den vielen Arbeiten, die nach der von Bizzozero über die Blutplättchen veröffentlicht wurden, nicht immer Rechnung getragen worden. Von den Publicationen älteren Datums ganz absehend, führe ich hier z. B. das erst kürzlich erschienene „Lehrbuch der pathologischen Anatomie“ von Birch-Hirschfeld an. Darin ist gesagt, dass die Blutplättchen „nach Bizzozero die ausschliesslichen Fibrinbildner“ darstellen, und weiter unten, wo vom Thrombus die Rede ist: „Die erste Anlage des Thrombus entsteht nach Eberth und Schimmelbusch

2) Diese Blutplättchenthromben werden, wenn die Circulationsverhältnisse günstige sind, von der Gefässwand, der sie aufsitzen, losgelöst und bilden auf diese Weise wahre embolische Pfropfe.

Diese embolischen Thromben haben eine sehr weiche Consistenz und passen sich deshalb gut dem Gefässe an, das sie passiren; eben deshalb können sie auch an sehr engen Stellen durchkommen. Gelangen sie jedoch aus einer feinen Arterie in Capillaren, so bleiben sie hier definitiv stecken, verstopfen dieselben und veranlassen eine Blutstauung.

Hier möchte ich die Bemerkung einschalten, dass auch Eberth und Schimmelbusch<sup>1)</sup> die Hitzeeinwirkung auf die Gefässe studirt haben, dass jedoch die von ihnen erhaltenen Resultate den meinigen durchaus nicht gegenüber gestellt werden können, weil sie ihre Experimente auf eine ganz andere Weise ausführten.

Sie isolirten nemlich bei einem Kaninchen die Jugularvene und liessen einen Wasserdampfstrahl einige Minuten lang auf

als Plättchenpfropf durch Verklebung von Blutplättchen.“ Beide Angaben sind ungenau. Denn 1) hat Prof. Bizzozero nie behauptet, dass die Blutplättchen die ausschliesslichen Fibrinbildner seien; er hat vielmehr eine ganz andere Anschauung ausgedrückt in den Worten: „Man würde mich vollkommen missverstehen, wenn man das von mir behauptete coagulative Vermögen der Blutplättchen in dem Sinne deutete, dass damit die Voraussetzung verbunden sei, jede coagulativ wirksame thierische Flüssigkeit müsse nothwendig Blutplättchen enthalten. Denn vor Allem behauptete ich zwar, dass die Blutplättchen die Gerinnung des Blutes bewirken, habe jedoch gar keinen Grund zu glauben, dass es im thierischen Organismus kein anderes Element geben könne, welchem ein solches Vermögen gleichfalls zukomme“ (a. a. O. S. 321). 2) Die Thatsache, dass die erste Anlage des Thrombus als Plättchenpfropf durch Verklebung von Blutplättchen entsteht, wurde nicht von Eberth und Schimmelbusch nachgewiesen und veröffentlicht, sondern von Bizzozero. In der Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften in Turin vom 9. December 1881 machte er eine erste vorläufige Mittheilung darüber und veröffentlichte dann eine ausführliche Arbeit mit Figuren im Jahre 1882 in diesem Archiv Bd. 90, während Eberth und Schimmelbusch ihre Arbeiten im Jahre 1885 in No. 12 der „Fortschritte der Medicin“ und im Jahre 1886 in diesem Archiv Bd. 103 veröffentlichten.

<sup>1)</sup> Eberth und Schimmelbusch, Die Thrombose. Stuttgart 1888.

dieselbe einwirken. Zwei Tage darauf untersuchten sie mittelst Quer- und Längsschnitten dieses Gefäss und fanden, „dass das Gefäss mit völlig zerstörten Blutmassen ausgefüllt war. Die Zellen der Wand sind zu hyalinen scholligen Gebilden entartet, die rothen Blutkörper zu einem körnigen Detritus zerfallen. Der volle Blutstrom hatte nicht mehr sich Bahn brechen können, wohl aber waren an einzelnen Stellen geringe Mengen Blutes in das verbrühte Gefäss vorgepresst worden. Diese schmalen Strassen zeigten Faserstoffgerinnung, aber nur sehr wenig Blutplättchen.“

Man könnte auch einwenden, dass die Bildung der Thromben nicht durch die Hitzeeinwirkung, sondern durch die Alteration der Gefässwände in Folge der Berührung mit der Luft veranlasst worden sei.

Dieser Einwand fällt, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Circulation, wie Jeder weiss, stundenlang beobachtet werden kann, ohne dass man Thromben sich bilden sieht. In unserem Falle war jedoch die Erzeugung von Thromben eine sehr ausgedehnte, und sie fand statt, gleich nachdem das Mesenterium die künstliche Hitzeeinwirkung erfahren hatte.

Aber noch mehr: wenn wir eine Verbrühung an dem Beine eines Kaninchens bewirken und dann, nach Blosslegung einer grossen Vene dieses Gliedes, das darin circulirende Blut untersuchen, so finden wir zahlreiche und grosse Blutplättchenhaufen in demselben, woraus wir mit Sicherheit schliessen können, dass auch in den Gefässen dieses Theiles Thrombenbildung stattfindet.

Wie bereits oben erwähnt, wird die Circulation durch die zahlreichen Thromben gestört und erleidet in Folge dessen eine Alteration; in einigen Gefässen hört sie auf, in anderen verlangsamt sich der Blutstrom, in noch anderen nimmt er eine der physiologischen entgegengesetzte Richtung an und setzt sich in Seitengefässe fort.

War die einwirkende Hitze keine sehr intensive ( $50^{\circ}\text{C.}$ ), so sehen wir, dass die Circulation trotz der Bildung zahlreicher Thromben und obgleich, wie wir sagten, verändert, nicht aufhört, oder dass sie dies erst nach sehr langer Zeit thut. War dagegen die Hitzeeinwirkung eine sehr starke ( $60\text{—}65^{\circ}\text{C.}$ ), so

hört die Circulation schon nach kurzer Zeit in allen Gefässen des verbrühten Theils vollständig auf. Ich füge noch hinzu, dass wenn man in dem Augenblick, in welchem das Blut nahe daran ist, stehen zu bleiben, der Heisswassereinwirkung Einhalt thut, die Circulation sich wieder herstellt, um dann, bei erneuter Verbrühung, definitiv aufzuhören.

Diese Thatsache kann nicht von den Thromben allein abhängig sein, denn die Thrombose ist hier nicht gewichtiger, als sie es bei mässiger Hitzeeinwirkung ist: es müssen also noch andere Factoren dabei mitwirken.

Ich habe zu erforschen gesucht, welches die Ursachen seien, die den Stillstand des Blutes bewirken. Zu diesem Zwecke stellte ich zunächst Untersuchungen an Fröschen an, an denen sich die Experimente am leichtesten ausführen lassen.

Die Circulation im Mesenterium der Frösche zeigt, je nach dem Grade der Hitzeeinwirkung, ein verschiedenes Verhalten. Wenn diese nicht sehr intensiv ist (50—55° C.), so erweitern sich sowohl die Venen als die Arterien zuerst in erheblichem Maasse und der Blutstrom nimmt an Geschwindigkeit zu; nach einigen Minuten verengern sich die Arterien<sup>1)</sup> derart, dass die einzelnen rothen Blutkörperchen kaum nach einander hindurch können, während die Venen sich noch mehr erweitern und um ein Drittel ihres normalen Umfangs zunehmen<sup>2)</sup>. Gleichzeitig verlangsamt das Blut seinen Lauf und häufig nimmt der Blutstrom eine der normalen entgegengesetzte Richtung an, d. h. vom Centrum nach der Peripherie, und zwar, weil in Folge der Arterienverengung die Stosskraft fehlt. Doch ist dieses nur einer der Factoren des Phänomens, denn wenn die Hitzeeinwirkung keine

<sup>1)</sup> Die Einwirkung der Temperatur wurde auch von Milne-Edwards studirt, der sich in seinem Lehrbuch der vergl. Anatomie und Physiologie, wie folgt, auslässt: „Die locale Kälteeinwirkung hat Verengung der kleinen Arterien zur Folge und sehr starke Hitze erzeugt ähnliche Wirkungen, während unter dem Einfluss einer mässigen Wärme die Gefässe sich erweitern.“

<sup>2)</sup> Um zu genauen Schlussfolgerungen zu gelangen, habe ich stets, sowohl vor als nach der Hitzeeinwirkung, den Durchmesser der Blutgefässe gemessen; ausserdem habe ich mit Hülfe der Hellkammer dieselben Gefässe gezeichnet, so dass ich sie nach beendigtem Experiment unter einander vergleichen konnte.

sehr intensive war ( $40-45^{\circ}\text{C.}$ ), bleibt das Blut, trotzdem die Gefäße sich in ihrem Umfang etwas modificiren, gleichfalls stehen. Alsdann nimmt man Thatsachen wahr, die zur Annahme einer Veränderung der rothen Blutkörperchen führen, in Folge deren sie klebriger werden und sich zu Häufchen in den Gefäßen vereinigen, welche den Lauf des Blutes hemmen.

In der That, wenn wir einen Einstich in eine dieser Venen machen, in denen das Blut stagnirt, sehen wir, dass das Blut, welches flüssig ist, aus dem Gefäß heraustreten kann; aber die rothen Blutkörperchen sind im Plasma nicht mehr isolirt, sondern zu Gruppen von verschiedener Ausdehnung vereinigt, was im normalen Blute nie der Fall ist.

Bei den Säugethieren treten die Veränderungen des Umfangs der Gefäße, die bei hohen Temperaturen stattfinden, nicht sehr hervor. Statt dessen habe ich immer constatiren können, dass auch bei ihnen diese besondere Veränderung der rothen Blutkörperchen stattfindet. Wenn wir nach vollzogener Verbrühung Präparate vom Blut der Säugethiere anfertigen, mit oder ohne Erhaltungsflüssigkeit, sehen wir Haufen rother Blutkörperchen, und unter ihnen nicht selten solche, die die Formen der Gefäße, in denen sie enthalten waren, genau wiedergeben.

Eine andere Beobachtung, die dieser meiner Anschauung als Stütze dient, wurde mir durch folgendes Experiment geliefert:

Es handelte sich um einen Hund, bei welchem besonderer Verhältnisse wegen, von denen ich weiter unten sprechen werde, keine Thromben erzeugt werden konnten. Nun wohl, in den Gefäßen des Mesenterium sah man kurze Zeit nach Einwirkung des heißen Wassers an einigen Stellen die rothen Blutkörperchen sich zusammenballen, ihre Umrisse verlieren und eine eiförmige Masse von lebhaft rother Farbe bilden, welche sich sehr bald in alle Gefäße des erhitzten Bezirks ausbreitete. Es braucht nicht weiter gesagt zu werden, dass an dieser Stelle die Circulation vollständig aufhörte, weil das Blut consistenter geworden war.

Dieser neue Zustand des Blutes ist von Gerinnung ganz unabhängig, ja ich muss bemerken, dass eine solche nie stattfindet, wenn nicht etwa die Temperatur, welcher das Mesenterium unterworfen wurde, eine sehr hohe war.

Aus diesen Beobachtungen muss der Schluss gezogen werden, dass das Aufhören der Circulation in dem verbrühten Körpertheile den Blutplättchenthromben, der Arterienverengerung

und einer besonderen Veränderung der rothen Blutkörperchen zuzuschreiben ist. Aber während die Gefässverengerung in bedeutenderem Maasse nur bei Fröschen angetroffen wird und die Zusammenhäufung der rothen Blutkörperchen nur bei sehr hohen Temperaturen stattfindet, ist die Blutplättchenthrombose die allgemeinste und beständigste Erscheinung. Dieses Phänomen, das ich als der Erste mit dem Mikroskop beobachtet zu haben glaube, scheint mir nun auch das bei weitem wichtigste bei der Pathologie der Verbrennung zu sein. In der That werden die neuen Thromben, die auf diesem Wege zu Stande kommen und von dem Blutstrom mit fortgeschwemmt werden, zu embolischen Pfröpfen, die wegen ihrer Grösse in dem ersten Capillargebiet, in das sie gelangen, nothwendigerweise stecken bleiben müssen. Sie werden also in den Capillaren der Leber stecken bleiben, wenn der verbrühte Theil zum Pfortadersystem gehört, in den Lungen, wenn es sich um einen Theil des allgemeinen venösen Systems handelt.

Jedesmal wenn ich eine Verbrühung bei einem Thier ausführte, unterliess ich nicht, eine Untersuchung des Blutes vorzunehmen, um zu erfahren, ob in dessen morphologischen Bestandtheilen Form- oder Zahlveränderungen vorhanden waren. Bei diesen Untersuchungen befeissigte ich mich der grössten Vorsichtsmaassregeln, um die vielen möglichen Irrthumsursachen zu vermeiden.

Die Welti'sche Methode habe ich insofern modificirt, als ich statt der Ohren die Hinterpfoten der Kaninchen verbrühte, um eine etwaige übermässige Einwirkung der Hitze auf das Gehirn zu vermeiden. Dies that ich auch bei den anderen Versuchsthieren.

Die Blutproben entnahm ich aus den Gefässen des Ohrs, und zwar machte ich bei jedesmaliger Untersuchung einen Einstich in ein anderes Gefäss und erhielt so die Blutelemente ganz und gar unverändert.

Sobald ein Blutstropfen aus dem Einstich heraustrat, fing ich ihn mit einem mit Paraffin beschmierten gläsernen Stäbchen auf, brachte ihn schnellstens in die Fixationsflüssigkeit und vermischte ihn gut mit derselben. Als Fixationsflüssigkeit verwen-

dete ich eine Mischung von 1 Theil 1procentiger Osmiumsäure und 2 Theilen einer 0,70procentigen Kochsalzlösung, die ich mit etwas wässriger Methylviolettlösung leicht färbte.

Um die Zahl der in 1 cmm enthaltenen Blutplättchen zu ermitteln, zählte ich in einem mit genannter Flüssigkeit angefertigten Blutpräparat, unter Zuhilfenahme eines netzartig getheilten Oculars (Ocul. quadrillé), sowohl die rothen Blutkörperchen als die Blutplättchen, und erfuhr so, in welchem Verhältniss die ersteren zu den letzteren standen; alsdann stellte ich mit Hülfe des Thoma-Zeiss'schen Blutkörperchenzählapparats die Zahl der in 1 cmm Blut enthaltenen rothen Blutkörperchen fest und rechnete dann einfach die absolute Zahl der Blutplättchen aus.

Dieses vorausgeschickt theile ich nun einige meiner diesbezüglichen Experimente mit:

#### Experiment A — am 8. April 1890.

Kaninchen, Gewicht 1,800 kg, chloralisirt. — Die Hinterpfoten werden in heisses Wasser von 55° C. gesteckt; nach 1½ Stunden stirbt das Thier.

Das aus dem Ohr entnommene Blut enthält in 1 cmm:

	vor der Verbrühung	nach der Verbrühung
rothe Blutkörperchen . . .	5275000	5600000
Blutplättchen . . . . .	115000	90300.

Also vor der Verbrühung kommen 46 Blutkörperchen auf 1 Blutplättchen, nach der Verbrühung dagegen 62 Blutkörperchen auf 1 Blutplättchen.

#### Experiment B — am 10. April 1890.

Kaninchen, Gewicht 1,250 kg. — Verbrühung der Beine mit Wasser von 58° C. und mehr, 2 Stunden lang; — das Thier bleibt am Leben.

Das Blut enthält in 1 cmm:

	rothe Blutkörperchen	Blutplättchen
vor der Verbrühung . . .	7200000	131000
nach 1stündiger Verbrühung .	7400000	82000
- 2 Stunden . . . . .	6200000	68000
- 6 - . . . . .	6090000	59100.

Also vor der Verbrühung .	1 Blutplättchen auf	55 rothe Blutkörperchen
nach 1stündiger Verbrühung	1	- 90 - -
- 2 Stunden . . . . .	1	- 91 - -
- 6 - . . . . .	1	- 103 - -

#### Experiment C — am 23. April 1890.

Kaninchen, Gewicht 900 g. — Verbrühung der Hinterfüsse mit sehr heissem Wasser. Das Thier stirbt nach wenig mehr als 1 Stunde.

Im Blute werden viele Mikrocyten angetroffen.

Die Zahl der rothen Blutkörperchen und Blutplättchen ist:

	rothe Blutkörperchen	Blutplättchen
im normalen Blut . . .	5616000	280000
nach der Verbrühung . .	5310000	80000.
Also 1 Blutplättchen auf 20 rothe Blutkörperchen im normalen Blute		
und 1 - - - 66 - - - nach der Verbrühung.		

Experiment D — am 10. Mai 1890.

Kräftiges Meerschweinchen. — Der hintere Theil des Rumpfes wird in Wasser von 55° C. gesteckt und 20 Minuten lang darin gelassen.

	Rothe Blutkörperchen	Blutplättchen
im normalen Blute . . . . .	6400000	213000
im Blut, $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Verbrühung	6544000	179000
- - $\frac{3}{4}$ - - - - -	6460000	161300.
Also im normalen Blute 1 Blutplättchen auf 30 rothe Blutkörperchen		
nach $\frac{1}{2}$ Stunde . . . . 1 - - - 36 - -		
- $\frac{3}{4}$ - - . . . . 1 - - - 40 - -		

Aus diesen Experimenten und anderen, die hier mitzutheilen ich für unnöthig halte, geht deutlich hervor, dass die Blutplättchen bei Verbrühungen an Zahl bedeutend abnehmen, und dass diese Abnahme mit der Dauer der Verbrühung wächst. Das Experiment hat eine Thatsache bestätigt, die man auf Grund des Resultats der ersten Versuchsreihe schon a priori annehmen konnte; denn es war ja ganz natürlich, dass die Blutplättchen von dem Augenblick an, wo sie sich zusammenhäuften, um viele Thromben zu bilden, im circulirenden Blut an Zahl abnehmen mussten.

Es ist leicht begreiflich, aus welchem Grunde Welti zu der Annahme kam, dass die Blutplättchen nach der Verbrühung im Blute an Zahl zunehmen. Was ihn zu diesem irrthümlichen Schlusse geleitet hat, ist die beim Extrahiren des Blutes von ihm befolgte Methode. Er übersah, dass Bizzozero<sup>1)</sup> nachgewiesen hatte, dass die Blutplättchen sehr zarte Elemente sind, die sich leicht verändern und dort zu Haufen vereinigen, wo die Gefäßwand durch einen starken Druck oder durch eine Wunde oder sonst wie beschädigt ist. Bei dem Welti'schen Experiment waren zwei dieser die Blutplättchenanhäufung begünstigenden Bedingungen vorhanden, nemlich der Druck der das Gefäß

<sup>1)</sup> Bizzozero, Ueber einen neuen Formbestandtheil des Blutes und dessen Rolle bei der Thrombose und der Blutgerinnung. Dieses Archiv Bd. 90. S. 295.



verschliessenden Pincette und die Wunde, aus welcher das Blut trat. Deshalb fand er in seinen Präparaten ausser den normaler Weise im Blute enthaltenen Blutplättchen auch alle jene, welche sich an den verletzten Stellen der Jugularvene gestaut hatten und von dem zur Untersuchung extrahirten Blute mit fortgerissen wurden. Er glaubte deshalb eine numerische Vermehrung derselben zu constatiren. Uebrigens bemerkt man beim aufmerksamen Lesen der Weltsch'schen Arbeit, dass er seiner Sache nicht so ganz sicher ist und betreffs des Werthes seiner Resultate einige Zweifel hegt, wenn er auch gleich darauf sich widerspricht und aufrechterhält, was er mit Methoden, zu denen er selbst kein grosses Vertrauen hegte, beobachtet hatte. In der That lesen wir auf S. 548: „Wie schon gesagt, halte ich die Vermehrung noch nicht für ganz bewiesen. Es muss vorerst eine andere Methode gefunden werden, die eine raschere Fixirung der Blutbestandtheile und eine gleichmässigere Vertheilung derselben erlaubt. Ich wiederhole aber, dass ich, wenn ich es auch mit Zahlen nicht beweisen kann, in einzelnen Präparaten eine auffallende Vermehrung der Blutplättchen gefunden habe.“

Aus den von mir angeführten und hier mitgetheilten Experimenten ergibt sich auch, dass die Zahl der rothen Blutkörperchen gleich nach der Verbrühung grösser ist, als im normalen Blute. Das stimmt mit dem überein, was Foà und Pellacani<sup>1)</sup> gefunden haben, dass nemlich bei Hunden gleich nach ausgedehnten Verbrennungen eine Vermehrung des cytometrischen Grades stattfindet, eine Vermehrung, die sie durch eine Reizung des vasomotorischen Centrums mit nachfolgender Verengerung der Gefässe erklärten, so dass eine gewisse Menge Plasma ausgestossen und auf diese Weise eine anscheinende Vermehrung der Hämoglobinmenge des Blutes, oder, wie in unserem Falle, eine anscheinende Vermehrung der rothen Blutkörperchen erzeugt werde.

Was die Formveränderungen der Blutelemente in Folge der Hitzeeinwirkung betrifft, so bemerke ich, dass wenn die Tem-

<sup>1)</sup> Foà e Pellacani, Sulla fisiologia del sangue e dei vasi sanguigni. Atti della R. Accad. di scienze, lettere ed arti di Modena. Tomo XX.

peratur des Wassers keine sehr hohe ist, wie es im Allgemeinen bei meinen Experimenten der Fall war, die in besagten Elementen angetroffenen Veränderungen sehr leichte sind. Mehr als die rothen und weissen Blutkörperchen leiden die Blutplättchen durch die Hitzeeinwirkung: denn sie werden nicht nur klebriger, sondern sie verlieren auch ihre regelmässige Gestalt, — ihre Umrisse sind nicht mehr so deutlich und sie werden etwas trübe. Wie sehr aber auch die Blutplättchen verändert sein mögen, stets lassen sie sich ziemlich gut von den Hämoglobintröpfchen und von allen anderen, im überhitzten Blute vorhandenen Blutkörperchentrümmern unterscheiden. Sie unterscheiden sich von den anderen zufälligen Elementen schon durch ihre charakteristische Form, ihr granulöses Aussehen und ihre Farblosigkeit. Welches auch die Temperatur war, der ich die Thiere aussetzte, nie konnte ich im Blute jene Figuren finden, die Welti als Formen neuentstandener Blutplättchen beschreibt. Nur einmal beobachtete ich bei einem Hunde einige rothe Blutkörperchen mit einem bald gefärbten, bald farblosen Fortsatz an ihrer Peripherie, doch hatte ich dieses Resultat nur, wenn ich nicht alle zu dieser Untersuchung erforderlichen Vorsichtsmaassregeln einhielt; in der That wurden in den betreffenden Präparaten nur noch wenige Blutplättchen angetroffen und viele rothe Blutkörperchen waren verändert, denn sie waren kugelförmig geworden und hatten ihr Hämoglobin verloren. Deshalb konnten diese Fortsätze der rothen Blutkörperchen mit der Blutplättchenerzeugung in keiner Weise in Beziehung gebracht werden, sondern mussten vielmehr als zufällige Formveränderungen der rothen Blutkörperchen angesehen werden.

Höchst wahrscheinlich standen die von Welti beobachteten Formen mit seiner Untersuchungsmethode in Zusammenhang. In der That, wenn das Gaule'sche Verfahren bei anderen Gelegenheiten sich als zweckmässig erweisen mag, in diesem Falle bietet es nicht alle zur Erzielung sicherer Resultate nothwendigen Garantien. Wir wissen, wie zart die Blutelemente sind; deshalb leuchtet es ein, dass sie unter den langwierigen Manipulationen, die diese Methode mit sich bringt, zu leiden haben. Meine Meinung ist also die, dass das, was Welti beobachtet hat, deformirte rothe Blutkörperchen waren, und dass kein Grund

vorhanden ist, diese mit einer übermässigen Blutplättchenerzeugung in Beziehung zu bringen, die, wenn sie auch von Welti behauptet wird, thatsächlich nicht stattfindet, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht. Aus meinen Beobachtungen, die nach einer Methode angestellt wurden, welche eine schnelle Fixation der Blutelemente und eine gleichmässige Vertheilung derselben gestattet, nach einer Methode, die übrigens nicht neu in der Wissenschaft ist, geht vielmehr hervor, dass bei den verbrühten Thieren die Blutplättchen nicht nur nicht zunehmen, sondern bedeutend an Zahl abnehmen, weil sie in den Gefässen zur Bildung weisser Thromben zurückgehalten werden; andererseits können die in der Form veränderten rothen Blutkörperchen nicht als im Lebenden präexistirend nachgewiesen werden, und ausserdem ist dieser Befund ein so seltener und dem Anschein nach ein derartiger, dass er mit einer eventuellen Blutplättchenerzeugung nicht in Beziehung gebracht werden kann.

---

Ich gehe jetzt dazu über, einige andere Experimente darzulegen, die ich unternommen habe, um die Todesursache nach Verbrennungen zu erforschen, besonders um festzustellen, inwieweit die Thromben und die embolischen Pfröpfe bei der Erzeugung der die Verbrennung begleitenden krankhaften Erscheinungen betheiligt sind.

Ich sagte oben, dass ich die Verbrühung an den Hinterbeinen der Thiere vornahm und nicht an den Ohren, wie dies Klebs und Welti gethan hatten. In gleicher Weise verfuhr ich auch bei allen meinen anderen Experimenten, und zwar schon deshalb, weil ich bei vielen Thieren, z. B. bei Hunden und Meerschweinchen mit kurzen Ohren, nichts Anderes hätte machen können, sodann aber auch, weil es mir, um bei den Experimenten zu sicheren Schlüssen zu gelangen, ein Haupterforderniss schien, dass der der Hitzeeinwirkung unterworfenen Theil möglichst weit entfernt wäre von Organen, die für das Leben von höchster Wichtigkeit sind, was bei Verbrühung der Ohren eben nicht der Fall ist.

Mit grosser Leichtigkeit kann man die Hitzeeinwirkung auf die Beine allein beschränken. Man nimmt ein Brettchen, worauf

man das Thier befestigt; dieses Brettchen hat zwei Löcher, durch welche die Hinterbeine gesteckt werden derart, dass nur die Füße hervorragen. So wird das Thier auf ein, heisses Wasser enthaltendes Gefäss gestellt, so dass nur die beiden Hinterfüsse mit dem Wasser in Berührung kommen. Um die Schenkel und den Bauch des Thieres besser gegen die Temperatureinwirkung zu schützen, wenn die Beine die Löcher im Brettchen nicht ganz ausfüllen, verstopft man die Zwischenräume mit Watte.

Meistentheils wurden die Thiere vorher chloralisirt, indess verfehlte ich nicht, zur Controle, um die Wirkung des Chlorals auszuschliessen, auch Experimente an nicht unempfindlich gemachten Thieren vorzunehmen.

Ich bemerke sogleich, dass Hunde und Kaninchen sich bei Verbrühung der Pfoten nicht auf gleiche Weise verhalten, sondern, namentlich in Betreff der Widerstandsfähigkeit, ziemlich auffällige Unterschiede darbieten. Deshalb werde ich hier die einen und die anderen getrennt behandeln und mit den Kaninchen beginnen.

Wie schon aus den Experimenten hervorgeht, die ich mittheilte, als ich von der Untersuchung des Blutes handelte, reagiren Kaninchen auf Verbrühungen auf individuell sehr verschiedene Weise. Denn einige dieser Thiere überleben sehr starke Verbrühungen, während andere sehr schnell unterliegen, auch wenn die Temperatur  $56^{\circ}\text{C}$ . nicht übersteigt.

Nachstehende zwei Experimente werden dies näher darlegen:

Experiment No. I, — am 10. April 1890.

Kaninchen, Gewicht 1,250 kg, chloralisirt.

Zeit.		Temperatur des	Athmungs-	Temperatur des	Bemerkungen.
Uhr	Min.	Wassers.	zahl in 1 Minute.	Mastdarms.	
2	30	$46^{\circ}\text{C}$ .	46	$38^{\circ}\text{C}$ .	
3	57	54 -	60	38,5 -	Kaum hat die Temperatur $50^{\circ}$ erreicht, so wird das Thier unruhig.
4	10	58 -	84	39,5 -	
4	30	65 -	106	41 -	Das Thier ist ruhig.
5	10	65 -	74	38 -	
6	—	67 -	—	37 -	Es fängt an, zu erwachen, — ist ruhig.
7	—	63 -	78	36,5 -	Das Thier ist vollständig erwacht. Um 9 Uhr wird das Thier getödtet.

## Experiment No. II, — am 18. April 1890.

Kaninchen, Gewicht 1750 g, chloralisirt.

Zeit.		Temperatur		Bemerkungen.
Uhr	Min.	des Wassers.	des Mastdarms.	
3	10	43° C.	38° C.	
3	20	47 -	—	Das Thier fängt an zu schreien und unruhig zu werden.
3	30	56 -	36 -	Die Unruhe dauert fort.
3	35	53 -	—	Das Thier ist ruhig.
3	54	55 -	39 -	Es bleibt ruhig.
4	15	—	—	Das Thier stirbt ruhig, ohne Convulsionen.

Beim ersten Experiment blieb das Thier noch mehrere Stunden leben, beim zweiten dagegen starb es nach Verlauf einer Stunde. Letzteres geschieht jedoch weit weniger häufig, als ersteres, und deshalb kann man sagen (wenn sich meine Experimente mit den Welti'schen vergleichen lassen, und angenommen, dass keine auf die Rasse bezüglichen Unterschiede vorhanden gewesen sind), dass Kaninchen bei Verbrühung der Pfoten länger am Leben bleiben, als bei Verbrühung der Ohren. Wenn die Temperatur des Wassers 47—48° C. nicht überstieg, auch wenn diese Hitzeeinwirkung von längerer Dauer war, blieben Kaninchen noch mehrere Tage leben und starben dann, indem sie ähnliche Veränderungen aufwiesen, wie jene Thiere, welche schnell erlagen und von welchen weiter unten die Rede sein wird.

Wie aus Experiment No. 1 hervorgeht, wird der Athmungs-rhythmus kurze Zeit nach der Verbrühung ein viel schnellerer, als es der normale ist, und er nimmt in den letzten Perioden wieder ab; auch die Athemzüge selbst werden kleiner und oberflächlicher. Der Puls wird ebenfalls sehr beschleunigt und klein. Man bemerkt einen Zustand der Unruhe bei dem Thiere jedesmal, wenn die Temperatur des Wassers plötzlich erhöht wird; diese Unruhe tritt mehr hervor, wenn das Thier wach ist, und hängt besonders von dem durch die Verbrühung an den Pfoten verursachten Schmerze ab; in der That macht das Thier alle Anstrengungen, um die Pfoten aus dem heissen Wasser herauszuziehen.

Eine Thatsache, die sich beständig darbietet und welcher von Einigen ein grosser Werth beigemessen wurde, während An-

dere ihr jede Bedeutung absprachen, ist die Abnahme des Blutdrucks.

Die folgende Tabelle liefert einen deutlichen Beweis hierfür.

Experiment No. III, — am 6. Mai 1890.

Kaninchen, Gewicht 1090 g; nicht chloralisirt. — Die Carotis wird mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gebracht.

Zeit.	Temp.	Athmungs-	Temp.	Blut-	Bemerkungen.
Uhr Min.	des Wassers.	zahl in 1 Minute.	des Mastdarms.	druck.	
8 55	34° C.	50	38,7° C.	11	
9 6	40 -	88	39,2 -	11	
9 9	44 -	—	—	12(14)	Das Thier fängt an, unruhig zu werden.
9 15	55 -	—	—	10	Das Thier ist sehr unruhig, schreit und sucht sich von den Fesseln zu befreien.
9 17	48 -	130	41 -	10	
9 21	48 -	160	—	9	Das Thier fängt an, ruhiger zu werden.
9 24	48 -	68	41 -	7,6	
9 30	46 -	92	—	6,6	Das Thier ist ruhig.
9 35	44 -	96	39,8 -	6,7	Das Thier fängt an, lethargisch zu werden.

Um 10 Uhr 30 Min. stirbt das Thier, ohne irgend eine Reizerscheinung darzubieten.

Das Nachlassen des Blutdrucks erfolgt langsam und allmählich, und dauert bis zum Tode des Thieres fort.

Der Tod der so behandelten Kaninchen erfolgt in einem mehr oder weniger tief comatösen Zustande, und weder in den ersten, noch in den letzten Perioden der Verbrühung treten Convulsionen oder Krämpfe auf, im Gegensatz zu dem, was Klebs und Welti bei Verbrühungen der Ohren beobachteten. Vielleicht wirken in ihrem Falle andere Factoren mit: vasomotorische Veränderungen oder diffuse Thromben in den Hirngefäßen, welche die beschriebenen Erscheinungen hervorrufen können.

Hunde reagieren immer auf die gleiche Weise, wenn ihnen die Füße verbrüht werden, und sind viel weniger widerstandsfähig, als Kaninchen; obgleich Lesser<sup>1)</sup> das Gegentheil behauptet

<sup>1)</sup> Lesser, Entgegnung an Herrn Prof. Ponfick, über die Todesursachen nach Verbrennungen. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1880.

hat. Was bei ihnen am meisten auffällt, ist das schnelle und starke Sinken des Blutdrucks. Die Thiere fallen schnell in einen comatösen Zustand, der sich beständig verschlimmert, und in diesem Zustande sterben sie.

Ich gebe hier eines der vielen Experimente wieder, die ich in dieser Hinsicht gemacht habe.

Experiment No. IV, — am 6. Mai 1890.

Junger Hund, Gewicht 4,600 kg, nicht chloralisirt; Verbrühung der Hinterfüsse. — Die Carotis wird mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gebracht.

Zeit.	Temp. des Wassers.	Athmungs- zahl in 1 Min.	Temp. des Mast- darms.	Blut- druck.	Bemerkungen.
Uhr Min.					
4 30	32° C.	23	39 ° C.	14	
4 48	56 -	22	39 -	12	Kaum hat die Temperatur 42° erreicht, so wird das Thier unruhig.
5 —	51 -	20	40 -	9,3	Sehr tiefe Athemzüge, es beginnt der comatöse Zustand.
5 12	50 -	37	—	—	
5 15	50 -	38	—	6	Athemzüge unregelmässig.
5 19	50 -	32	39,8 -	6	Tiefer Schlaf.
5 37	48 -	20	39 -	5	Bald darauf stirbt das Thier.

Obgleich bei diesem Experiment die Temperatur nur einen Augenblick auf 56° C. gestiegen ist und sich in der übrigen Zeit auf etwa 50° C. erhalten hat, waren doch kaum 20 Minuten seit Beginn der Hitzeeinwirkung verflossen, als der Blutdruck schon abzunehmen begann, während die Athmung sich nur wenig veränderte, und das Thier starb nach Verlauf einer Stunde in einem Zustande tiefen Schlafes, ohne irgend eine Reizerscheinung.

Auf gleiche Weise verhielten sich alle anderen Hunde bei meinen Experimenten; nur einer zeigte eine ausserordentliche Steigerung der Athmungsfrequenz, die in den ersten Augenblicken der Verbrühung 150 betrug, doch waren es ziemlich oberflächliche Athemzüge. Aber auch hier zeigte sich sehr bald ein Sinken des Blutdrucks und in wenig mehr als einer Stunde war das Thier erlegen.

Wie man sieht, ist die am meisten constante Erscheinung die Abnahme des Blutdrucks im arteriellen System.

Jetzt schien es interessant zu erforschen, welches die Ursache dieser Abnahme des Blutdrucks sei und ob man wirklich

nur diesem Factor allein den Tod des Thieres beizumessen habe. Ich machte mich an diese Untersuchung, täuschte mich jedoch nicht über die Schwierigkeiten, die sie darbot; denn ich hatte gesehen, dass es den vielen und tüchtigen Forschern, die sich mit dieser Frage befasst hatten, nicht gelungen war, unanfechtbare Beweise für das, was sie beobachtet zu haben glaubten, beizubringen.

Der erste Gedanke, der mir kam, war der, festzustellen, ob die Abnahme des Blutdrucks die Folge einer Herabsetzung des Gefästonus oder einer Herzlähmung durch Reflexwirkung sei, wie Falk, Sonnenburg, Fischer und Foà meinten. Zu diesem Zwecke liess ich die Nervenwege des Theils, der verbrüht werden sollte, unberührt und normal, und schnürte alle zu demselben gehörigen Blutgefässe zusammen: auf diese Weise war ich im Stande, alle Erscheinungen, die von der Veränderung der Blutmischung abhängen konnten, ausser Berücksichtigung zu lassen, und hatte die Gewissheit, dass die übrigen durch Veränderung des Nervensystems bedingt waren. Um meinen Zweck zu erreichen, isolirte ich eine Strecke weit die beiden Hüftnerven in dem oberen und hinteren Theile des Schenkels, führte sie in eine Halbröhre von Metall ein, die ich zuvor mit Paraffin eingeschmiert hatte, um die Nerven von dem Metall vollständig isolirt zu halten, und schnürte dann den ganzen Schenkel an der Stelle, wo ich die Metallrinne eingelegt hatte, mit einer starken Schnur fest zusammen. Bei den so behandelten und der Verbrühung unterworfenen Thieren beobachtete ich, dass die Athembewegungen an Frequenz noch zunahmen, und ebenso die Bewegungen des Herzens; dagegen nahm die Temperatur des Mastdarms nicht zu und der Blutdruck zeigte nicht mehr jene bei den anderen Fällen so charakteristische schnelle Abnahme.

Die nachstehend mitgetheilten Experimente sind Belege für das Gesagte:

Experiment No. V. — am 9. Mai 1890.

Junges Kaninchen, nicht chloralisirt. — Ich isolire die beiden Hüftnerven, führe sie in eine Metallrinne ein, schnüre die Beine an ihrem oberen Theile zusammen; die Carotis bringe ich mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung.



Zeit.		Temperatur		Athmungs-	Blut-
Uhr	Min.	des Wassers.	des Mast- darms.	zahl in 1 Min.	
5	9	—	39,2° C.	90	10,0
5	12	42° C.	39,2 -	120	9,8
5	15	48 -	39,1 -	104	10,0
5	20	53 -	39,0 -	140	10,2
5	25	51 -	38,8 -	122	9,6
5	30	51 -	38,5 -	106	9,4
5	40	51 -	38,3 -	94	9,3
5	49	61 -	38,5 -	94	9,4
6	—	62 -	38,7 -	76	9,8
6	12	61 -	38,7 -	—	9,3
6	25	59 -	38,5 -	80	9,3.

## Experiment No. VI, — am 13. Mai 1890.

Hund, Gewicht 4,500 kg; auf dieselbe Weise behandelt, wie das vorgenannte Kaninchen.

Zeit.		Temperatur		Athmungs-	Blut-
Uhr	Min.	des Wassers.	des Mast- darms.	zahl in 1 Min.	
5	4	—	—	—	16—18
5	8	—	—	18	68
5	14	—	38,3° C.	—	15—19
5	16	50° C.	38,5 -	20	—
5	22	—	—	15	—
5	27	51 -	38,3 -	11	72
5	34	49 -	38,0 -	—	72
5	50	53 -	37,9 -	10	—
5	52	60 -	37,9 -	12	120
6	—	53 -	37,9 -	28	146
6	4	54 -	37,9 -	26	136

Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man das Ohr eines Kaninchens verbrüht, nachdem man den hinteren Ohrnerven isolirt und das Ohr an seiner Wurzel zusammengeschnürt hat.

Aus dem, was ich bis hier dargelegt habe, kann man schliessen, dass die Rolle, die das Nervensystem bei der Hervorbringung der krankhaften Erscheinungen nach Verbrühungen spielt, eine ganz nebensächliche ist.

Es bleibt nun noch festzustellen, welche Modificationen in den Blutgefässen und in dem darin circulirenden Blute stattfinden, die im Stande wären, die Abnahme des Blutdrucks zu veranlassen.

Beim Studium dieser Frage kam mir der mikroskopische Befund der an Verbrühung gestorbenen Thiere sehr zu Hülfe. Ich schicke voraus, dass es meine Sorge war, die Autopsie gleich nach dem Tode des Thieres vorzunehmen; häufig tödtete ich es, ehe es von selbst verendete. Was ich fand, war Folgendes: Die Beine sind in allen der Hitzeeinwirkung ausgesetzt gewesen Theilen ausserordentlich ödematös und im Unterhautgewebe, sowie in den Muskeln, finden sich hie und da hämorrhagische Stellen zerstreut; die stark erweiterten venösen Gefässe enthalten flüssiges schwärzliches Blut, die Arterien dagegen sind sehr verengert.

In der Bauchhöhle gewahrt man oft eine ziemliche Erweiterung der Intestinalvenen, ebenso sind die Leber und die Nieren mit Blut überfüllt, doch bieten sie nie ein Zeichen von Hämorrhagie dar. In der Brusthöhle ist die rechte Herzhälfte mit schwärzlichem venösem Blut überfüllt, die linke mit rothem; das im Herzen und in den grossen Gefässen enthaltene Blut ist flüssig und zeigt keine Fibringerinnsel. Die Lungen sind leicht geröthet; an ihrer Oberfläche sind zahlreiche, mehr oder weniger ausgehende Flecken von dunkelrother Farbe, mit Blut gefüllt und luftleer, von unregelmässiger Pyramidenform, mit der Basis nach der Peripherie, mit der Spitze nach dem Centrum gerichtet. Der Rest der Lungen ist im Allgemeinen normal; mitunter jedoch sind ein oder mehrere Läppchen bedeutend aufgebläht. Bei Oeffnung der Lungenarterie konnte ich zuweilen ein weissliches Gerinnsel aus den grösseren Aesten derselben ziehen, das sich unter dem Mikroskop als aus einigen Fibrinfäden, einigen rothen Blutkörperchen, vielen Leukocyten und einer ausserordentlichen Zahl von Blutplättchen zusammengesetzt erwies. Diese Thromben blieben nicht auf die grösseren Gefässe beschränkt, denn bei mikroskopischer Untersuchung sowohl frischer, als gehärteter Lungenstückchen konnte ich die Anwesenheit reichlicher Blutplättchenhaufen und aus etwas Faserstoff und Blutplättchen zusammengesetzter Zapfen constatiren, welche auch die kleinen Lungengefässe verstopften. Auch wiederholte ich den Silbermann'schen Versuch, d. h. ich injicirte eine Eosinlösung in die Venen, ehe die Thiere verendeten, und so constatirte ich in den Lungen in ziemlicher Anzahl sowohl gänzlich farblose Parenchym-

zonen, als auch Zonen, die intensiver gefärbt waren, als der Rest des Organs. Diesen Befund hatte ich nur in den Lungen; in den anderen Organen bemerkte ich nichts davon, im Gegensatz zu Silbermann. Damit will ich jedoch die Genauigkeit seiner Beobachtungen nicht in Frage stellen, denn er nahm intensivere Verbrühungen vor und deshalb konnten auch seine Resultate andere sein. Aus der Autopsie geht also hervor, dass die Lunge dasjenige Organ ist, welches die grössten Veränderungen aufweist, und ferner, dass diese Veränderungen die Folge einer Verstopfung der Lungengefässe durch Blutplättchenthromben sind.

Jetzt entsteht die Frage: woher kommen diese die Gefässe verstopfenden Blutplättchenhaufen? haben sie sich an dem Orte selbst gebildet, wo sie sich befinden, oder nehmen sie ihren Ursprung aus anderen Theilen? Ich bemerke sogleich, dass viele Thatsachen mich zu der Annahme führen, dass sie als embolische Pfröpfe in die Lunge gelangen und dass es nur der verbrühte Theil ist, der sie erzeugt. In der That habe ich bei meinen Untersuchungen am Mesenterium constatirt, dass die Blutplättchen sich zuerst an den Gefässwänden zusammenhäufen und dass diese Haufen erst später, wenn sie an Volumen zugenommen haben, von dem circulirenden Blute mit fortgerissen werden; sodann sagte ich bereits, dass man bei Untersuchung des von den verbrühten Füßen herkommenden Blutes gewahrt, dass es zahlreiche Blutplättchenhaufen enthält, die wirkliche embolische Pfröpfe bilden. Es leuchtet nun ein, dass dieselben nothwendigerweise in der Lunge stecken bleiben müssen, wenn sie nicht etwa so klein sind, dass sie die Lungencapillaren passiren können, oder wenn sonst keine Verbindungswege zwischen den grossen Lungengefässen oder den verschiedenen Herzhöhlen existiren, was nicht unwahrscheinlich ist nach dem, was Bizzozero und Tizzoni<sup>1)</sup> gezeigt haben, die wahrnahmen, dass, wenn sie Kaninchen mit Bärlappsamen vermisches Wasser in das venöse System injicirten, die entstandenen Klümpchen aus dem kleinen in den grossen Kreislauf gelangten und in ziemlicher Menge in den Nieren und Gehirnhäuten, spärlich dagegen im

<sup>1)</sup> Bizzozero e Tizzoni, Delle iniezioni nelle vene di sostanze granulari. Osservatore, Gazzetta delle cliniche. vol. XIII. anno 1877. No. 33.

Gehirn, in der Leber, in den Nebennieren, im Herzfleisch vorhanden waren, in der Milz, im Knochenmark und in den anderen Organen fehlten. Sie erhielten also eine gekreuzte Embolie, höchst wahrscheinlich durch einen directen Verbindungsweg zwischen Lungenarterien und -Venen oder zwischen den Herzhöhlen.

Die Verstopfung der Lungengefäße ist die Hauptursache der Verminderung des Arteriendruckes und der nachfolgenden Stase im venösen System. Denn das Blut gelangt, wenn es auf seinem Durchgang durch die Lunge ein so starkes Hinderniss findet, in geringerer Menge in das linke Herz, demnach wird eine geringere Menge Blut im arteriellen System vorhanden sein, in Folge dessen hier der Druck abnimmt. Ein Experiment bestätigt dieses. Wenn wir in die Jugularvene eines Hundes langsam eine mit Bärlappsamenkörnern vermischte Kochsalzlösung injiciren, sehen wir, dass der Blutdruck allmählich abnimmt, die Herzschläge an Zahl zunehmen, der Athem beklommen wird und das Thier stirbt, eben weil, wie aus der mikroskopischen Untersuchung des Leichnams hervorgeht, die Samenkörner in den Lungencapillaren stecken geblieben sind und den Durchgang des Blutes erschweren.

Alles trägt also dazu bei, die Anschauung zu bestätigen, dass die Abnahme des Blutdrucks und mithin der Tod des verbrühten Thieres von einer Verstopfung der Lungengefäße durch Blutplättchenthromben abhängt.

Indess fehlte mir noch der unanfechtbare Beweis dafür, dass es wirklich die Blutplättchen sind, die alle die beschriebenen Störungen verursachen. Aber auch diesen Beweis habe ich endlich erbracht. Das einzige Mittel, um zu demselben zu gelangen, war, ein der Blutplättchen gänzlich oder fast gänzlich beraubtes Blut zu haben, in welchem Falle man mit Sicherheit die Bedeutung, die den Blutplättchen beizumessen ist, feststellen konnte. Es fiel mir ein, dass ich dies erreichen konnte vermittelst einer von Professor Bizzozero zu anderen Studien (worüber er demnächst eine Arbeit veröffentlichen wird) ersonnenen Methode, die im wiederholten Defibriniren des Blutes eines Hundes besteht.

Das Verfahren ist folgendes: Nachdem man das Thier gebunden hat, isolirt man die Jugularvene und die Carotis, entleert aus der Carotis etwa die Hälfte der Blutmenge des Thieres

und defibrinirt das Blut durch sorgfältiges Schlagen, indem man es in einer Temperatur von 37—39° C. erhält; sodann filtrirt man es durch Leinwand und injicirt es in die Jugularvene. Einige Minuten später extrahirt man wieder etwa die Hälfte der Blutmenge, defibrinirt, filtrirt und injicirt wieder. Diese Operation wird 9—10mal wiederholt. Auf diese Weise erhält man zuletzt ein an Blutplättchen sehr armes Blut, denn, wie durch die Untersuchungen Bizzozero's bekannt, lagern sich die Blutplättchen durch das Schlagen an den Schlagstäbchen ab und bilden hier eine Schicht, auf welche sich sodann der Faserstoff niederschlägt<sup>1)</sup>. Diese Operation dauert ziemlich lange, denn man braucht gewöhnlich zwei Stunden dazu. Die Thiere ertragen sie ziemlich gut; wenn man sie befreit, sind sie etwas von Kräften, allein schnell erholen sie sich wieder und bieten nur sehr leichte Störungen dar, denn, wie Bizzozero und Sanquirico<sup>2)</sup> gezeigt haben, sind die Blutkörperchen sehr widerstandsfähig, gehen trotz der ausgestandenen langwierigen Operation nicht zu Grunde, bleiben also lebenskräftig und vermögen deshalb auch, die Lebensbedingungen des Thieres normal zu erhalten.

Die sich am besten zu dieser Operation eignenden Thiere sind Hunde und deshalb habe ich meine Experimente auch nur an ihnen gemacht. Andere Thiere sterben leicht nach den ersten Injectionen.

Wenn wir nun, gleich nach beendigter Operation, die gewöhnliche Verbrühung der Pfoten am Hunde vornehmen, so sehen wir, dass er sich ganz anders verhält, als die anderen Thiere. Denn obgleich das Thier zwei Stunden lang gefesselt und so schweren Operationen unterworfen war, wie es wiederholte Aderlässe und Transfusionen sind, hält es doch die Verbrühung sehr gut aus und bietet nur sehr leichte locale und allgemeine Erscheinungen dar.

<sup>1)</sup> Bizzozero, Ueber einen neuen Formbestandtheil des Blutes und dessen Rolle bei der Thrombose und der Blutgerinnung. Dieses Archiv Bd. 90. S. 314.

<sup>2)</sup> Bizzozero e Sanquirico, Sul destino dei globuli rossi nella trasfusione di sangue defibrinato. Archivio per le scienze mediche. Vol. IX. No. 16.

Vergleicht man das so behandelte Thier mit anderen, deren Blut nicht der Blutplättchen beraubt worden ist, so beobachtet man, dass bei ersterem die Pfoten nur in leichtem Grade ödematös werden und ihre Sensibilität bewahren; der Athmungs-rhythmus wird weniger beschleunigt, das Herz ändert nur wenig die Zahl seiner Schläge. Der Blutdruck endlich, und dies ist das Wichtigste, verändert sich nicht; die Thiere bieten nicht den bei den anderen Experimenten beschriebenen charakteristischen comatösen Zustand dar und bleiben am Leben, trotzdem die Pfoten in der Folge der Sitz einer intensiven Entzündung werden, welche in Eiterung und Brand übergeht.

Nachstehend einige Beispiele der in dieser Hinsicht gemachten Experimente:

Experiment No. VII, am 2. Juni 1890.

Hündin, Gewicht 4,600 kg. — Die im Körper enthaltene Menge Blut beträgt annähernd 383 g. Die Defibrination des Blutes wird 10mal vorgenommen, indem im Ganzen 1415 g Blut extrahirt werden. Beim 6. Aderlass hatte das Blut schon ein wenig von seiner Gerinnungsfähigkeit verloren; beim 8. Aderlass blieb es vollständig flüssig. Die Untersuchung des Blutes vor der Transfusion ergab 6550 000 rothe Blutkörperchen und 207 600 Blutplättchen, also 1 Blutplättchen auf 31,5 rothe Blutkörperchen; nach der Transfusion fanden sich 6320 000 rothe Blutkörperchen und 8770 Blutplättchen, also 1 Blutplättchen auf 720 rothe Blutkörperchen.

Nach beendigter Defibrination nehme ich die Verbrühung der Pfoten vor. Die Temperatur des Wassers steigt sofort auf 59° C. und bleibt nachher auf etwa 53° C. stehen. Die Verbrühung dauert 1 Stunde, ich befreie sodann das Thier, das munter und in gutem Zustande erscheint: die Pfoten sind wenig ödematös und noch empfindlich, das Thier kann laufen, säuft etwas Milch und übersteht die Verbrühung ziemlich gut, obgleich sich an den Pfoten eine intensive Entzündung entwickelt hat mit nachfolgender Nekrose und Ablösung der Zehen.

Während der Verbrühung erlangt das Blut ein wenig seine Gerinnungsfähigkeit wieder, denn 25 Minuten nach Beginn der Verbrühung wird es etwas gallertartig, jedoch bald wieder vollständig flüssig. Das nach beendigter Verbrühung extrahirte Blut weist ganz wenig Gerinnsel auf, das als Kern inmitten vollständig flüssigen Blutes angeordnet ist. Die Blutplättchen haben nach der Verbrühung an Zahl abgenommen, denn auf 1 Blutplättchen kommen 884 rothe Blutkörperchen.

Experiment No. VIII, am 8. Juni 1890.

Hund, Gewicht 4,300 kg. — Die Defibrination des Blutes wird 10mal vorgenommen, danach sogleich die Verbrühung der Pfoten.

Zeit Uhr Min.	Temperatur des Wassers	Blutdruck	Bemerkungen.
2 —	51° C.	11 —13	Das Thier ist unruhig.
2 10	52 -	12 —13	
2 12	55 -	12	Es wimmert.
2 13	57 -	12,5	
2 15	57 -	11,5—12	
2 20	56 -	13,5	
2 25	55 -	11 —13	
2 30	53 -	11 —14	Das Thier ist ruhig.
2 35	53 -	11,5—14	
2 44	55 -	11,5—14	
2 47	55 -	11 —13	
2 50	56 -	11,5—13	
2 55	54 -	11 —12	
3 —	52 -	11,5.	

Ich befreie das Thier, das übrigens noch in gutem Gesundheitszustande ist; nur die Pfoten haben von der hohen Temperatur des Wassers sehr gelitten, denn die Gewebe sind tief verändert, die Haut ist zerreissbar; nachdem die Pfoten verbunden sind, kann das Thier laufen.

Die Untersuchung des Blutes vor der Transfusion ergab 1 Blutplättchen auf 39,8 rothe Blutkörperchen, nach der Transfusion 1 Blutplättchen auf 740 rothe Blutkörperchen, nach  $\frac{1}{2}$ stündiger Verbrühung 1 Blutplättchen auf 705 rothe Blutkörperchen; nach beendigter Verbrühung sind die Blutplättchen sehr selten.

Diese und andere Experimente zeigen deutlich, dass ein Thier, in dessen Blute die Blutplättchen fehlen, Verbrühungen, wie ich sie bei meinen Experimenten vorgenommen habe, besser erträgt, als ein Thier, das sein normales Blut hat. Diese That-  
sache scheint mir nur so erklärbar, dass bei den Hunden, deren Blut wiederholt defibrinirt wurde, keine Thromben mehr in den Gefässen der verbrühten Theile entstehen können und in Folge dessen auch keine embolischen Pfröpfe vorhanden sind, weil das Material zu ihrer Bildung fehlt.

Das hier Gesagte wird durch ein Experiment bestätigt, das ich schon in einem anderen Theil meiner Arbeit erwähnte und das ich hier ausführlicher mittheile:

#### Experiment No. IX.

Eben entwöhnte Hündin, Gewicht 1,840 kg. — Ich nehme 10mal die Defibrination des Blutes vor und mache darauf das Thier durch Injection einer Chlorallösung in die Bauchhöhle unempfindlich, ziehe das Mesenterium hervor und beobachte in dessen Gefässen mit dem Mikroskop die Bluteir-

culatation. Ich lasse Wasser von verschiedener Temperatur darauf gelangen, auch von sehr hoher, ohne dass ich irgend welche Thromben sich bilden oder embolische Blutplättchenpfropfen passiren sehe.

Wenn dieses im Mesenterium geschieht, das ein sehr zarter und für Temperaturerhöhungen sehr empfindlicher Theil ist, muss es sich um so mehr in den Gefässen anderer Theile, und, in unserem besonderen Falle, in den Gefässen der Pfote bestätigen.

Nach dem, was ich durch Experimente festgestellt und berichtet habe, können wir als sichere Thatsache hinstellen, dass das Fehlen schwerer Functionsstörungen bei Thieren mit an Blutplättchen armem Blute davon abhängt, dass Lungenembolie mit nachfolgender venöser Stase und Abnahme des Blutdrucks im arteriellen System hier nicht stattfinden können.

Diese letzten Experimente scheinen mir von sehr grosser Bedeutung, weil sie einige in der Wissenschaft noch dunkel gebliebene Thatsachen erklären. Denn durch sie wird bewiesen, dass bei der Art von Verbrühungen, wie ich sie vornahm, die Nerveneinflüsse, die Veränderung der rothen Blutkörperchen und die Erzeugung besonderer giftiger Substanzen keine grosse Bedeutung haben.

Ich sage ausdrücklich: bei der Art von Verbrühungen, wie ich sie vornahm, denn es ist nicht unwahrscheinlich, dass Veränderungen der Nerven oder der rothen Blutkörperchen, oder die Entwicklung giftiger Substanzen in der Pathologie der Verbrühungen anderer Art, z. B. bei jenen, die so häufig als Unfälle sich beim Menschen ereignen, eine grössere Rolle spielen.

Die an Thieren mit der Blutplättchen beraubtem Blute gemachten Experimente beweisen ausserdem noch: 1) dass die Blutplättchen nach der Verbrühung nicht an Zahl zunehmen, denn dies wurde durch deren Zählung dargethan; 2) dass sie nicht von durch die Hitzeeinwirkung veränderten rothen Blutkörperchen abstammen; denn wenn dies der Fall wäre, würde das Blut, trotzdem es der präexistirenden Blutplättchen beraubt worden war, während der Verbrühung eine grosse Zahl neuer erzeugt haben, und diese würden, sei es bei meiner Zählung, sei es durch Erzeugung von Thromben in den Gefässen und mithin von embolischen Pfröpfen in den Lungen, ihre Anwesenheit offenbart haben.



Aus meinen Darlegungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

Wenn man das Mesenterium eines Säugethieres der mikroskopischen Untersuchung unterzieht und es dann einer Temperatur von 50—55° C. aussetzt, gewahrt man, dass das Blut anfangs eine grössere Geschwindigkeit annimmt, als es vor der Hitzeeinwirkung hatte, sodann, als constante Thatsache, dass die Blutplättchen sich in verschiedener Form an den Gefässwänden ablagern und weisse Thromben bilden.

Diese werden durch den Blutstrom von ihrem Entstehungs-orte losgerissen und in Umlauf gebracht; alsdann haben wir im circulirenden Blute eine ausserordentliche Menge embolischer Pfröpfe. Schliesslich, nach kürzerer oder längerer Zeit, je nach den Fällen, und besonders wenn die Hitzeeinwirkung sehr stark war (55° C.), bleibt das Blut im ganzen verbrühten Gefässbezirk vollständig stehen. Dieses Aufhören der Circulation wird zum Theil durch die Thromben und embolischen Pfröpfe bedingt, welche die Arterien verstopfen, zum Theil durch die zuweilen sehr bedeutende Verengerung der Arterien und zuletzt durch eine besondere Veränderung der rothen Blutkörperchen, in Folge deren dieselben klebriger werden, an einander hängen bleiben und so den Lauf des Blutes in den sie enthaltenden Gefässen hemmen.

Die Meinung, dass die Blutplättchen im Blute der verbrühten Thiere an Zahl zunehmen, und dass sie von den rothen Blutkörperchen herkommen, ist eine ganz irrige, denn 1) wenn man ab und zu einen Tropfen Blut aus einem Gefässe des Ohres entnimmt und die Blutplättchen zählt, sieht man, dass sie an Zahl nicht zunehmen, sondern im Gegentheil bedeutend abnehmen; 2) wenn man das Blut mit allen Vorsichtsmaassregeln, die erforderlich sind, um die Blutelemente möglichst normal zu erhalten, untersucht, trifft man nie Formen, welche die Annahme einer Abstammung der Blutplättchen von durch die Hitzeeinwirkung veränderten rothen Blutkörperchen rechtfertigten.

Kaninchen, denen lange Zeit hindurch mit 55—57° C. heissem Wasser die Hinterpfoten verbrüht werden, widerstehen viel länger, als jene, denen die Ohren verbrüht werden, und zeigen weder Krämpfe, noch Convulsionen.

Auf die gleiche Weise behandelte Hunde widerstehen viel

weniger, als Kaninchen. Die nach der Verbrühung auftretenden krankhaften Erscheinungen treten mehr hervor; die am meisten auffallende Erscheinung ist bei ihnen die Abnahme des Blutdrucks, — sie sterben in einem Zustande tiefen Schlafes.

Die Abnahme des Blutdrucks ist nicht abhängig von einem reflectorischen Nerveneinfluss, sondern vielmehr von der Verstopfung der Gefäße des Lungennetzes durch die von den verbrühten Pfoten kommenden Blutplättchenpfropfe. Denn bei der Autopsie der nach solchen Verbrühungen gestorbenen oder während des Todeskampfes getödteten Thiere nimmt man vorzugsweise das Vorhandensein zahlreicher hämorrhagischer Infarkte im Lungenparenchym und zahlreiche Blutplättchenpfropfe in deren Gefäßen wahr.

Alle krankhaften Erscheinungen, welche diese Art von Verbrühungen begleiten, werden durch die Anwesenheit von Blutplättchen im Blute bedingt. Dies wird deutlich durch die That-  
sache bewiesen, dass, wenn man vermitteltst mehrmaliger Defibrination das Blut der Hunde arm an Blutplättchen macht, diese Thiere sogar die stärksten Verbrühungen überstehen, und zwar deshalb, weil sich keine Thromben und mithin auch keine embolischen Pfropfe bilden können. Diese Thatsache wird auf's Glänzendste durch die directe Beobachtung des Bauchfells der so behandelten Thiere bewiesen.

Dieses letztere Experiment ist auch sehr geeignet, darzu-  
thun, dass die Blutplättchen nicht von anderen veränderten Blutelementen abstammen, sondern dass sie normale und präexistierende Elemente sind.

---