

## XIV.

## Ueber die Todesursachen nach Verbrennungen.

Von Dr. L. von Lesser,  
Privatdocent für Chirurgie in Leipzig.

(Aus dem pathologischen Institute in Leipzig.)

Die klinischen Symptome tödtlicher Verbrennungen sowohl, als auch die zugehörigen makroskopischen Leichenbefunde finden wir in zahlreichen Abhandlungen besonders französischer und englischer Aerzte (Curling, Long, Wilk, Erichsen, Holmes) erschöpfend dargestellt. — Nicht minder reichhaltig ist die „Verbrennungsliteratur“, welche auf experimentellem Wege die Ursachen des Todes nach Einwirkung hoher Hitzegrade auf die Hautoberfläche klar zu legen sucht. Trotzdem bietet der rasche Eintritt des Todes nach ausgedehnten Verbrennungen noch heute viele unaufgeklärte Momente. Und zwar weil die meisten Forscher von einseitigen Standpunkten an die Bearbeitung obiger Aufgabe gegangen sind.

Die Schädigung des Schweiß secernirenden Drüsenaapparates wird ebenso in Rücksicht zu nehmen sein, wie die Erregung resp. Abtötung der nervösen Endorgane, wie die Modification, welche die Hautgefässe, und das sie durchströmende Blut durch hohe Hitze-grade erleiden. Endlich wird man auch etwaige Resorptionsvorgänge durch die Lymphbahnen von den verbrannten Hautpartien aus nicht ausser Acht lassen dürfen. — Alle die genannten Theile haben so wichtige Functionen, dass deren Störung in irgend ausgedehnter Weise für den Gesamtkörper bedrohlich werden kann. Allein es dürfte kaum gelingen, aus der Functionstörung nur eines Apparates innerhalb des Hautorganes, den oft rasch nach Verbrennungen eintretenden Tod zu erklären. Es wird darauf ankommen, einer jeden der Functionsstörungen die ihr gebührende Rolle bei dem schliesslichen lethalen Endeffect anzusprechen.

Im IX. Bande der Deutsch. Zeitschr. f. Chirurgie hat Herr Dr. Sonnenburg (die Ursachen des rasch eintretenden Todes nach

ausgedehnten Verbrennungen) eine experimentelle Studie veröffentlicht, in welcher derselbe an Stelle der bisherigen Anschauungen die „reflectorische Hypothese“ setzt. Sonnenburg ist der Ansicht, „dass der Tod nach ausgedehnten Verbrennungen bedingt ist durch reflectorische Herabsetzung des Gefässtonus.“ Allerdings kann auch eine „Ueberhitzung“ des Blutes stattfinden, „die dann durch Herzlähmung sehr schnell den Tod herbeiführt.“ Sonnenburg hat an Hunden und an Kaninchen und an Fröschen experimentirt. — Mit Uebergehung der Versuche an Fröschen, berichtet Sonnenburg unter den an Säugetieren angestellten Versuchen über sieben Hunde, denen der Hinterkörper mit siedendem Wasser verbrüht wurde, bis zur Grenze des Brust- und Lendentheils der Wirbelsäule. — Ein grosser Schäferhund, wo die Verbrühung in tiefer Chloroformnarcose stattgefunden hatte, ging unter dem typischen Symptomencomplex zu Grunde nach 36 Stunden. Bei einem zweiten schwach cararisirten Hund wurde auch einmal während des Versuches der arterielle Blutdruck gemessen. Er fiel hierbei von 165 Mm. Hg, auf ca. 135 Mm. Hg, während eine jede Verbrühung durch eine hochgradige vorübergehende Steigerung charakterisirt war. — Am Schluss des Experimentes wurde das Thier durch einen Stich in's Herz getötet. — Zwei weiteren Hunden durchschnitt Sonnenburg das Rückenmark und verbrühte sie in obiger Weise nach mehreren Wochen, nachdem die Wunden geheilt waren. Die Thiere überlebten die Verbrühung 6 bis 10 Tage und gingen dann unter stetem Sinken der Körperwärme septisch zu Grunde. — Ueber drei andere Hunde erhielt Sonnenburg die von Herrn Prof. Goltz gesammelten Notizen. Auch diese Thiere waren nach Rückenmarkdurchschneidung und Heilung der Wunden verbrüht worden. Sie überlebten die Verbrühung 3 Tage, eine und drei Wochen, hatten dabei keinen Eiweiss im Urin gezeigt, waren fresslustig und munter. Nur die Brandwunden erschienen von stinkendem Eiter bedeckt. — Schon aus obigen Versuchen glaubt sich Herr Sonnenburg berechtigt, seine Reflexhypothese herzuleiten. Er meint, die Durchtrennung des Rückenmarks habe die Thiere die Verbrennung überstehen lassen. Die Verbrennung wirke wie ein übermässiger sensibler Reiz, „der zuerst als Reiz (für die vasomotorischen Centren), Erhöhung, dann aber durch erschöpfende Ermüdung oder durch Hemmung eine Herabsetzung des Blutdruckes herbeiführt“. — Dann

soll auch „die Abkühlung, in denjenigen Fällen, in denen sie beobachtet wird, aus dem herabgesetzten Blutdruck sich erklären lassen“. Ferner ist nach Sonnenburg „die wahre Grundursache der weiteren Symptome nach ausgedehnten Verbrennungen als Cyanose, Dyspnoe, Krämpfe, schliesslich Coma . . . auf dieselben Ursachen und Momente zurückzuführen“. Um zu obigen verallgemeinernden Schlüssen zu gelangen, hat aber Sonnenburg noch eine Reihe von Versuchen an Kaninchen angestellt, die ähnlich wie die Hunde, theils ohne und theils nach Durchschneidung des Rückenmarkes an ihrem Hinterkörper mehrfach verbrüht wurden. — Um die angebliche Ueberhitzung des Blutes als Todesursache zu eliminiren, liess Sonnenburg auf die Verbrühungen öfters kalte Uebergiessungen folgen. Da die Versuche an Kaninchen diejenigen sind, aus denen Verfasser mehrere Blutdruckcurven bat abdrucken lassen und da die Verhältnisse des Blutdruckes die Veranlassung zur Aufstellung der Reflexhypothese geworden, so müssen wir dieselben einer genaueren Betrachtung unterwerfen. — Die einzigen Unterschiede, welche wir zwischen den Versuchen ohne und denen mit Durchschneidung des Rückenmarkes aufzufinden vermögen, bestehen in der hochgradigen Blutdrucksteigerung nach den Verbrühungen in der ersten Reihe, gegenüber dem Ausfall der Blutdrucksteigerung in der zweiten Reihe. Dieses Resultat liess sich auch ohne erneute experimentelle Prüfung erwarten. Die Verbrühung wirkt ja zunächst wie ein sensibler Reiz und diese Wirkung muss ausbleiben bei unterbrochener Leitung im Rückenmark. — Im Uebrigen gingen alle Kaninchen mit und ohne Durchschneidung des Rückenmarkes zu Grunde, in bald kürzerer und bald längerer Zeit, je nach der Grösse des Thieres. Am längsten überlebte das Kaninchen die Verbrühung, dessen Blutdruck in Curve 1 veranschaulicht wird. Starkes weibliches Kaninchen, keine Rückenmarksdurchschneidung, Tod nach ca. 130 Minuten. Ein zweites „starkes weibliches“ Kaninchen, bei dem das Rückenmark durchschnitten worden war, ging 75 Minuten nach der Verbrühung plötzlich zu Grunde, angeblich an Ueberhitzung des Blutes. Die höchste Temperatur in *ano* nach der zweiten Uebergießung betrug 44° C. Doch wird man die Messung der Temperatur im Rectum bei Verbrühungen des Hinterkörpers für die Temperatur des Gesamtkörpers als zuverlässig nicht bezeichnen können (s. u. Vers. 5A, 10A, 39 u. a.). — Nach dem Verlaufe der Curven

4 und 5 gingen die betreffenden Kaninchen ebenfalls beide zu Grunde. Das Thier ohne Rückenmarksdurchschneidung überlebte sogar die Verbrühung 65 Minuten (starkes weibliches Kaninchen), während das „männliche mittelgrosse“ Thier mit durchschnittenem Rückenmark schon nach 24 Minuten zu Grunde ging. Der hier rasch eintretende Tod soll von der Verbrühung „offenbar unabhängig“ sein und wird der Durchschneidung des Rückenmarkes als solchen zur Last gelegt. — Nun vertragen die Kaninchen diesen operativen Eingriff schlecht, besonders wenn man sie in horizontaler Lage verharren lässt, statt sie nach der Durchschneidung mit dem Kopfe tiefer zu lagern, als mit den Beinen. Allein nach der Rückenmarksdurchschneidung pflegen die Thiere langsam abzusterben unter allmählichem Sinken des Blutdruckes<sup>1)</sup>). Dagegen zeigt der Vergleich der Curven 4 und 5, dass in beiden Fällen das Sinken der Aortenspannung plötzlich eintrat und zwar in beiden Fällen in ca. 17—20 Minuten nach der ersten Verbrühung. In beiden Fällen hatte der Blutdruck kurz vorher die Höhe von 135 resp. 125 Mm. gezeigt. Im erstenen Falle (ohne Rückenmarksdurchschneidung) wird der Wendepunkt der Curve durch einen hochgradigen Dyspnoë-Anfall eingeleitet, den aber Sonnenburg, wie dort durch die Rückenmarksdurchschneidung, hier als „höchst wahrscheinlich durch Vagusreizung in Folge des Umlegens und Reinigens der Canüle“ erklärt haben will. Wenn wir in Curve 4 und 5 Nichts wahrnehmen, was ausser dem Wegfall der reflectorischen Blutdrucksteigerung, bedingt durch die Rückenmarksdurchschneidung, in den Verlauf der Verbrühungsexperimente als neues Moment eingeführt worden wäre, so zeigt uns ferner der Verlauf des Blutdruckes nach der ersten heissen Uebergiessung in Curve 4 im Vergleich zum ersten Abschnitt der Curve 6, dass auch hier und dort der Blutdruck deutlich sank. Und doch hatte Sonnenburg im zweitenen Falle durch Unterbindung der Aorta abdominalis und der Vena cava den unteren Rückenmarksabschnitt blutleer gemacht, mithin das Thier in Bezug auf die Verbrühung annähernd in die Verhältnisse eines Kaninchens mit durchschnittenem Rückenmark gebracht. — Dennoch fiel der Blutdruck in

<sup>1)</sup> Vgl. auch v. Lesser, Ueber die Vertheilung der rothen Blutscheiben im Blutstrome, Arbeiten der physiol. Anstalt zu Leipzig 1878.

	von	auf		um	
		in 10 Min.	in 25 Min.	in 10 Min.	in 25 Min.
Curve 4	170 (resp. 180 max. Steiger.)	128	110	42 (52)	60 (70)
Curve 6	150	128	100	22	50

Eine Verschiedenheit in Curve 6 liegt nur in dem langsameren Abfall des Blutdruckes. Das Aortensystem bleibt wegen Wegfall der reflectorischen Reizung der vasomotorischen Centren stärker gefüllt, als im ersten Falle (Curve 4), wo die heftige Rückenmarkserregung rasch aus dem Aortensystem, wie bei einem plötzlichen Aderlass das Blut in die Capillaren und die kleinen Venen hinaufpresst. Dem entsprechen auch die Sectionsbefunde des Verfassers, die sich in Bezug auf die Blutfülle der inneren Organe in Uebereinstimmung befinden mit den Ergebnissen anderer Forscher. Ueberhaupt erscheinen beide Curven ziemlich genau Blutdruckcurven bei tödtlicher, aber fractionirter Verblutung ähnlich, wo nur in Curve 4 die einzelnen Aderlässe rasch, in Curve 6 die einzelnen Aderlässe (vor Allem zu Anfang) langsam vorgenommen worden waren (vergl. v. Lesser l. c.). — Wir können nach obigen Versuchen des Verf. an Kaninchen, der Rückenmarksdurchschneidung bei Verbrühungen keinen anderen Einfluss zuerkennen, als dass durch Wegfall der reflectorischen Steigerung des Blutdruckes der Verlauf der Blutdruckcurve modifizirt wird, ein Ergebniss, dass, wie wir bereits bemerkt, einer erneuten experimentellen Nachprüfung kaum bedürft hat.

Ueber des Verfassers „Blutdruckversuche bei Hunden“ lässt sich nichts aussagen, weil überhaupt nur ein Versuch vorliegt (Curve 3), wo bei mannichfacher Verbrennung des normalen Thieres der Blutdruck gemessen wurde. Es zeigen sich hier die gewöhnlichen Verhältnisse wie bei Kaninchen. Die anderen angeführten sechs Hunde wurden nur beobachtet in Bezug auf die Ueberlebensdauer nach Verbrühungen. Unter diesen sechs Hunden war bei fünf vor längerer Zeit das Rückenmark durchschnitten worden. Die beiden von Sonnenburg operirten Thiere gingen am 10. und am 6. Tage nach der zweimaligen Verbrühung zu Grunde. Bei den von Prof. Goltz operirten 3 Hunden war die Lebensdauer eine viel längere. Dabei ist über die Zahl und Intensität der Verbrühungen nichts angegeben. Wir erfahren nur, dass, wie die Heilung der Rückenmarkswunde ungestört von Statten gegangen war, auch die

verbrannten Stellen zum Theil in Heilung übergingen. — Das sechste Thier, ein grosser männlicher Schäferhund ging 36 Stunden nach dreimaligem Eintauchen des Hinterkörpers in siedendes Wasser zu Grunde. Blutreichtum aller Organe, Ecchymosen in Darm und Nieren, einige Infarcte in den Lungen ergab der Sectionsbefund. — Die beiden am 10. und am 6. Tage verendeten Thiere gingen, wie Sonnenburg gewiss richtig annimmt, an Sepsis zu Grunde. Unserer Meinung nach dürfte der Tod des Schäferhundes 36 Stunden nach der Verbrühung ebenfalls auf Sepsis zurückführbar, der Unterschied also nur ein zeitlicher sein. Dafür spricht vor Allem der Sectionsbefund. Jedenfalls ist der Exitus lethalis nach 36 Stunden bei dem Schäferhund als Beispiel für den „rasch nach ausgedehnten Verbrennungen eintretenden Tod“ nicht zu verwerthen. — Nun aber beklagt sich Sonnenburg selbst über die grosse Resistenzfähigkeit der Hunde gegen Verbrühungen selbst des ganzen Hinterkörpers. So war in der That der Blutdruck in Curve 3 trotz dreimaliger Einwirkung hoher Hitzegrade von 165 auf 134 Mm., also nur um 30 Mm. gesunken. Fügen wir unsere eigenen Erfahrungen (s. u.) und die anderer früherer Experimentatoren hinzu, so dürfen wir wohl behaupten, dass die Verbrühung selbst des ganzen Hinterkörpers bei Hunden kein tödtlicher Eingriff ist und dass die Thiere nicht an den Verbrühungen, sondern an deren indirekten Folgen, an den septischen Veränderungen auf den Brandwunden zu Grunde gehen. Und dass Hunde, mag man ihnen das Rückenmark durchschnitten haben oder nicht, desto länger am Leben bleiben werden, je energischer jede Zersetzung der verbrannten Gewebe hintangehalten wird.

Wie die Experimente an Kaninchen für die Reflexhypothese ein negatives Ergebniss geliefert haben, so wird ihr nunmehr auch durch die genauere Prüfung der Versuche an Hunden, ihrer scheinbaren Hauptstütze, eine jede Berechtigung entzogen. Offenbar hat sich Sonnenburg durch Weglassen leicht ausführbarer Controlversuche an normalen Hunden zur Aufstellung seiner Hypothese verleiten lassen, die allerdings durch ihre scheinbare „Exactheit“ für den ersten Augenblick unser Interesse fesseln musste.

Von den von mir angestellten Verbrühungsversuchen, bei welchen die Verhältnisse des Blutdruckes und der Temperatur besondere Berücksichtigung fanden, habe ich folgende anzuführen:

**Versuch 1.** Mittelgrosses Kaninchen. Normaldruck in der Carotis durchschnittlich 100 Mm. Hg. — Durch Uebergießen mit glühend heißem Wasser im Bereich der Extremitäten und der unteren Bauchhälfte steigt der Blutdruck auf 176 Mm. Während der folgenden zweiten und dritten Uebergießung hält sich der Blutdruck ohne merkliche Steigerung auf der Höhe von 120—124 Mm., fällt dann allmählich bis zur Abscissee. Tod  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der ersten Verbrühung.

**Versuch 3.** Mittelgrosses Kaninchen. Normaldruck in der Carotis = 116 Mm. Hg. Durch die erste Verbrühung schnellt der Druck auf 172 Mm. mit temporärem Herzstillstand hinauf. Hierauf fällt der Druck bald auf 133 Mm., um dann allmählich auf 43 Mm. zu sinken (15 Min. nach der ersten Verbrühung). Eine zweite Verbrühung hebt ihn hierauf vorübergehend auf 88 Mm., worauf er rasch bis zur Abscissee fällt. Tod = 20 Minuten nach der ersten Verbrühung. — Section ergibt: Blutfülle des Portalgebietes, capillare Lungenblutungen. Nieren makroskopisch unverändert. Urin hellgelb.

**Versuch 6.** Kräftiges Kaninchen. Drei Verbrühungen innerhalb 3 Minuten, wodurch der spontan von 130 Mm. auf 90 Mm. hinuntergegangene Blutdruck vorübergehend auf 120 Mm., 124 Mm. und 116 Mm. gehoben wird, um dann langsam auf die Abscissee abzusinken. Tod =  $2\frac{1}{2}$  Stunden nach der 1. Verbrühung.

Dem typischen Absinken der Blutdruckcurve in obigen Versuchen gegenüber steht folgender

**Versuch 2.** Kleiner lebhafter Hund. — Normaldruck = 97 Mm., steigt auf 106 Mm. Das Thier wird mit Zwischenpausen von 4, 21 und 15 Min. viermal verbrüht, wodurch der Blutdruck vorübergehend auf 144 Mm., 214, 200 und 196 Mm. emporgeht. Dann fällt der Druck allmählich auf 150 Mm., hält sich einige Zeit auf 132 Mm. und ist 45 Minuten nach der ersten Verbrühung wieder auf der ursprünglichen Höhe von 97 Mm. angelangt. — Das Thier wird abgebunden und sich selbst überlassen. — Um 4 Uhr Nachmittags, 5 Stunden nach der ersten Verbrühung, erfolgt eine neue Blutdruckmessung, die bei Ruhelage des Thieres und sehr gleichmässigem ruhigem Verlauf der Curve einen durchschnittlichen Maximaldruck von 184 Mm. Hg erlebt. Das Thier ist kalt und apathisch und stirbt in der darauf folgenden Nacht.

Dass eine reflectorische Erregung der Nn. vagi bei der Steigung resp. der Senkung des Blutdruckes nach Verbrühung nicht in Frage kommt, wurde in folgenden zwei Versuchen erwiesen.

**Versuch 5.** Mittelgrosses Meerschweinchen. Ursprünglicher Druck = 88 Mm. Mit je 10 Min. Zwischenpause werden die Beine dreimal verbrüht ohne bemerkenswerthe Drucksteigerung in der Carotis. Dagegen hebt eine 10 Min. später vorgenommene Verbrühung des Bauches den Druck auf 127, eine zweite nach weiteren 15 Min. folgende Verbrühung des Bauches auf 114 Mm., ohne dass die zwischen die beiden letzteren Verbrennungen eingeschaltete Durchschneidung beider Vagi auf die Druckhöhe von Einfluss gewesen wäre. — Nunmehr fällt der Blutdruck langsam unter Auftreten Traube'scher Wellen, mit nur temporärer Steigerung durch

Erhebung des Hinterkörpers bis zum Tode, welcher etwa 1 Stunde nach der allerersten Verbrühung erfolgt.

**Versuch 5 A.** Kräftiges weisses Kaninchen (räudig um Nase und Maul) von 1,2 Kilo Körpergew. Blutdruckmessung, Durchschneidung beider Vagi, Verbrühung.

Tabelle:

Zeit seit Beginn des Versuches.	Blutdruck in Mm. Hg.	Temperatur in Axilla u. Rectum.	Bemerkungen.
5 Uhr 15 Min. aufgebunden.	Cannule in A. carotis und Trachea.		
5 - 45 -	112—129	—	normale Athmung.
—	108	—	künstliche Respiration.
—	117 109}	rechter Vagus durchschnitten.	
5 - 55 -	138 128}	linker Vagus durchschnitten.	
6 - 4 -	110 146}	Verbrühung I.	
6 - 18 -	100	37,9	40,4
6 - 25 -	112	37,9	39,5
6 - 29 -	107 168}	Verbrühung II.	
6 - 30 -	106	38,0	?
6 - 35 -	90	37,5	41,7
6 - 44 -	77	37,2	41,8
6 - 58 -	98	36,6	40,6
7 - 15 -	46	36,4	39,1
7 - 18 -	40	—	Künstliche Athmung unterbrochen. Thier lebt. Athmet spontan und ruhig.
7 - 35 -	—	35,0	Thier moribund. (Tod 94 Min. nach der 1. Verbr.)

Sofortige Section: Hyperämie des subcutanen Bindegewebes an Bauch und Beinen. Ecchymosen der Bauch- und der Oberschenkelmuskeln. Die Psoasmuskeln bläsig suffundirt und brüchig. — Herz leer, nicht contrahirt. — Urin sparsam, hellgelb.

Dass der lethale Ausgang nach Verbrennungen von der reflectorischen Blutdrucksteigerung unabhängig ist, beweist nachstehender

**Versuch 4.** Mittelgrosses Kaninchen. — Durchschneidung des N. ischiadicus und des N. cruralis am rechten Bein. — Die dreimalige Verbrühung des rechten Beins bis oberhalb der Mitte mit Zwischenpausen von je 7 Minuten ergiebt, wie zu erwarten, keine nennenswerthe Blutdrucksteigerung. — Hierauf wird aber das linke intakte Bein mit Zwischenpausen von je 7, 8 und 9 Minuten viermal verbrüht, wobei der Blutdruck vorübergehend bis auf 187 Mm., auf 178, 161 und 139 Mm. emporgeht. — Nach weiteren 10 Minuten nochmalige Verbrühung beider Beine. Hierbei verharrt der auf 116 Mm. angelangte Blutdruck dauernd auf seiner fast nor-

malen, zu Anfang des Versuches notirten Höhe, welche 118 Mm. betragen hatte. — Versuchsdauer 45 Min. Das Thier wird nunmehr getödtet.

Hier hatte die Verbrühung blos die Beine betroffen. Dehnte sich die Verbrühung bis auf die Mitte des Bauches aus, so gingen die Thiere trotz Durchtrennung des Rückenmarks zu Grunde, wie folgender Versuch zeigt:

**Versuch 8.** Mittelgrosses Kaninchen. Normaldruck = 118 Mm. Hg. Durchschneidung des Rückenmarks an der Grenze des Brust- und des Lendentheils. 5 Min. später steht der Druck auf 108 Mm., 8 Min. später auf 99 Mm. Jetzt erfolgt eine Verbrühung bis zur Nabelhöhe, ohne jede Druckerhöhung. Der Druck hält sich constant etwa 7 Min., dann fällt er rasch bis zum Tode, der 10 Min. nach der Verbrühung eintritt. — Die Section ergiebt volle Durchtrennung des Rückenmarks.

Letzterer Eingriff allein, bei zweckmässiger Lagerung des Thieres, lässt ein solches lange am Leben erhalten.

**Versuch 7.** Mittelgrosses Kaninchen. Normaldruck = 124 Mm., fällt allmählich auf 103 Mm. Nach ausgeführter Rückenmarkdurchschneidung und 38 Min. nach Beginn des Versuches steht der Druck auf 75 Mm., hebt sich aber im Laufe von etwa 1½ Stunden nach der Rückenmarkdurchschneidung auf die normale Höhe, auf welcher Höhe er dann noch etwa ½ Stunde unverändert verbleibt. Das Thier wird getödtet. Versuchsdauer 2½ Stunden, seit Durchschneidung des Rückenmarks = 1 Std. 55 Min. Die Section ergiebt volle Durchtrennung des Rückenmarks.

Ein mehrfaches Interesse bietet folgende Reihe von Versuchen:

**Versuch 11.** Kräftiges Kaninchen einfach in Rückenlage gefesselt. Messung des Blutdruckes, der Temperatur in Axilla und Rectum (Tabelle I s. u.), Versuchsdauer 5½ Stunden. Das Thier bleibt am Leben. (Vergl. Versuch 12.)

**Versuch 12.** Dasselbe Thier, 4 Tage später, völlig munter. Messung des Blutdruckes und der Temperatur in Rectum und Axilla in Rückenlage des Thieres vor und nach Durchschneidung des Rückenmarks im untersten Brusttheil. Versuchsdauer 4½ Stunden (3½ Stunden nach Durchschneidung des Rückenmarks, vergl. Tabelle II). Das Thier wird getödtet. Es zeigt sich volle Durchtrennung des Rückenmarks bei der unmittelbar vorgenommenen Section.

Aus dem Vergleich beider Tabellen zeigt sich zunächst in Bezug auf den Blutdruck, dass bei einfacher mehrstündiger Fesselung derselbe während der ersten 3½ Stunden um ca. 17 Mm. unter Schwankungen herabging, um aber bald ebensoviel über den Normaldruck zu steigen und sodann auf dieser Höhe während der letzten zwei Stunden des Versuches zu verharren. — In Versuch 12 war der ursprünglich auf 124 Mm. stehende Blutdruck, nach der Rückenmarkdurchschneidung auf 97 Mm. herabgegangen, stieg aber unter

Tabelle I (Versuch 11).

Zeit seit Beginn des Versuchs.	Temperatur.		Maximaler Blutdruck in Mm. Hg.
	Axilla.	Rectum.	
10 Uhr 35 Min.	38,2	38,5	117
10 - 50 -	37,7	37,9	116
10 - 55 -	—	—	—
11 - 5 -	—	—	—
11 - 10 -	37,3	37,2	121
11 - 30 -	36,9	36,9	122
11 - 45 -	—	—	—
11 - 55 -	36,3	36,2	115
12 - — -	—	—	—
12 - 10 -	36,2	35,9	113
12 - 15 -	—	—	—
12 - 30 -	—	—	—
12 - 45 -	—	—	—
12 - 55 -	35,2	35,2	110
1 - — -	—	—	—
1 - 10 -	35,0	34,9	110
1 - 15 -	—	—	—
1 - 30 -	34,7	34,9	124
1 - 45 -	—	—	—
1 - 55 -	34,7	34,8	100
2 - — -	—	—	—
2 - 10 -	34,3	34,4	116
2 - 15 -	—	—	—
2 - 25 -	34,2	34,2	135
2 - 30 -	—	—	—
2 - 45 -	33,8	34,0	—
3 - — -	33,6	33,9	—
3 - 15 -	33,5	33,8	—
3 - 30 -	—	—	—
3 - 35 -	33,4	33,8	—
3 - 44 -	33,2	33,4	136
4 - — -	33,0	33,0	136

Thier bleibt am Leben.

Tabelle II (Versuch 12).

Zeit seit Beginn des Versuchs.	Temperatur.		Maximaler Blutdruck in Mm. Hg.
	Axilla.	Rectum.	
—	—	—	124
—	—	—	—
38,0	38,4	—	124
37,9	38,2	—	124
Rückenmarkdurchschneidung.			
—	—	—	—
36,2	37,0	—	97
—	—	—	—
35,9	36,5	—	100
—	—	—	—
36,1	36,5	—	109
36,0	36,4	—	103
36,0	36,3	—	105
—	—	—	—
35,9	36,2	—	106
—	—	—	—
35,8	36,2	—	105
35,7	36,2	—	108
35,5	36,1	—	105
—	—	—	—
35,5	36,1	—	110
—	—	—	—
35,5	36,1	—	110
—	—	—	—
35,6	35,7	—	112
35,6	35,6	—	100
35,5	35,5	—	106
35,6	35,5	—	104
36,1	35,7	—	104
—	—	—	—
—	—	—	—

Thier wird getödtet. Volle Durchtrennung des Rückenmarks.

Schwankungen wieder und war am Schluss des Versuches,  $3\frac{3}{4}$  Stunden nach der Rückenmarksdurchschneidung nur 20 Mm. niedriger als der Normaldruck. — Die Temperatur zeigt im Anfang ein wenig rascheres Sinken nach der Rückenmarksdurchschneidung, als bei einfacher Fesselung. So fällt in Vers. 11 die Temperatur von 38,2 auf 36,2 in der Axilla während 1 Stunde 35 Minuten, während sie in Vers. 12 von 38,0 auf 36,2 nach der Rückenmarksdurchschneidung innerhalb 50 Minuten herabgeht. Dann bleibt sie aber bei fast constantem Blutdruck ebenfalls constant, unter Schwankungen

von ca.  $0,5^{\circ}$  unter den genannten Werth während der ganzen übrigen Versuchszeit ( $3\frac{3}{4}$  Stunden). In Vers. 11 dagegen fällt die Temperatur trotz steigenden Blutdrucks, von  $36,2^{\circ}$  C. weiter innerhalb der letzten  $3\frac{3}{4}$  Stunden bis auf  $33,0^{\circ}$  C. herab. Zwischen der Temperatur in Axilla und in recto ist bei dem gefesselten Thier kein Unterschied wahrzunehmen. — Nach der Rückenmarkdurchschneidung hält sich die Temperatur im Rectum durchschnittlich  $0,5^{\circ}$  C. höher und der Ausgleich erfolgt erst drei Stunden nach vollendeter Durchschneidung des Rückenmarks.

Die Resultate der Versuche von Verbrühungen mit und ohne Durchschneidung des Rückenmarks sind in Folgendem niedergelegt:

**Versuch 10.** Kleines schwächliches Kaninchen. Messung von Blutdruck und Temperatur in Axilla und in recto nach zwei Verbrühungen. Tod  $3\frac{3}{4}$  Stunden nach der ersten Verbrührung. (Vergl. Tabelle III.)

**Versuch 18.** Munteres weisses Kaninchen. Hat vor 6 Tagen Blut eines verbrühten Kaninchens transfundirt erhalten. 1,735 Kilo Körpergew. Temp. im Rectum =  $38,6^{\circ}$  C. — Nach Blösslegen beider Carotiden um 11 Uhr 5 Min. verbrüht durch zweimaliges Eintauchen in Wasser von  $86^{\circ}$  C. — Einbinden beider Arterienkanülen. Messung des Blutdrucks und der Rectumtemperatur (vergl. Tabelle). 1 Stunde nach der ersten Verbrührung vorübergehender Collaps, dabei Entleerung blutig tingirten Urins. Erholt sich um 12 Uhr 10 Min. —  $1\frac{1}{4}$  Stunden nach der ersten Verbrührung directe Ueberleitung von Blut aus der Carotis des Thieres bis zu dessen Tode in die Vene eines anderen Kaninchens. Rectumtemperatur während der Ueberleitung =  $33^{\circ}$  C. (Vergl. Tabelle IV, s. u.)

**Versuch 10 A.** Kräftiges, mittelgrosses, weisses Kaninchen. 1,5 Kilo Körpergewicht. Durchschneidung des Rückenmarks. Verbrühung. Messung des Blutdrucks und der Temperatur in Axilla und in recto während der ganzen Versuchsdauer von 3 Stunden. — Tod 1 Stunde und 33 Minuten nach der Verbrühung mit siedendem Wasser. Die 24 Stunden später unternommene Section ergiebt: volle Durchtrennung des Rückenmarks. Im Herzen neben flüssigem Blut, rechts reichliche links sparsame schwärzliche Gerinnsel. Fäulniss der Bauchdecken. Blase leer. Starre der Musculatur. Kleine Blutungen in den Oberschenkelmuskeln. (Vergl. Tabelle V.)

Aus obigen Tabellen ergeben sich zunächst für den Blutdruck die zu erwartenden Verhältnisse. In Vers. 10 erhebt sich derselbe während der Verbrühungen von 100 Mm. auf 136 Mm. resp. 125 Mm. um in  $3\frac{3}{4}$  Stunden unter vorübergehenden Erhebungen auf 132 und 100, allmählich zur Abscisse abzusinken. In Vers. 18 hielt sich der Blutdruck etwa  $1\frac{1}{4}$  Stunde nach der Verbrühung fast auf gleicher Höhe, trotzdem die Temperatur im Rectum von  $37,0$  bis

Zeit seit Beginn des Versuchs.	Tabelle III (V. 10).			Tabelle IV (V. 18).			Tabelle V (Versuch 10 A.).		
	Temperatur. Axilla.	Blutdr. in Mm. Hg. Rectum.		Temperatur. Axilla.	Blutdr. in Mm. Hg. Rectum.		Temperatur. Axilla.	Blutdr. in Mm. Hg. Rectum.	Bemerkungen.
10 U. 40 M.	—	—	—	—	—	—	—	—	aufgebunden.
11 - - -	—	—	—	—	—	—	39,2	39,1	—
11 - 5 -	—	—	—	Verbrühung			—	—	—
11 - 8 -	—	—	—	—	—	—	39,0	38,9	110-106
11 - 20 -	—	—	—	—	—	123	—	—	Rückenmk.- Durch- schneidung an der Grenze zw. Brust- und Lendentheil. 7 Min. n. d. RM.-D.
11 - 30 -	—	—	—	—	37,0	114	—	—	
11 - 35 -	35,8	35,9	108	—	—	—	—	—	—
11 - 40 -	I. Verbrühung von 100	—	—	—	36,6	108	39,0	38,7	84-92
?	—	—	—	—	—	—	—	—	—
?	35,6	—	—	—	—	—	—	—	—
11 - 43 -	II. Verbrühung auf 125	—	—	—	—	—	—	—	—
?	35,6	—	—	—	—	—	—	—	—
11 - 48 -	36,5	—	119	—	36,0	104	—	—	100-88
11 - 56 -	36,6	—	132	—	—	—	—	—	88
11 - 57 -	—	—	—	—	—	—	38,2	38,2	—
12 - - -	—	—	—	—	35,0	101	—	—	von 108
?	35,2	—	86	—	35,2	107	—	—	bis
12 - 4 -	34,6	—	62	—	—	—	—	—	122
12 - 7 -	—	—	—	—	—	—	37,9	?	122
12 - 8 -	35,4	38,8	70	—	34,6	109	Verbrühung, wobei die Verhältnisse des Blutdr. und der Respiration un- verändert fortbestehen.		
?	—	—	—	Collaps. Entleerung blutig tingirten Urins. Thier erholt sich	136	—	—	—	—
12 - 15 -	34,8	37,3	67	—	—	—	38,4	?	92
12 - 18 -	—	—	—	—	33,0	114	—	—	84
12 - 20 -	—	—	—	—	—	120	—	—	bis auf 93
—	—	—	—	Transfusion in ein an- deres Thier	—	—	—	—	—
12 - 28 -	—	—	—	Tod.	—	—	38,2	43,2	80
12 - 35 -	34,0	36,0	100	—	—	—	38,1	43,3	16
12 - 40 -	33,8	33,9	103	—	—	—	37,8	42,6	Tod.
12 - 50 -	32,0	32,3	86	—	—	—	—	—	—
12 - 55 -	31,2	31,5	60	—	—	—	—	—	—
1 - 7 -	—	—	—	—	—	—	36,2	39,9	—
1 - 10 -	30,2	30,1	76	—	—	—	—	—	—
1 - 15 -	30,0	29,6	56	—	—	—	—	—	—
1 - 20 -	—	—	—	—	—	—	35,2	37,7	—
1 - 30 -	29,4	29,3	47	—	—	—	—	—	—
1 - 40 -	29,4	27,9	50	—	—	—	34,3	33,8	—
1 - 50 -	28,0	27,2	50	—	—	—	Tod	1 Stunde	33 Min.
2 - 15 -	27,0	25,0	50	—	—	—	—	—	—
2 - 38 -	25,6	24,1	36	—	—	—	nach	—	—
3 - 8 -	24,2	22,7	28	—	—	—	der	—	—
3 - 15 -	24,2	22,4	13	—	—	—	Verbr.	—	—
3 - 20 -	23,8	unt. 22,1	Abscis.	Tod	3 $\frac{3}{4}$ St.	n. d. I. Verbr.	—	—	postmortale Temperaturen.

auf 33,0 herabgegangen ist. Erst durch die Blutüberleitung sinkt er ab bis zur Abscissee. — In Vers. 10 A, wo der Normaldruck 110—106 Mm. betragen hatte, wird die Verbrühung erst vorgenommen, als der Druck nach der Rückenmarksdurchschneidung dauernd auf 122 Mm. gestiegen war. — Er wird durch die Verbrühung direct in keiner Weise beeinflusst, sinkt aber nachher rasch bis zum Tode. — Ein Vergleich dieser Resultate mit Vers. 11 und Vers. 12 ist nur insofern möglich, als in Vers. 11 während der  $5\frac{1}{2}$  stündigen andauernden Fesselung der Druck eher etwas sich gehoben hatte, während in Vers. 12, ähnlich wie in Vers. 10 A nach der Rückenmarksdurchschneidung dort der Blutdruck von 97 auf 104 Mm. innerhalb  $3\frac{1}{4}$  Stunden und hier von 84 Mm. auf 122 Mm. innerhalb 32 Minuten gestiegen war. Die Schnelligkeit des Absinkens des Blutdrucks nach der Verbrühung ist offenbar abhängig von der Intensität der letzteren, ohne Rücksicht darauf ob das Rückenmark durchschnitten war oder nicht. — So fiel der Blutdruck in Vers. 10 von 132 Mm. zur Abscissee in 3,24 Minuten, in Vers. 10 A von 122 Mm. zur Abscissee in 33 Minuten. In Vers. 10 betrug die Temperatur beim Tode 23,8 in der Axilla, und noch weniger wie 22,1 in recto. In Vers. 10 A starb das Thier mit einer (subcutan gemessenen) Axillartemperatur von 37,8, während die Temperatur in recto noch 42,6° C. betrug (unter möglichstem Schutz des Thermometers vor äusserer Erwärmung). In der That zeugt von der grösseren Intensität der Verbrühung in Vers. 10 A, dass hier 28 Minuten nach der Verbrühung die Rectaltemperatur noch auf 43,3 stand, während dieselbe in Vers. 10, 25 Minuten nach der Verbrühung bereits auf 38,8 herabgegangen war. — Die hohen Rectaltemperaturen nach der Verbrühung des unteren Körperabschnittes, die auch in Vers. 5 A sich notirt finden, haben Sonnenburg verleitet, eine „Ueberhitzung des Blutes“ als Entschuldigungsgrund für Todesfälle nach Verbrühung trotz Rückenmarksdurchschneidung anzunehmen. Dass von einer Ueberhitzung des Gesamtblutes keine Rede ist, zeigen die gleichzeitig notirten Axillartemperaturen, welche durch die Verbrühung kaum um einen halben bis einen Grad gesteigert werden. — Des Weiteren bestätigen die Temperaturmessungen die Angaben von Falk<sup>1)</sup> u. A. über die rasche Abnahme der Achselhöhlenwärme nach Verbrennungen.

<sup>1)</sup> Falk, Dieses Archiv Bd. 53.

Schon in Vers. 10 A allein fiel die Axillartemperatur:  
 vor d. Verbr. von  $39,2^{\circ}$  auf  $37,9^{\circ}$ , also um  $1,3^{\circ}$  in 67 Min.  
 nach - - -  $38,4^{\circ}$  -  $36,2^{\circ}$ , - -  $2,2^{\circ}$  - 52 -

Ferner:

in Vers. 11 fiel d. Ax.-Temp. v.  $36,3^{\circ}$  auf  $33,6^{\circ}$ , also um  $2,7^{\circ}$  in 185 Min.  
 dagegen  
 in Vers. 10 - - - -  $36,6^{\circ}$  -  $33,8^{\circ}$ , - -  $2,8^{\circ}$  - 44 -  
 (Vergl. auch unten Vers. 22,  
 wo die Ax.-Temp. von  $38,8^{\circ}$  -  $36,1^{\circ}$ , - -  $2,7^{\circ}$  - 75 -  
 fiel.)

Auch die Rectaltemperatur zeigt ähnlichen Verlauf: Sie fiel  
 in Vers. 12 von  $38,4^{\circ}$  auf  $35,7^{\circ}$ , also um  $2,7^{\circ}$  in 275 Min.  
 - - 11 -  $38,5^{\circ}$  -  $35,9^{\circ}$ , - -  $2,6^{\circ}$  - 95 -  
 dageg. - - 10 -  $38,8^{\circ}$  -  $36,0^{\circ}$ , - -  $2,8^{\circ}$  - 27 -  
 - - 18 -  $37,0^{\circ}$  -  $33,0^{\circ}$ , - -  $4,0^{\circ}$  - 48 -

Erwähnenswerth ist auch die rasche postmortale Temperatursenkung in recto

in Vers. 10 A von  $42,6^{\circ}$  auf  $39,9^{\circ}$ , also um  $2,7^{\circ}$  in 27 Min.

Die hier mitgetheilten Versuche bestätigen in Uebereinstimmung mit der von uns gegebenen Analyse der eigenen Experimente Sonnenburg's, dass der Erregung der nervösen Endapparate des Hautorgans eine wesentliche Bedeutung bei dem rasch eintretenden Tode nach Verbrennungen nicht zukommt<sup>1)</sup>.

In zweiter Linie käme dann die Veränderung der drüsigen Gebilde in Frage, welche in die Haut eingelagert sind. In der That hat die Anschauung längere Zeit bestanden, dass die Aufhebung der „Hautperspiration“, oder dass „die Retention gewisser Stoffe, die sonst durch die Haut ausgeschieden würden, zu einer Art von Selbstintoxication führen könnte. Man dachte dabei in erster Linie an den Harnstoff und das kohlensaure Ammoniak und liess den Tod in Folge einer Art von urämischer oder ammoniämischer Vergiftung erfolgen. Directe an Verbrannten nach dieser Richtung hin gemachte Untersuchungen, sowie der Nachweis der relativen Ungefährlichkeit der Ueberfurnissung der Haut bei Thieren und Menschen

<sup>1)</sup> Beim Abschluss des Manuscripts sehe ich eben, dass Herr Sonnenburg seine Reflexhypothese leider auch in seine sonst treffliche Monographie über Verbrennungen im Handbuch von Billroth und Lücke aufgenommen hat.

(Laskewitsch, Falk, Schiff und Valentin, Krieger, Senator u. A.) haben inzwischen den Einfluss dieses Factors bei tödlichen Verbrennungen ganz in den Hintergrund gestellt.

Wir werden daher durch Ausschluss zur Prüfung der Frage geführt, ob und in welcher Weise das in dem Hautorgan so reichlich ausgebretete Netz von Blutgefäßen und deren Inhalt, das Blut, durch Einwirkung höherer Temperaturen beeinflusst werden. — Und zwar wird es sich hierbei um Folgendes handeln:

1. Wird das Blut durch eine Verbrühung des Hautorgans verändert und zwar welche Bestandtheile desselben?
2. Bewirkt das veränderte Blut Störungen in Körperorganen und in welchen?
3. Kann durch die Veränderung des Blutes direct oder durch diejenige der Organe der rasche Tod nach Verbrennungen erklärt werden?

Die Untersuchungen Wertheim's (Wiener med. Wochenblatt 1867. S. 144) haben bei Hunden für die subcutane Temperatur Werthe ergeben, die an der Coagulationsgrenze für das Eiweiss liegen. Temperaturen von  $70^{\circ}$  C. und mehr sind nur dadurch möglich geworden, dass W. auf dieselben Hautflächen, unter welche von der Nachbarschaft aus ein Thermometer geschoben war, mehrmals Terpentin aufgoss und letzteres mehrmals anbrannte. Eine solche Verkohlung entspricht gewiss nicht den Verhältnissen eines Unglücklichen, der in einen Kessel mit heißem Wasser oder siedendem Oel hineinfällt. Viel interessanter sind die Ergebnisse der Temperaturmessung im Rectum nach Verbrennungen, wo Sonnenburg, ähnlich wie wir Steigungen bis zu  $44^{\circ}$  C. beobachtet hatte. Wir verweisen auf unsere Versuche 5 A., 10 A., 19 und 39. — Es stand hier die Rectaltemperatur von der Verbrennung an gerechnet

Vers. 5 A.	Vers. 10 A.	Vers. 19.	Vers. 39.
Min.	Min.	Min.	Min.
nach 5 auf $41,7^{\circ}$	nach 21 auf $43,2^{\circ}$	nach 10 auf $43,2^{\circ}$	nach 6 auf $42,5^{\circ}$
- 14 - $40,4^{\circ}$	- 28 - $43,3^{\circ}$	- 18 - $41,6^{\circ}$	- 10 - $44,3^{\circ}$
- 29 - $40,6^{\circ}$	- 33 - $42,6^{\circ}$	- 20 - $41,4^{\circ}$	- 18 - $44,9^{\circ}$
	(Tod)	(Transfusion)	- 23 - $44,8^{\circ}$
			- 38 - $43,8^{\circ}$

Auffallend ist hierbei, erstens die lang andauernde Temperaturerhöhung im Rectum nach der Verbrennung und zweitens

die nur geringe gleichzeitige Steigerung der Axillartemperatur. So betrugen in Versuch

5 A		10 A	
Axillartemp.	Rectumtemp.	Axillartemp.	Rectumtemp.
37,5°	41,7°	38,2°	43,2°
37,2°	41,8°	38,1°	43,3°
36,6°	40,6°	37,8°	42,6°
36,4°	39,1°	36,2°	39,9°

Weitere Belege für die eigenthümliche Wärmevertheilung im Körper nach Verbrühungen ergeben folgende Versuche:

Versuch 39. Sehr kräftiges weisses Kaninchenweibchen von 1,69 Kilo Körpergewicht. Temperaturmessung in recto, Axilla, dem rechten Herzen und in der Bauchhöhle, vor und nach einer intensiven Verbrühung. (Tabelle.)

Zeit seit Beginn des Versuches.	Temperatur in			Bemerkungen.
	rechtes Herz.	Axilla.	Rectum.	
10 Uhr 5 Min. aufgebunden.				
10 - 10 -	—	39,1	39,1	
10 - 16 -	—	39,0	38,6	
10 - 30 -	—	38,6	38,4	
Einbinden der Carotiscanüle, Blosslegen der V. jug. dextr.				
11 - 10 -	—	37,6	37,1	Maximalthermometer in die Bauchhöhle versenkt.
11 - 20 -	—	37,2	36,8	Ein Gefäßsthermometer in die V. jugul. eingeschoben.
11 - 30 -	36,7	36,7	36,7	
11 - 36 -	36,8	36,8	36,6	Entnahme von 2,5 Ccm. Carotisblut <sup>1)</sup> .
Verbrühung mit 100° heißem Wasser während mindestens 45 Sec. bis zur Bauchmitte.				
11 - 40 -	37,8	37,5	?	
11 - 43 -	38,6	—	—	Thier stöhnt.
11 - 46 -	38,65	37,4	42,5	Entnahme von 2,5 Ccm. Carotisblut <sup>2)</sup> .
11 - 50 -	38,5	37,6	44,3	
11 - 58 -	38,2	37,3	44,9	
12 - — -	Tod.			
12 - 3 -	38,1	37,0	44,8	
12 - 9 -	37,9	37,0	44,6	
12 - 18 -	37,5	36,2	43,8	

<sup>1)</sup> Rasche Gerinnung. U. d. M. die meisten Blutkörperchen zackig, sparsames körniges Fibrin. Nach 24 Stunden: farbloses Serum ausgepresst, Kuchen derb, 0,3 Cm. hoher ziegelrother Bodensatz aus meist zackigen rothen Blutkörperchen ohne Fragmente bestehend.

<sup>2)</sup> Gerinnung langsam. Nach 24 Stunden röthliches klares Serum ausgepresst. Kuchen lockerer, doppelt so viel ziegelrothen Bodensatzes wie in voriger Probe. Derselbe wie oben beschaffen.

Sofortige Section: Haut bis zur Bauchmitte löst sich mortificirt in Fetzen ab. Punktformige Blutaustretungen, parallel den interfibrillären Gefässen unter der Oberfläche der Oberschenkel-, der Bauch und der Psoasmuskeln. — In der Bauchhöhle dunkles flüssiges Blut (Netzblutung). Das Maximalthermometer durchbohrt das Netz und liegt von der Incisionswunde unter Proc. xiphoid. sterni nach hinten, mit dem Hg.-Gefäß zwischen den Därmen gelagert. Es zeigt eine Maximaltemperatur von 39°,5 C. Starke Injection am Uterus und Tuben. In Vena cava inferior mässig viel dunklen flüssigen Blutes. An den Därmen äusserlich nichts Abnormes. Am Duodenum und einzelnen Theilen des Jejunum, dann am Anfangstheil des Colon reichliche punktformige Injection der Zotten, im Dünndarm diffus, im Duodenum mit Blutungen, im Dickdarm auf der Höhe von Querfalten. Follikel und Plaques geschwellt, stark prominent. — Leber blass und trüb auf dem Durchschnitt. Nieren zeigen frisch mikroskopisch untersucht jene Vacuolenbildung innerhalb der Epithelien der gewundenen Kanälchen wie auch sonst bei Verbrühungen. Die reichlichen Körnchen des Epithelprotoplasma verschwinden nach Essigsäurezusatz in der Mehrzahl, nur wenige Körner werden durch Ueberosmiumsäure gefärbt. In der Blase reichlicher milchig getrübter Urin. Das Filtrat hellgelb, schwach sauer, hämoglobin- und eiweissfrei. Im Sediment sehr viel Schleimeyylinder, wenige hyaline Cylinder, rothe farbige und ausgelaugte Blutkörperchen sparsam an Zahl, wenige weisse Zellen und einige zum Theil farbige Körner. Lungen normal. Die Lymphdrüsen im Mediast. post. geschwellt und blutig infiltrirt. — Das Gefässthermometer steckt im rechten Herzen. Letzteres ist mit einem schwarzen Gerinnsel fest ausgestopft. Daneben blauschwarzes flüssiges Blut. Linkes Herz leer. Auf seiner Vorderfläche einzelne Blutungen im Verlaufe des herabsteigenden Astes der Art. coron. cordis ant.

Versuch 40. Lebhafte Hündin, hat vor Kurzem geworfen. — 5,46 Kilo Körpergewicht. Messung der Temperatur im Rectum, der Axilla, dem Herzen und dem Abdomen.

Zeit seit Beginn des Versuches.	Temperaturen		
	rechtes Herz.	Axilla.	Rectum.
10 Uhr 45 Min. aufgebünde.			
10 - 55 - Canüle in Art. carotis; V. jugul. blossgelegt.			
10 - 10 - —	—	—	39,2
	Versenkung eines Maximalthermometers in die Bauchhöhle.		
11 - 20 - —	—	—	39,0
	Einschiebung des Gefässthermometers durch V. jugul. in's Herz; Thermometer subcutan in Axilla.		
11 - 30 - —	—	39,7	39,0
11 - 35 - 38,6	38,6	39,6	39,0
11 - 40 - Verbrühung mit 100° C. heißem Wasser bis zur Bauchmitte.			
11 - 42 - 39,7	39,7	40,3	?
11 - 49 - 39,6	39,6	40,3	?
11 - 54 - 39,0	39,0	40,3	40,1
12 - 10 - 38,0	38,0	39,	39,5

Zeit seit Beginn des Versuches.	Temperaturen		
	rechtes Herz.	Axilla.	Rectum.
12 Uhr 20 Min.	37,5	39,0	39,0
12 - 45 -	37,8	38,6	38,7
1 - 5 -	37,7	38,4	38,4

Entnahme von  $2\frac{1}{2}$  Ccm. Blut aus der Carotis, scheidet dunkelrothes Serum ab, zeigt grosse und kleine rothe runde Blutkörperchen, halb so viel als zackige Formen. Sparsame freie Körnchen.

5 - 45 - Tödtliche Verblutung. Das defibrinirte Blut, etwa 120 Ccm., lieferte massiges Fibrin. Es wird ein dunkelrothes Serum abgeschieden; das Blut zeigt fast lauter zackige Blutkörperchen, nur vereinzelte Körner, auffallend viele weisse Zellen.

Section (nach 18 Stunden). Sehr starke Füllung der subcutanen, arteriellen und venösen Gefässnetze im Bereiche der verbrannten Haut, besonders an den Oberschenkeln. Entzündliches subcutane Oedem am Bauch. Blutungen in den oberflächlichen Schichten der Oberschenkel- und der Bauchmuskeln. Bauchhöhle leer, Serosa des Jejunum röthlich injizirt, der übrige Darm blass. Das Maximalthermometer, in dem sonst normalen Netz eingehüllt, zeigt 40°,2 C. Duodenalschleimhaut zeigt circumscripte Fleckförmige Hyperämien der Zottenspitzen. Rectum stark geschwollen, weit geöffnet, enthält dunkelrothen blutigen Schleim. In der Leber mehrfache oberflächliche circumscripte Hyperämien. Galle sparsam, gelb-röthlich. — Nieren zeigen unter dem Mikroskop starke Körnung des Epithels der gewundenen Harnkanälchen, welche bei Ä-Zusatz verschwindet; nur wenige Körnchen färben sich mit Ueberosmiumsäure schwarz. Blase contrahirt, Schleimhaut blass, Inhalt: circa 10 Ccm. portweinrothen Urins. Das reichliche weisse Sediment zeigt unter dem Mikroskop: Sargdeckelkrystalle, amorphen Niederschlag von Uraten, ausgelaugte rothe runde und zackige Blutkörperchen, viele farbige Körner, theils einzeln, theils cylinderförmigen Epithelhaufen aufsitzend. Auch wurstförmige Cylinder von röthlichem Pigment vorhanden. Das Harnfiltrat erscheint als eine concentrirte Blutfarbstofflösung (s. u.).

Wir fügen einen Versuch ein, der beweist, dass die maximale Temperatursteigerung, selbst innerhalb geschützter Theile, wie Rectum und Axilla, direct an den Ort der Verbrühung gebunden ist:

Versuch 42. Grosser kräftiger weisser Kaninchenbock, 2,23 Kilo wiegend.	
10 Uhr 36 Min.	aufgebunden.
	R = 39,1
10 - 55 -	R = 38,7
11 - 12 -	R = 37,9 } Canüle in Art. femoralis.
11 - 23 -	R = 37,6 A = 37,1
11 - 35 -	R = 37,3 A = 37,0
11 - 52 -	R = 37,2 A = 36,8
12 - 5 -	R = 37,1 Entnahme von $2\frac{1}{2}$ Ccm. Blut. Serum farblos.

12 Uhr 9 Min. Verbrühung (Thorax bis Nabel).

12 - 10 - R = 37,9

12 - 13 - R = 38,7 A = 40,2

12 - 15 - Tod.

R = 38,9 A = 41,0

12 - 28 - R = 38,2 A = 40,4

Sofortige Section. Todtentstarre. — Haut rund am Thorax und Abdomen bis zur Nabelgrenze verbrannt. Subcutan stark hyperämisches Gefäßnetz. Hals und Hypogastrium frei. — Reichliche Ecchymosen in den Bauchmuskeln oberhalb des Nabels, in den Thoraxmuskeln und am rechten Arm im Deltoides und vor Allem eine grössere Blutung im M. biceps dexter. (Der rechte Arm lag tiefer während der Uebergiessung!) Linke Armmuskeln frei. — Pleuren leer, keine subserösen Ecchymosen; Lungen wenig contrahirt, reichliche bis erbsengrosse confluire Blutaustritte, bes. an den Lungenrändern, subpleural, doch auch tiefer in's Gewebe dringend. — Rechtes Herz mit lockerem Gerinnsel gefüllt, welches bis in die Pulmonalis reicht. Daneben flüssiges Blut mit Stich in's Violette. Ebenso verhält sich das Blut in den prall gefüllten Vv. cavae. Aufgefangen scheidet das Blut der Vena cava sup. röthliches Serum und ein weiches lockeres schwärzliches Gerinnsel aus, das sich im Gegensatz zum Coagulum des vor der Verbrühung aufgefangenen Blutes nur schwach röhrt. Das linke Herz zeigt mehrfache punktförmige subendocardiale Ecchymosen im linken Ventrikel. Aus dem übrigen Sectionsbefund verdient nur die starke Hyperämie der ganzen Duodenalschleimhaut erwähnt zu werden. Blase prall mit hellgelbem saurem und eiweissfreiem Urin gefüllt.

In den folgenden Versuchen sind Bestimmungen der localen subcutanen Temperaturen eingeschlossen:

Versuch 41. A. Kaninchenmännchen von 1,26 Kilo Körpergewicht. Vor 3 Tagen war bei dem Thier eine Cruralis freigelegt worden. Wunde reactionslos in Heilung. Thier ganz munter.

10 Uhr 40 Min. aufgebunden R = 38°,7

Einfügen von Canülen in die Carotiden.

10 - 55 - R = 37°,9

Einschieben eines Maximalthermometers (I) subcutan von einer Wunde unterhalb des Proc. x. bis an die Symphyse.

Ein zweites Maximalthermometer (II) in's Abdomen.

Ein Thermometer subcutan in die Axilla eingelegt.

11 - 28 - A = 37°,2 R = 36°,7

11 - 36 - A = 36°,9

11 - 38 - Entnahme von  $2\frac{1}{2}$  Ccm. Blut aus der Carotis, rothe Blutkörperchen alle zackig, spärliche weisse Zellen. Rasche Gerinnung, farbloses Serum.

11 - 48 - A = 36,4

12 - 28 - A = 35,8

12 - 30 - Verbrühung der unteren Körperhälfte während 2 Min. in 100° C. heissem Wasser.

12 Uhr 35 Min. Directe Blutüberleitung in die V. mesaraica von Kaninchen B (s. u.). Das zu transfundirende Blut lieferte schwach rothes Serum, der Kuchen mit Crusta phlogistica bedeckt. Unter dem Mikroskop theils runde, zum Theil gequollene, theils zackige rothe Blutkörperchen, wenig Körnchen. — Tod.

Section nach 5 Stunden. Todtentstarre, Verbrühung bis zur Bauchmitte III. Grades, weiter hinauf bis zur Thoraxmitte schwach. Subcut. Max.-Wärme (Therm. bis  $45^{\circ}$  reichend) weit über  $47^{\circ}$  C. Haut an verbrannten Stellen in Fetzen zerreissbar. Sparsame oberflächliche Ecchymosen in den Oberschenkelmuskeln rechts, links sehr zahlreich (Wunde zur Aufsuchung der A. cruralis). An den Bauchmuskeln wenige oberflächliche Ecchymosen, reichlicher subperitoneal um die Verästelung der epigastrischen Gefässe. Das Maximalthermometer in abdom. =  $39^{\circ}, 4$  C. Der Darm zeigt nichts Abnormes, ebenso die Milz. An der Leber zerstreute mehrfache subperitoneale röthliche nicht verwischbare Gefässinjectionen an der vorderen und an der hinteren Seite. — Blase blass, mit trüb gelbem Urin gefüllt. Der Filterrücken zeigt unter dem Mikroskop sparsame Körnchen, einzelne ausgelaugte rothe Blutkörperchen, blasse und röthliche Cylinderfragmente. Filtrat schwach eiweisshaltig. — Herz links contrahirt, mit spärlichen Gerinnseln gefüllt, welche von den Lungenvenen her hineinreichen und in die Aorta sich fortsetzen. — Rechter Ventrikel schlaff, mit verfilztem Gerinnsel. — In beiden Lungen zahlreiche über stecknadelkopfgrosse, zum Theil confluirende subpleurale Blutungen, in's Gewebe tiefer hineinreichend (s. u.)

Versuch 47. Ein junger lebhafter, sehr munterer Hund (hat vor 31 Tagen in Vers. 40 eine Infusion von Blut eines verbrühten Hundes in das centrale Ende einer Art. femor. überstanden). — Einschiebung eines Maximalthermometers unter die Haut von einer epigastrischen Wunde aus, bis an die Symphyse. Hierauf Verbrühung in  $100^{\circ}$  C. heissem Wasser bis zur Bauchmitte während 45 Sec. — Collaps. Kalte Begossungen des Kopfes. Das Thier säuft gierig Wasser. Nach 2 Stdn. läuft das Thier, trotz der hochgradigen Verbrühung III am Hinterkörper, umher. — Nach 5 Stdn. ist das Thier munter, aber apathisch, säuft Wasser, liegt meist auf einer Stelle. — Nach etwa 20 Stdn. Temperatur im Rectum  $37^{\circ}, 1$ . Thier traurig, apathisch. Wird tödtlich verblutet, wobei 120 Ccm. Blut geliefert werden. (Zur Bestimmung des Kaligehaltes im Serum verwendet.) — Das subcutane Maximalthermometer zeigt  $41^{\circ}, 8$  C. — Sofortige Section.

Blutiges Oedem der Haut im Bereiche der verbrannten Theile mit hochgradiger Füllung der subcutanen Blutgefässse. Die blutige Suffusion am stärksten am Bauch. In den Bauchmuskeln keine Blutungen, dagegen tiefgreifende Blutungen in den vorderen Oberschenkel- und Unterschenkelmuskeln, besonders in der Nähe des von dünnerer Haut bedeckten Kniegelenks, ferner in den Beugern am Oberschenkel. — In der Blase portweinfarbiger Urin, die Nieren charakteristisch chocoladenbraun mit rothbräunlicher Strichelung der Rinde und blutigen radiären Zeichnungen im graubraunen Mark.

In der Leber ausser punktförmigen, circumscripten, oberflächlichen Hyperämien mikroskopisch und makroskopisch nichts Abnormes, ebenso an Milz, Pancreas,

Magen und Rectum. Im Jejunum 10 Cm. unterhalb des Pylorus fleckweise bohnengrosse Hyperämien auf der Höhe der Falten. Mesenterialdrüsen auf dem Querschnitt blutig sumpfartig. Ductus thoracicus mit rother Lymphe gefüllt. Aorta leer. Vena cava mit flüssigem Blut und sparsamen Gerinnseln gefüllt, ebenso Nierenvenen und Pfortader. Herz links contrahirt mit sparsamen Gerinnseln. Im rechten Herzen an der Vorderwand zwei linsengroße subendocardiale Blutungen. In der einen Lunge eine linsengroße Ecchymose. Beide Hoden zeigen in die Substanz tief dringende blutige Sussfusion. — Das aufgefangene Blut scheidet bei der Gerinnung neben reichlicher Crusta phlogistica ein rothweinfarbiges Serum ab (s. u.).

Während bei Hunden wegen der Dicke und Resistenz der Hautdecke die subcutane Temperatur nur um ein paar Grade über die Norm in maximo steigt, ergeben die Messungen bei verbrühten Kaninchen Temperaturen, die fast an die von Wertheim (l. c.) gefundenen heranreichen. So fanden wir in Vers. 48 (s. u.) bei 4 Kaninchen, die während je 45 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrüht worden waren subcutane Maximaltemperaturen von 71°,6 C., 71°,3 C., 67°,2 C. und 68°,1 C. Schon hieraus wird der Unterschied der intensiven Wirkung von Verbrühungen auf die zarthäutigen Kaninchen gegenüber den mit einer derben Haut versehenen Hunden von vorn herein begreiflich, wenn auch nicht in dem von Sonnenburg postulirten Sinne einer einfachen Ueberhitzung des Gesamtblutes. —

Die so bedeutende Temperaturerhöhung in den der Verbrühung ausgesetzten Körperbezirken kann vor allen Dingen nicht ohne Einfluss bleiben auf das mit jeder Pulswelle von Neuem durch diese Bezirke hinströmende Blut. — In den verschiedenen Versuchen haben wir folgende Veränderungen notirt:

Versuch 19. Wenig lebhaftes weisses Kaninchen von 2,01 Kilo Körpergewicht. — Um 10 Uhr 25 Min. Vormittags aufgebunden zeigt es 39°,8 C. im Rectum. 30 Min. später verbrannt durch 2maliges Eintauchen in Wasser von 100° C. — Aufsuchen beider Carotiden. Temperaturmessung im Rectum ergibt:

10 Uhr 55 Min. Verbrühung

11 - 5 - 43°,2 C.

11 - 13 - 41°,6 C.

11 - 15 - 41°,4 C. Das Thier wird verblutet, das

Blut unter strengen Reinlichkeitscautelen defibriniert (20 Min. nach der Verbrühung) und dient zur Einspritzung in die V. jugul. eines anderen Kaninchens (s. u.).

Das defibrinierte Blut zeigt unter dem Mikroskop stachelförmige rothe Blutkörperchen neben vielen runden Formen. Daneben reichliche, leicht bewegliche Kügelchen und „Kölbchen“ mit länglichen, beweglichen Fortsätzen. Diese Körperchen sind den Stacheln der stachlichen rothen Blutkörperchen ähnlich (s. u.).

**Versuch 20.** Schwarzer, lebhafter Kaninchenbock von 1,72 Kilo Körpergewicht, um 10 Uhr 25 Min. in 100° C. heissem Wasser bis zum Nabel verbrüht (III. Verbrühungsgrad). Thier schreit, ist nachher munter. — Einbinden der Canülen in die Carotiden. — Um 11 Uhr 30 Min. Thier munter, die Axillartemperatur schwankt zwischen 37°,0 und 36°,8. Athmung erschwert. — 11 Uhr 50 Min. zweite Verbrühung. 11 Uhr 53 Min. Axillartemp. 35°,2, Athmung immer noch erschwert. 11 Uhr 55 Auspressen der unteren Extremitäten und Massage des Abdomen. Temp. 35°,6 in der Axilla. Um 12 Uhr 15 Min. Axillartemp. 35°,8. Das Thier wird verblutet, 1 Std. 50 Min. nach der I. und 25 Min. nach der II. Verbrühung. Mikroskopischer Blutbefund wie in Vers. 19. Der Versuch, das defibrinirte Blut einem anderen Thiere einzuspritzen, misslingt, da das Blut in der Ueberleitungscanüle sofort gerinnt (s. u.).

**Versuch 21.** Weisses, mittelgrosses, kräftiges Kaninchen von 2,105 Kilo Körpergewicht. Um 10 Uhr 21 Min. in 100° heissem Wasser verbrüht. — Collabirt, erholt sich jedoch bald darauf. — Einbinden von zwei Carotiscanülen. Rectaltemperatur, 34 Min. nach der Verbrühung gemessen, um 10 Uhr 55 Min. 38°,0

$$\begin{array}{rcc} 11 & - & 5 \\ 11 & - & 13 \end{array} \begin{array}{c} - \\ - \end{array} \begin{array}{l} 37^{\circ},4 \\ 36^{\circ},7 \end{array}$$

Das Thier stöhnt, wird daher um 11 Uhr 30 Min. verblutet. Es werden 26 Ccm. Blut gewonnen, dessen (1 Std. 9 Min. nach der Verbrühung) undefibrinirte Probe ein röthliches tingirtes Serum und theils gequollene, theils zackige, rasch zu Boden sinkende rothe Blutkörperchen aufweist. Das Blut wird nach Defibrinirung zur Injexion in die V. jugul. eines anderen Kaninchens benutzt (s. u.).

**Versuch 29.** Grosses schwarzbraunes Kaninchen. Bis zur Bauchmitte während  $\frac{3}{4}$  Min. in 100° C. heissem Wasser verbrannt. Hohe Dyspnoe, Cyanose mit nachträglicher Anämie aller Schleimhäute. Tod nach 12 Min. — Blut zeigt bei der sofortigen Section runde und zackige rothe Blutkörperchen, Mikrocyten, einige auffallend blasse Blutkörperchen (Schatten, Ponfick). Im rechten Herzen Blut violetetroth.

**Versuch 30.** Alter Hund von 6,53 Kilo Körpergewicht. Die Blutkörperchenzählung (Malassez) ergiebt 4,112000—3,232000 Blutkörperchen pro 1 Cbmm. Hierauf während 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrannt. Nach  $4\frac{1}{2}$  Stdn. relatives Wohlbefinden. — Nach  $6\frac{1}{4}$  Stdn. erschwerete Respiration, ruhige Lage. — Nach  $20\frac{1}{2}$  Stdn. das Thier rubig, in stehender Stellung. Die hinteren Extremitäten steif, geschwollen, röthliches Serum sickert aus der Haut, eingetrocknete rothe Hautschorfe über den Streckseiten der Knieve und der Ellenbogen. Rectaltemp. 39°,9. Röthlicher Schleim im offenen geschwollenen After. — Entnahme von 20 Ccm. Blut aus der Carotis. Unter dem Mikroskop zeigt es normale, etwas blasse rothe Blutkörperchen, einzelne röthliche Körner. Bei der langsam eintretenden Gerinnung scheidet sich dunkelrothes (weinrothes) Serum ab. Die Blutkörperchenzählung nach Malassez ergiebt 3,712000 Blutkörperchen pro 1 Cbmm. —  $23\frac{1}{2}$  Std. nach der Verbrühung Verblutung des Thieres in die V. jug Verblutung des Thieres in die V. jugul. eines anderen Hundes (s. u.). Hierbei ist es unruhig und entleerte während der Transfusion blutrothen Harn, dessen rothbraunes Filtrat deutlich im Spectrum die beiden Hämoglobinstreifen zeigt.

Der Filterrückstand enthält zahlreiche aus körnigem Pigment bestehende Cylinder, einzelne Pigmentkörner, keine Epithelien. —  $\frac{1}{4}$  Stunde nach der Transfusion, nach einem Gewichtsverlust von 300 Grm. im Laufe des Versuches, stirbt der Hund (s. u.).

**Versuch 31.** Hund von 5,75 Kilo Körpergewicht. — Um 11 Uhr 15 Min. aufgebunden. — 20 Min. später Entnahme von Blut aus der Carotis. — Urin hellgelb, klar ohne Sediment. — Das aus dem Blut abgeschiedene Serum farblos, die Zahl der Blutkörperchen nach Malassez beträgt 2,535900 pro Cbmm. — Um 11 Uhr 50 Min. während 30 Sec. in 100° heissem Wasser verbrannt. 50 Min. später Entnahme von 22 Ccm. Blut aus der Carotis. Dasselbe scheidet ganz klares rothes Serum ab und enthält 1,337500 Blutkörperchen pro Cbmm. Nach 5 Std. 55 Min. nach der Verbrennung Hund kräftig aber apathisch. Es werden 25 Cem. Blut aus der Carotis entnommen, wo 2,440000 Blutkörperchen auf 1 Cbmm. sich finden. Das Serum geröthet, aber viel heller, als dasjenige der vorhergehenden, bereits 50 Min. nach der Verbrennung entnommenen Blutprobe. — Der Urin, per Catheter entleert, ist braunroth, liefert ein rubinrothes Filtrat, welches im Spectrum die 2 Hämoglobinstreifen zeigt. Der Filterrückstand des Harns enthält: viele ausgelaugte, wenig zackige rothe Blutkörperchen, Bruchstücke rother Zellen, zahlreiche, zum Theil sehr lange und breite, und korkzieherartig gewundene Cylinder aus rothen Pigmentkörnern; spärliche Blasenepithelien und farblose Blutzellen. Am nächsten Tage, 24 Std. nach der Verbrennung Hund mürrisch, sehr niedergeschlagen; knurrt, trinkt viel Wasser, keine Fresslust. — Entnahme von Urin aus der Blase. Derselbe ist hellgelb, eiweissfrei, enthält spärliche Schleimzellen, nur vereinzelte, stark ausgelaugte Cylinder von körnigem Pigment; daneben einzelne Epithelien. Tod am nächstfolgenden Tage um 9 Uhr früh, ca. 44 Std. nach der Verbrühung. Section (s. u.).

**Versuch 33.** Weisses mittelgrosses, mässig weisses kräftiges Kaninchen von 1,58 Kilo Körpergewicht. Um 11 Uhr 30 Min. Entnahme einer Blutprobe von  $3\frac{1}{2}$  Ccm. Sie ergiebt farbloses Serum und enthält 3,049500 Blutkörperchen (Malassez) pro Cbmm. Urin strohgelb, zeigt unter dem Mikroskop spärliche zerfallende Blasenepithelien, zahlreiche XX von oxalsaurem Kalk, kein Eiweiss. — Um 11 Uhr 55 Min. während 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser bis zur Mitte des Abdomen verbrannt. — Nach 25 Min. Entnahme von Urin, der wie oben strohgelb ist und nur Epithelreste aus der Blase enthält. Die entnommene Blutprobe enthält pro Cbmm. 3,049500 Blutkörperchen. Das Serum schwach röthlich gefärbt. — 130 Min. nach der Verbrühung ist das Thier moribund. Das geronnene Carotisblut enthält 3,167200 Blutkörperchen pro Cbmm. Das Serum stärker roth gefärbt, als in der vorher entnommenen Probe. Keine Section.

**Versuch 37.** Kleine junge, gelbhaarige Hündin, von 3,53 Kilo Körpergewicht. — Nach Einfügung der Carotiscanülen um 11 Uhr 15 Min. bis an die Arme in 90° C. heissem Wasser verbrüht und sofort in einen anderen Hund hinein verblutet (s. u.). Gewichtsverlust 150 Grm. — Die sofortige Section ergiebt makroskopisch nichts Abnormes. Das Blut der Herzhöhlen zeigt unter dem Mikroskop viele stechapfelförmige rothe Blutkörperchen und zahlreiche, den Stechapfelspitzen entsprechende Körnchen. (Vergl. ferner die Blutbefunde in den Versuchen 40 u. 41.)

Die greifbarsten Veränderungen bei einer Hautverbrühung erleiden offenbar die rothen Blutscheiben. — Dieselben zeigen in der circulirenden Blutmasse neben rundlichen nur etwas gequollenen Contouren einer Zahl von Zellen, an anderen vielfach Stechapfelformen. Daneben finden sich in der Blutflüssigkeit zahlreiche rundliche und kolbenartige Pigmentkörner, die den Stacheln der zackigen Blutzellen ähnlich sind. Auch sehr kleine, wohlgeformte Blutkörperchen (Mikrocyten) und andererseits normal grosse, aber ausgelaugte Blutkörperchen (Schatten) sind in auffälliger Zahl bemerkt worden. — Obigem Befund entspricht die fast regelmässig auftretende rothe Färbung des Serum durch aufgelöstes Hämoglobin. — Ueber die farblosen Blutzellen finden sich keine näheren Angaben. — Eine Vermehrung derselben traf ich nur da vor, auch durch Bildung einer Crusta phlogistica charakterisiert, wo die Thiere die Verbrühung überlebt hatten. — Die Farbe des Blutes bei der sofortigen Section nach dem Tode wurde zu wiederholten Malen als violettroth verzeichnet, so z. B. in Vers. 29, wo das Thier 12 Minuten nach der Verbrühung unter den Erscheinungen hoher Dyspnoe und mit Cyanose und nachträglicher Anämie aller Schleimhäute zu Grunde ging. Auch röthete sich das Blut bei Berührung mit atmosphärischer Luft nur langsam<sup>1)</sup>. — Die Veränderungen an den rothen Blutscheiben nach Verbrennungen vollziehen sich sehr rasch. — Sie wurden in Vers. 29 schon nach 12 Min., in Vers. 19 nach 20 Min., in Vers. 21 nach 69 Min., in Vers. 20 nach 110 Min. notirt. In Vers. 37 dürfte, da die Section unmittelbar nach dem Tode unternommen wurde, die Zeit nach der Verbrühung auch höchstens 15 Min. betragen haben. — Der Hämoglobingehalt des Serum wurde in Vers. 33 (Kaninchen) schon nach 25 Min. und nach 130 Min. beobachtet. Die letztere Probe war viel reicher an Hämoglobin. In Vers. 31 (Hund) war das Serum nach 50 Min. dunkler roth gefärbt, als nach 35,5 Min. — In Vers. 30 (alter Hund) zeigt das Blut  $20\frac{1}{2}$  Stunden nach der Verbrühung normal geformte, etwas blasse rothe Blutkörper und nur noch einzelne rothe Körner. Die Blutkörperchenzählung ergiebt dieselben Werthe wie vor der Verbrühung

<sup>1)</sup> Untersuchungen über etwaige Bildung von Methämoglobin bei Verbrennungen stehen mir nicht zu Gebote.

und zwar vor der Verbr. 4,112000—3,232000 (im Mittel 3,672000)  
 20½ Stdn. nach - - - 3,712000 pro Cbmm.

Dasselbe Resultat zeigt Vers. 31, wo ebenfalls beim Hund die Blutkörperchenzahl

vor der Verbr.	2,535900
50 Min. nach	- - - 1,337500 und
355	- - - - - 2,440000 wiederum

betrug. — In Vers. 33 zeigt sich, dass auch beim Kaninchen die Blutkörperchenzahl, trotz des offenbaren zu Grundegehens einer Zahl von Zellen nicht wesentlich alterirt wird. So war die Blutkörperchenzahl

vor der Verbr.	3,049500
25 Min. nach	- - - 3,049500
130	- - - - - 3,167200 pro Cbmm.

Die Unveränderlichkeit der Zahl der rothen Blutkörperchen sowohl beim Hunde wie beim Kaninchen, trotz der reichlichen Anwesenheit von freiem Hämoglobin in der Blutflüssigkeit ist nur erklärlich durch die Annahme, dass der Blutfarbstoff nur zum Theil durch Zerfall von rothen Blutscheiben in Lösung übergeht, dass er und vielleicht zum grösseren Theil von den in ihrer Form erhaltenen Blutkörperchen abgeben wird. Dies führt uns mit Nothwendigkeit zu der Anschauung, dass die Verbrühung des Hautorgans auch in den ihrer Form nach scheinbar intacten Blutkörperchen tiefere Alterationen mit Beschränkung oder selbst Aufhebung ihrer Functionsfähigkeit setzt. Besonders würden hier die ihres Farbstoffes beraubten Blutkörperchen (Ponick's — Schatten) und die kleinen Formen der rothen Blutkörperchen (Mikrocyten) in's Auge zu fassen sein.

Wollen wir uns eine Anschauung über den zeitlichen Verlauf der Auflösung des Hämoglobin bilden, so müssen wir nach den Farbendifferenzen der verschiedenen Serumproben sagen, dass wie der Uebergang des Blutfarbstoffes in die Blutflüssigkeit sehr bald nach der Verbrühung, vielleicht mit derselben beginnt, derselbe im Verlaufe von einigen Stunden zu einem Maximum ansteigt, um dann allmählich ganz aufzuhören. Gleichzeitig folgt die Ausscheidung des Hämoglobin aus dem Körper, über deren Ort und Dauer weiter unten berichtet wird. — Konnte man annehmen, dass der Zerfall beim Hunde in ähnlicher Weise verläuft wie beim Kaninchen, so

müsste nach unseren Versuchen 31 und 33 das Maximum des Zerfalls zwischen die 2. und 6. Stunde nach der Verbrühung fallen, der Prozess nach 20 Stunden zweifellos beendet sein (Vers. 30).

An welchem Orte wird nun das Hämoglobin ausgeschieden, wie rasch und in welcher Form? Schon in Vers. 18 fanden wir, dass das Kaninchen 63 Min. nach der Verbrühung blutig tingirten Urin entleerte. — In Vers. 30 entleerte der Hund während der ca. 24 Stdn. nach der Verbrühung unternommenen Transfusion in einen anderen Hund blutrothen Harn, dessen rothbraunes Filtrat im Spectrum die beiden Hämoglobinstreifen nach entsprechender Verdünnung mit Wasser zeigte. Er stellte also eine ziemlich concentrirte Hämoglobinlösung vor. Der Filterrückstand zeigte zahlreiche, aus körnigem Pigment bestehende Cylinder, einzelne Pigmentkörner und keine Epithelien. — In Vers. 31 erschien der etwa 6 Stdn. nach der Verbrühung dem Hunde per Catheter entnommene Urin braunroth; das rubinrothe Filtrat zeigte im Spectrum die beiden Hämoglobinstreifen. Im Filterrückstand fanden sich: viele ausgelaugte, wenige zackige rothe Blutkörperchen, Bruchstücke rother Zellen, zahlreiche zum Theil sehr lange und breite, korkzieherartig gewundene Cylinder aus rothen Pigmentkörnern; nur spärliche Blasenepithelien und farblose Blutzellen. — Der nach 24 Stdn. entnommene Urin ist wieder hellgelb, eiweissfrei, enthält spärliche Schleimzellen, nur vereinzelte stark ausgelaugte Cylinder von körnigem Pigment; einzelne Epithelien. Bei dem in Vers. 33 verbrannten Kaninchen war der 25 Min. nach der Verbrennung entnommene Urin noch strohgelb und enthielt nur Epithelreste, obwohl wir aus der gleichzeitig entnommenen Blutprobe bereits ein hämoglobinhaltiges Serum sich abscheiden sahen. — Auch Vers. 21 gehört hierher, wo bei der 69 Min. nach der Verbrühung vorgenommenen Verblutung, der unmittelbar hierauf aus der Blase der Leiche entleerte Urin dunkelroth gefärbt war, reichliche Nierenepithelien und theils gewundene, theils gerade breite, mit Epithelien belegte Nierencylinder aufwies. Ebenso folgender

Versuch 26. Kleiner junger, munterer Hund von 1,92 Kilo Körpergewicht. — Um 12 Uhr 15 Min. in siedendem Wasser bis unter die Achseln verbrannt. — Hohe Wärmedyspnoe. Daher kalter Wasserstrahl auf Kopf und Genick. Erholt sich, wird sehr munter. — Nach 5 Stunden traurig. Haut an Bauch und Extremitäten gefühllos, letztere geschwollen, starr und unbeweglich. — 8 Stunden nach der Verbrennung vollkommen apathisch. Vaguszerrung ohne jede Reaction verfragen.

Eine Viertelstunde später Transfusion aus dem moribunden Thier in einen anderen Hund von wenigen Cubikcentimetern Blut, aus der blassen pulslosen Carotis. Tod. — Bei der sofortigen Section findet sich in der Harnblase, deren Schleimhaut blass, sparsamer blutrother Harn.

Der in Vers. 40 18 Stdn. nach der Verbrühung in der Blase gefundene Urin hat auch Portweinfarbe. Das Filtrat erscheint spektroskopisch untersucht als eine concentrirte Hämoglobinlösung. Das weissliche Sediment zeigt u. d. M.: Sargdeckelkristalle, amorphen Niederschlag von Uraten, ausgelaugte runde und zackige rothe Blutkörperchen, viele farbige Körner, theils frei, theils cylinderartig angeordneten Epithelhaufen aufsitzend, ebenso wurstförmige Pigmentcylinder. Derselbe Befund in Vers. 47 (s. o.), wo der Hund 20 Stdn. nach der Verbrühung verblutet worden war.

Der Hämoglobingehalt fehlte im Urin in folgenden Versuchen: in Vers. 3 war der 20 Min. nach der ersten Verbrühung, in Vers. 5 A der 94 Min. nach der Verbrühung in der Leiche gefundene Urin sparsam und hellgelb. In Vers. 17 erschien der Urin des 25 Min. nach der Verbrühung gestorbenen Thieres hellgelb und eiweissfrei (s. u.). — In Vers. 10 A fand sich bei der Section, 93 Min. nach der Verbrühung, die Blase leer. — In Vers. 22 (s. u.) war der 105 Min. nach der Verbrühung in der Leiche gefundene Harn trüb, das Filtrat hellgelb. Das Sediment enthielt reichliche schleimige Körnchenzylinder, zahlreiche Dumbells von kohlensaurem Kalk, spärliche hyaline und Epithelialzylinder. — In Vers. 27 (s. u.) war der Tod des Hundes 1 Std. nach der Verbrühung,  $\frac{3}{4}$  Stdn. nach erfolgter Transfusion eingetreten. Bei der 6 Stdn. später vorgenommenen Section erwies sich die Blase stark contrahirt und leer, die Blasenschleimhaut blass. In Vers. 29 starb das eine Kaninchen 12 Min., das andere 15 Min. nach der Verbrühung. — In beiden Leichen war die Blase mit reichlichem hellgelbem Urin gefüllt. — In Vers. 41, wo das Kaninchen bereits 5 Min. nach der Verbrühung verblutet wurde, erschien der Urin trüb, gelb. Unter dem Mikroskop finden sich einzelne Pigmentkörner, ausgelaugte rothe Blutkörperchen, blasses und farbige Cylinderfragmente (s. o.). — In Vers. 42 stirbt das Thier 6 Min. nach der Verbrühung. Die Blase ist mit hellgelbem, eiweissfreiem, saurem Urin gefüllt (s. o.). — In Vers. 43 (s. u.) gehen die Kaninchen A und C bei der Transfusion, 14 und 9 Min. nach der Verbrühung zu Grunde. In der

Blase gelber Urin mit weisslichen Flocken. — Denselben Befund, hellgelben reichlichen Urin in der Blase, finden wir bei 5 Kauinchen in Vers. 48, die während 45 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrüht und nach 6, 6, 6 und 20 und 12 Min. tödtlich verblutet wurden.

Weitere Aufschlüsse geben uns andere Versuche, wo gesunden Thieren defibrinirtes und kurze Zeit einer Temperatur von ca. 70° C. ausgesetztes Blut in die V. jugul. eingelassen wurde.

Die Versuche hatten zunächst den Zweck, den Einfluss von ausserhalb des Thieres erhitztem Blute auf den Organismus zu studiren. Das Blut wurde unter peinlichen Reinlichkeitscautelen aus der Carotis gesunder Thiere gewonnen, ebenso sorgfältig und anhaltend defibrinirt, durch feine Leinwandfilter filtrirt, in grossen, aber dünnwändigen Kolben auf kurze Zeit in ein Wasserbad von ca. 70—100° C. getaucht, dann nochmals filtrirt und entweder noch warm, oder auf Körper- oder Zimmertemperatur abgekühlt eingeslassen aus einer Bürette, oder einem Trichter. — Die Versuche, in denen die Thiere einige Zeit die Infusion überlebten, sollen gleich an dieser Stelle folgen.

**Versuch 23.** Weisses kräftiges Kaninchen von 1,209 Kilo Körpergewicht. — V. jugul. sin. blossgelegt. Infusion von 20 Ccm. defibrinirten und während 1 Min. in 70° heissem Wasserbade erwärmten Blutes. Die Bluttemperatur stieg bis auf 62° C. und wurde auf 32° C. abgekühlt eingespritzt (12 Uhr Mittags). — Das defibrinierte Blut hatte vor Erwärmung nichts Abnormes dargeboten. Das erhitzte defibrinierte Blut zeigt mit Blutfarbstoff tingirtes Serum, die rothen Blatkörperchen blass, zahlreiche Mikrocyten, schwachgefärzte Fragmente von rothen Blatkörperchen und „Schatten“.

Nach 4 Stunden Thier todtenstarr aber noch warm gefunden. Bei der sofortigen weiter unten mitgetheilten Section fanden wir den Harn dunkelroth, blutähnlich, er enthielt im bräunlichen Sediment ausser Schleimeylinern, Hämoglobin-kugeln. Nieren glänzend und feucht, zeigen zwischen Rinde und Mark eine braun-rothe Zone. Unter dem Mikroskop erscheint das Epithel der geraden Harnkanälchen normal. In den gewundnen Harnkanälchen zahlreiche Cylinder aus gelblichem oder schwärzlichem, feinkörnigem Pigment. Daneben spärliche hyaline Cylinder. Dieselben bestehen aus einer homogenen Masse, die nur gegen die Peripherie hin gekörnt erscheint und sich anschliesst an das körnige in Form von Fortsätzen um den Kern zusammengeschrumpfte Protoplasma der Nierenepithelien.

**Versuch 28.** Unter entsprechenden Reinlichkeitscautelen wird defibrinirtes Hundeblut gewonnen (24. Juni 1879). Dasselbe zeigt, ausser zackigen rothen Blut-

körperchen, nichts Abnormes. Um 11 Uhr 45 Min. wird das 20° C. warme defibrinierte Blut im Wasserbad von 94° C. während 45 Sec. von 20° C. auf 60°, 3 erhitzt. — Das Blut erscheint nunmehr schön rubinroth, zeigt hämaglobinhaltiges Serum und unter dem Mikroskop röthliche Körnchen, „Schatten“ und normale rothe Blutkörperchen. — Eine halbe Stunde später werden 85 Ccm. dieses wieder auf 20° C. abgekühlten Blutes einem

jungen lebhaften Hunde von 2,65 Kilo Körpergewicht (185,5 Grm. Blut eigene Blutmenge à 7 pCt.) in die Vena jugul. eingelassen. Vorübergehende Dyspnoe, dann Tenesmen. Doch ist das Thier ganz munter. — Unmittelbar darauf dem Thier entnommenes Blut erscheint normal.

25. Juni Hund apathisch. Wunde geschwollen. — Harn (etwa 6 Ccm.) rubinroth, enthält unter dem Mikroskop normale Blutkörperchen, zum Theil in Schollen, viele Mikrocyten, einzelne „Schatten“, Blasenepithelien, Samenzellen in lebhafter Bewegung, intakte farblose Zellen. — Vor dem Spectralapparat erweist sich der Harn als sehr concentrirte Hämaglobinlösung.

26. Juni. Hund traurig, frisst wenig. Wunde prall mit Blutgerinneln gefüllt. Entfernung derselben, Auswaschen der Wunde mit 3 procentiger Carbolsäure. — Mit Catheter werden 42 Ccm. rothbraunen alkalisch reagirenden Harns von „besonderem“ Geruch entleert. Derselbe zeigt unter dem Mikroskop: Partikel von Blasenepithelien, Samenzellen, zackige blasse, zum Theil ganz ausgelaugte rothe Blutkörperchen, freies körniges Pigment, reichliche weisse Zellen, zum Theil rothes Pigment einschliessend. Beim Filtriren des Harns tritt im Filterrückstand die Zahl der weissen Zellen noch stärker hervor. Das Filtrat selbst zeigt im Spectrum die beiden Hämaglobinstreifen. — Entnahme von 6 Ccm. Blut aus A. fem. sin. Unter dem Mikroskop enthält dasselbe: normale und zackige rothe Blutkörperchen, etwas blass. Das bei der Gerinnung ausgepresste Serum schwach roth gefärbt.

27. Juni. Thier ganz munter. Wunden in Heilung. Urin hellgelb, klar, stark sauer, mit weisslichem Sediment. Unter dem Mikroskop zeigt letzteres: reichliche weisse Zellen (Eiterkörperchen), zerfallende Zellen aus der oberflächlichsten Blasenepithelschicht und junge Blasenepithelien. Nur einzelne Massen von Pigmentkörnern in Wurstform. Der filtrirte Harn enthält deutlich geringe Mengen Eiweiss und Phosphate, aber unter dem Mikroskop keine geformten Bestandtheile.

28. Juni. Thier sehr matt, schwankt auf den Füssen (verhungert?). — In Chloroformnarcose durch Genickstich getötet. Sofortige Section. — Nieren grau marmorirt, ein wenig vergrössert. Von dem Querschnitt lässt sich Flüssigkeit mit schwarzem feinkörnigem Pigment abstreifen. Die Pigmentzeichnung des Querschnittes ergiebt eine gelbbraunliche Zone über den Papillenspitzen, eine schwarze Strichelung der in die Rinde aufsteigenden Pyramidensäulen; dazwischen die blässeren Rindensäulen mit den gewundenen und mit gelblichen Massen gefüllten Kanälchen. — Unter dem Mikroskop zeigen die Nieren: reichliche körnige Pigmentcylinder in den gewundenen und in den geraden Harnkanälchen. In letzteren auch Schollen von Hämaglobinkristallen. In den Epithelien der gewundenen Harnkanälchen dieselben netzförmigen Veränderungen wie in Vers. 23 (s. u.).

Versuch 32. Aus einem kräftigen Kaninchen von 1,97 Kilo Körpergewicht werden 55 Ccm. defibriniertes Blut gewonnen, um 12 $\frac{1}{2}$  Uhr während 1 Min. auf

62° C. erhitzt, auf 40° C. wieder abgekühlt und davon eine halbe Stunde später einem Kaninchen von 1,21 Kilo Körpergewicht 25 Ccm. in V. jugul. rasch eingeslassen. Sofortiger Tod. — Gerinnungen in beiden Herzhälften. In den Nieren makroskopisch nichts Abnormes. — Leber sehr blutreich.

Das überhitzte Blut zeigt unter dem Mikroskop normale rothe Blutkörperchen, reichliche Körnchen und „Schatten“. — 75 Min. nach der Ueberhitzung des Blutes werden 18 Ccm. einem kräftigen Kaninchenweibchen von 1,88 Kilo Körpergewicht allmählich in die V. jugul. eingeführt (14. Juli). — Nach 3 Stunden ganz munter. — Nach 3½ Stunden wird spontan dunkelrother Urin entleert. Der Filterrückstand zeigt unter dem Mikroskop: sehr viele blasse feinkörnige Schleimmassen, in welche intakte rothe Blutkörperchen und zu gequollenen, theils noch gefärbten, theils schon entfärbten conglobirten Haufen zusammengeschmolzene rothe Blutkörperchen eingebettet sind. Spärliche Epithelfragmente. — Das Filtrat zeigt 2 Hämoglobinstreifen im Spectrum.

15. Juli. Um 11½ Uhr Urin per Catheter abgelassen. Das Sediment enthält unter dem Mikroskop: zahlreiche Pigmentkörner in Haufen, Schleimmassen und wetzsteinförmige Harnsäurekristalle. Das Filtrat zeigt im Spectrum zwei Hämoglobinstreifen.

16. Juli. Der Nachturin, etwa 200 Grm., mit Fäces verunreinigt. — Um 11½ Uhr wird Urin aus der Blase entnommen. Derselbe ist hellgelb mit grünen Flocken. Das Sediment zeigt unter dem Mikroskop spärliche Pigmentconglomerate, Sargdeckelkristalle. Filtrat klar, eiweissfrei.

25. Juli. Thier ganz gesund. Wird verblutet.

Portweinfarbiger Urin wurde auch in Vers. 41 und Vers. 44 (s. u.) gefunden und zwar in Vers. 41 bei einem Kaninchen, das aus der Carotis eines verbrannten Thieres Blut in eine V. mesaraica transfundirt erhalten hatte. — In Vers. 44 wurde dem Kaninchen künstlich überhitztes Blut in eine V. mesaraica eingespritzt.

Nach obigen Mittheilungen über die Beschaffenheit des Harns und der Nieren nach Verbrühung und nach Einspritzung überhitzten Blutes in die V. jugul. können wir mit Recht folgern, dass die Ausscheidung des aus den Blutkörperchen diffundirten und des durch Zerfall von Blutkörperchen frei gewordenen Hämoglobin wohl ausschliesslich durch den Harnapparat geschieht. — Die Ausscheidung des Hämoglobin durch die Nieren geschieht in verschiedener Form. — Die Zerfallsproducte der Blutkörperchen können unverändert in die Harnkanälchen übergehen. Wir fanden sie als körnige wurstförmige Massen, in den gewundenen Harnkanälchen, gleichsam als Ausgüsse derselben. Wir fanden sie aber auch vielfach im Harn wieder, nachdem sie durch denselben aus den Harnkanälchen ausgespült worden

waren. Im Harn resp. in der Harnblase mögen diese Conglomerate des körnigen Pigments eine weitere Auslaugung erfahren haben. Auch ihres Farbstoffes beraubte rothe Blutzellen von normaler Configuration trafen wir vielfach an in der Harnflüssigkeit und es wird schwer sein zu entscheiden, ob es die bereits im Blute entfärbten Zellen sind, welche in die Harnkanälchen passirt waren, oder ob die Entfärbung eines Theils der gefärbten Blutscheiben erst in den Harnwegen selbst stattgefunden habe. Im ersten Falle würden die Capillarschlingen der Glomeruli eine besondere Durchlässigkeit für entfärbte rothe Blutscheiben besitzen. — Das im Blutplasma gelöste Hämoglobin fanden wir in dem Harnfiltrat regelmässig wieder, ob in seiner Totalität, darüber müssen colorimetrische quantitative Bestimmungen weitere Aufschlüsse ergeben. Sehr wahrscheinlich stammen aber die in den Harnkanälchen vorgefundenen Schollen von Hämoglobinkristallen aus dem gelösten Hämoglobin und mögen dort entweder unter dem Einfluss der Nierentätigkeit niedergeschlagen worden sein. Wenigstens bestimmen uns zu dieser Hypothese die Untersuchungen Böttcher's<sup>1)</sup> über die Bedingungen der Krystallisation des Blutes, die er, beim Erfrieren sowohl wie bei Einwirkung von Chloroform, vor Allem in dem genügenden Zutritt activen Sauerstoffes zum Blute erwiesen hat. Oder die Erscheinung ist möglicherweise eine postmortale, ähnlich wie sie Marchand (s. u.) an in Glycerin eingelegten Nierenpräparaten gefunden hat, bei Vergiftung mit chlorsaurem Kali.

Wie rasch die Ausscheidung des Hämoglobin aus der Blutflüssigkeit beginnt und wann sie vollendet ist, darüber enthalten unsere Versuche ebenfalls einige Daten.

Wir wiesen im Harn den Hämoglobingehalt nach, in Vers. 18 nach 63 Min., in Vers. 21 nach 69 Min., in Vers. 31 nach 6 Stdn. (nach 24 Stdn. war hier der Urin wieder Hämoglobin frei), in Vers. 26 nach 8 Stdn., in Vers. 30 nach 24 Stdn., in Vers. 40 nach 6 Stdn. und in Vers. 47 nach 20 Stdn. — Mit Uebergehung der Vers. 10A. und Vers. 27, wo die Blase bei der Section leer gefunden wurde, enthielt der Harn kein Hämoglobin in Vers. 17 nach 25 Min., in

<sup>1)</sup> Böttcher, Ueber die Wirkung des Chloroforms auf's Blut. Dieses Archiv. 32. Bd. S. 126. und Derselbe, Ueber die näheren Bedingungen, welche der Aufhellung und Krystallisation des Blutes beim Frieren zu Grunde liegen, Ibidem. S. 372.

Vers. 29 nach 12 und nach 15 Min., in Vers. 33 nach 25 Min., in Vers., 22 nach 105 Min., in Vers. 5A. nach 94 Min., in Vers. 3 nach 20 Min., in Vers. 41 nach 5 Min., in Vers. 42 nach 6 Min., in Vers. 43 nach 9 und 14 Min., in Vers. 48 rasch nach 6, einmal nach 12 und einmal nach 20 Min. — Bei den Einspritzungen überhitzten Blutes fanden wir in Vers. 25 hämoglobinreichen Harn nach 4 Stdn. — In Vers. 28 enthielt der Harn Hämoglobin nach 24 Stdn. und nach 48 Stdn., war aber nach 72 Stdn. wieder hellgelb, enthielt nur noch einige Pigmentkörnchen und ein wenig Serumeiweiss. Auch am 4. Tage nach der Verbrühung wurde er farblos bei der Section erhalten. — In Vers. 32 war der Urin nach  $3\frac{1}{2}$  Stdn. und nach 22 Stdn. dunkelroth, nach 46 Stunden aber wieder hellgelb. Während der Harn nach 22 Stdn. Harnsäurekristalle (Wetzsteinformen), zahlreiche Pigmentkörner und viel Schleimmassen enthalten hatte, war das goldgelbe Filtrat des nach 46 Stdn. entleerten Harns eiweissfrei, das Sediment enthielt ausser nur spärlichen Körnern auch Sargdeckelkristalle. In Vers. 41 war der Harn nach 6 Stdn., in Vers. 44 nach  $3\frac{3}{4}$  Stdn. seit der Verbrühung von Portweinfarbe.

Nach Obigem würde also die Ausscheidung des Hämoglobin etwa eine Stunde nach der Verbrennung beginnen und je nachdem einen selbst zwei Tage andauern können. Es wird dies offenbar von der Quantität des frei gewordenen Hämoglobins, von der Grösse des Thieres und seiner Resistenzfähigkeit abhängig sein. — So fand sich bei dem Hund in Vers. 28 noch nach 48 Stdn. Blutfarbstoff im Harn, während in Vers. 32 der Kaninchenharn schon nach 22 Stdn. wieder farbstofffrei war. Der Hund hatte aber 85 Cem. überhitztes Blut, also 3,2 pCt. seines Körpergewichts oder 45,8 pCt. seiner normalen Blutmenge ( $\approx$  7 pCt.) an Blut erhalten, während dem Kaninchen nur 18 Cem. überhitztes Blut, also nur 0,99 pCt. seines Körpergewichts oder 19,1 pCt. seiner Blutmenge ( $\approx$  5 pCt.) eingeführt worden waren. — Auch war die Ausscheidungsdauer des Blutfarbstoffes entsprechend der Lebensdauer länger bei Hunden, als bei Kaninchen. Nur bei den Kaninchen in Vers. 23 und Vers. 32 finden wir Hämoglobinausscheidung nach 4 Stdn. und nach  $3\frac{1}{2}$  Stdn. Bei beiden war überhitztes Blut infundirt worden. Die übrigen Hämoglobinbefunde im Harn nach 6, 8, 24 und 48 Stdn. treffen wir bei Hunden an. — Dem entsprechend beziehen sich die Versuche, wo das Hämoglobin im Urin fehlte, fast ausnahmslos auf Kaninchen,

bei denen mit der rasch nach Verbrennungen sinkenden Lebensenergie auch die Nierenfunction zum Stillstand kommen musste. — Nur Vers. 27, wo die Blase leer gefunden wurde, betrifft einen Hund. Derselbe war aber hochgradig collabirt nach der 45 Secunden dauern den Verbrühung in 100° C. Wasser und erholte sich wenig. Er blieb starr, mit Opisthotonushaltung des Kopfes liegen. Nach Blutverlust von ca. 140 Grm. bei der Transfusion in den anderen Hund, starb er bald, 1 Stde. nach der Verbrühung. — Die anderen Versuche waren alle, wie gesagt an Kaninchen ausgeführt, die sehr rasch, und zwar einmal nach 5, viermal nach 6, einmal nach 9, zweimal nach 12, einmal nach 14, einmal nach 15, zweimal nach 20, zweimal nach 25 und je einmal nach 94 und nach 105 Min. zu Grunde gingen. — Wir machen auf diesen Sachverhalt ganz besonders aufmerksam, weil von manchen Seiten das Auftreten von Hämoglobin im Harn nach Verbrühung überhaupt geläugnet wurde.

Wenn nun Lichtheim<sup>1)</sup> meint, die Hämoglobinurie sei ein gelegentliches Symptom sehr ausgedehnter Verbrennungen, so müssen wir sagen, dass sie ein constantes Vorkommniss nach jeder Hautverbrühung bildet, sobald der Zustand der Nierenfunction die Ausscheidung des bei jeder in- und extensiven Hautverbrühung im Blute freiwerdenden Hämoglobins gestattet.

Die von uns experimentell durch Verbrennung und durch Infusion überheizten Blutes erzeugte Hämoglobinurie entspricht in Bezug auf Symptome und Verlauf fast ganz dem Verlauf der Paroxysmen bei der sogenannten periodischen Hämoglobinurie.

Selbst das Auftreten von Uraten und von Serumalbumin in dem wieder hämoglobinfrei gewordenen Harn haben wir ebenfalls angetroffen. Auch sparsame hyaline Cylinder wurden dann im Harn und mikroskopisch in der Niere nachgewiesen. — Dagegen vermissten wir nie in dem hämoglobinhalptigen Urin, ausser körnigem Pigment, wohlgeformte rothe Blutkörperchen, grösstentheils ausgelaugt und auch Fragmente von rothen Zellen. — Da Lichtheim in seinen Fällen nur gelöstes Hämoglobin im Harn gefunden hat, so würden unsere Versuche mehr der „englischen“ Hämoglobinurie oder „paroxysmal haematuria“ entsprechen, wie sie Wickham Legg (in St. Bartholomew's Hosp. Rep. Vol. X 1874) eingehend schildert. Auch er fand constant rothe Blutkörperchen im Urin, wenn er denselben, wie wir, gleich nach

<sup>1)</sup> Ueber periodische Hämoglobinurie. Samml. klin. Vortr. No. 134. S. 15.

der Entleerung, untersuchte. Die rothen Blutscheiben fehlten, wenn der Urin längere Zeit gestanden hatte. Möglicherweise sind alle Fälle von „reiner“ Hämoglobinurie, ohne geformte Elemente im Harn, auf diese Fehlerquelle zurückzuführen. — Freilich will der englische Autor das Freiwerden des Hämoglobin aus den Blutkörperchen in die ersten Nierenwege oder selbst in die Blase verlegen, was für die Hämoglobinurie nach Verbrennungen sicher nicht richtig ist.

Ist nun die Anwesenheit des freien Hämoglobin im Blute die Ursache des raschen Todes nach Verbrennungen?

Wir können diese Frage mit einem entschiedenen Nein beantworten. — Erstens ergiebt die Analogie des Prozesses mit klinisch beobachteten oder anderweitig experimentell erzeugten Fällen von Hämoglobinurie, dass dieselben in Folge der Auflösung des Blutfarbstoffes nur ausnahmsweise lethal verlaufen. Sodann ist die nach Einspritzung selbst bedeutender Mengen von überhitztem Blut in die V. jug. erzeugte Hämoglobinurie ohne dauernde Schädigung der Gesundheit der Thiere ertragen worden. (Vers. 28 und Vers. 32.) — Allerdings könnte das Freiwerden des Hämoglobin im Blute indirect durch etwaige in den verschiedenen Organen gesetzte Veränderungen tödtlich wirken. Wir schliessen daher in Kürze die Befunde bei Sectionen verbrannter Thiere sofort hier an.

Die Ausbeute ist, wie vorauszusehen, nur spärlich, was auch völlig übereinstimmt mit den oft minimalen Sectionsergebnissen bei verbrannten Menschen. — Anderntheils werden die geringen Resultate begreiflich durch die Kürze der Zeit, die zwischen der Verbrennung und dem Tode bei den meisten Thieren vergangen war.

**Versuch 3 (s. o.).** Mittelgrosses Kaninchen. Zweimalige Verbrühung mit heissem Wasser. Tod 20 Min. nach der 1. Verbrühung. — Sofortige Section ergiebt: starke Blutfülle aller Portalvenen, capillare Lungenblutungen. Nieren makroskopisch nicht verändert. — Urin hellgelb.

**Versuch 13.** Kräftiges weisses Kaninchen von 1,32 Kilo Körpergewicht. Durch Eintauchen in 100° C. heisses Wasser verbrüht während 1 Min. — Tod nach ca. einer halben Stunde. Section nach 24 Stunden: Sehr starke Hyperämie der verbrannten Haut. Stärkere Gefässinjection in Duodenum und Mastdarm. Mikroskopisch unterscheiden sich Querschnitte der Haut von denen normaler, nur durch eine stärkere Füllung der Blutgefässe mit geronnenem Blut und durch das Fehlen des Stratum corneum.

**Versuch 15.** Kräftiges grosses Kaninchen von 1,635 Kilo Körpergewicht. — Während 1 Min. in 70° C. warmem Wasser bis zum Nabel verbrüht. Nach 20 Min. directe Blutüberleitung aus der Carotis in Vena jugul. eines anderen Kaninchens (s. u.). Blutverlust über 20 Ccm. Tod 35 Min. nach Verbrühung. Bei Eröffnung des Thorax und der Bauchhöhle anscheinend nichts Abnormes.

**Versuch 16.** Lebhaftes graues Kaninchen von 1,28 Kilo Körpergewicht. Während  $\frac{1}{2}$  Min. in 70° C. heissem Wasser nur mässig verbrannt. Nach 15 Min. nach Verbrühung directe Blutüberleitung in ein anderes Kaninchen. Blutverlust über 15 Ccm. — Thier nach 8—9 Stunden gestorben. Section ergiebt (am nächsten Morgen) nichts Auffälliges.

**Versuch 21 (s. o.).** Weisses mittelgrosses Kaninchen von 2,105 Kilo Körpergewicht. — Verbrühung in 100° C. heissem Wasser. Collaps. Tödtliche Verblutung 69 Min. nach Verbrühung liefert 26 Ccm. Blut. — Sofortige Section ergiebt: beide Herzkammern stark contrahirt, rechts wenig dunkelrothes, flüssiges Blut, linkes Herz leer. Urin dunkelroth, enthält reichliche Nierenepithellen, und theils gewundene, theils breite mit Epitheliem belegte Nierencylinder.

**Versuch 26 (s. o.).** Intensive Verbrühung des Hundes bis unter die Achseln. Sofortige Section des etwa 8 Stunden später verendeten Thieres ergiebt: starke blutige Suffusion des Unterhautzellgewebes, Haut lederartig. Blutungen in die Oberfläche der beiden unteren Lungenlappen, an der dem Rücken des Thieres zugewandten Convexität, theils einzeln, theils confluiren. Im rechten schlaffen Herzen grosses schwarzes Blutgerinnel und röthliches Serum. Linkes Herz leer. In der Gallenblase reichliche dünne Galle. Nieren cyanotisch. Harnblase blass, enthält sparsamen blutrothen Urin (s. u.).

**Versuch 27 (s. o.).** Kräftiger, sehr bissiger, junger Hund von 3,69 Kilo Körpergewicht. — Während 45 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrüht. Sofortiger Collaps. Sistiren der Athmung. Erholt sich erst nach kaltem Wasserstrahl auf Kopf und Hals zu seltenen Athemzügen. Die Cornea wird wieder sensibel, doch bleibt das Thier starr, mit Opisthotonushaltung des Kopfes liegen. Nach 15 Min. directe Blutüberleitung in einen anderen Hund. Verlust 140 Grm. Blut. Volle Reflexlosigkeit bei Zerrung des Vagus. Tod 1 Stunde nach der Verbrühung. — Section 6 Stunden später zeigt die Haut starr und blass, Muskeln blass, subcutane Fett geröthet. — Herz links gut contrahirt, rechts schlaff, aber von guter Consistenz. In beiden Herzhöhlen sparsame weiche Gerinnel. — Lungen, Leber, Milz, Duodenum makroskopisch unverändert. Blase blass, stark contrahirt, leer.

**Versuch 29 (s. o.).** Kaninchen A während 45 Sec. bis zur Bauchmitte in 100° C. heissem Wasser verbrüht. Hohe Dyspnoe, Cyanose mit nachträglicher Anämie aller Schleimhäute. Tod nach 12 Min. Sofortige Section: Einzelne Ecchymosen im Darm, Injection des Duodenum. Ecchymosen in den Bauchdecken und den oberflächlichen Oberschenkelmuskeln. Leber blutreich, Lungen normal, viel gelber Harn in der Blase. Im rechten Herzen Blut violetetroth. Im Blut runde und zackige rothe Blutkörperchen, Mikrocyten, einige auffallend blasses Blutkörperchen (Schatten). Das Kaninchen B wird während 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser

bis zur Axilla verbrüht. Tod nach 15 Min. Sofortige Section ergiebt: Ecchymosen in Bauchdecken und oberflächlichen Oberschenkelmuskeln. Am Darm nichts Auffallendes. Lungen ganz normal. Leber blutreich. In der Blase viel gelben Urins.

**Versuch 30 (s. o.).** Alter Hund wärend 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrnt. Nach 23½ Stdn. Transfusion in einen anderen Hund. Nach einem Gewichtsverlust von 300 Grm. stirbt das Thier eine Viertelstunde später. Sofortige Section zeigt makroskopisch in den Nieren eine pigmentirte Schicht, sonst an keinem von den Organen etwas Auffallendes.

**Versuch 31 (s. o.).** Hund von 5,75 Kilo Körpergewicht. Wrend 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser verbrnt. Tod, nachdem der Urin bereits 24 Stdn. nach der Verbrühung wieder hellgelb geworden, 44 Stdn. nach der Verbrühung. Sofortige Section: keine Todtentstarre. Entzündliches Oedem im Bereich der Verbrennung bis zur Achselhöhle. Spärliche capillare Blutungen in den Adductores femoris. Im Ileum, in der Mitte etwa eine brandige Invagination. Die gelähmte Schlinge liegt in der Nabelgegend und enthält die brandige, etwa 10 Cm. lange Darmschlinge. — An Milz, Leber, Nieren, Pancreas nichts makroskopisch Abnormes. Die Blase enthält strohgelben Urin; sonst normal. Lungen normal. Am grossen Papillarmuskel des linken Ventrikels Blutungen, ebensolche an den Endzweigen des Astes, der Art. coronar. ant. cordis, welcher auf der Vorderfche der linken Kammer herabsteigt. Herz nicht contrahirt. Im Ductus thoracicus röthliche Lymphe.

**Versuche 36.** Schwarzes, sehr munteres Kaninchen von 0,97 Kilo Körpergewicht. Wrend 1 Min. in 90° heissem Wasser verbrnt. Bei versuchter Transfusion in ein anderes Kaninchen stirbt das Kaninchen. Die Section ergiebt als bemerkenswerth zahlreiche interfibrillare capillare Blutungen in den Bauchmuskeln.

**Versuch 37 (s. o.).** Junge, kleine, gelbhaarige Hündin. Bis an die Arme in 90° C. heissem Wasser verbrnt und sofort in einen anderen Hund ttlich verblutet. Gewichtsverlust 150 Grm. Sofortige Section ergiebt in den Organen makroskopisch nichts Abnormes. Das Blut der Herzhöhlen zeigt unter dem Mikroskop viele Stechapfelformen der rothen Blutkörperchen und zahlreiche den Stechapfelspitzen entsprechende röthliche Körnchen.

**Versuch 5 A (s. o.).** Junges rudiges, aber kräftiges Kaninchen. Blutdruckmessung. Durchschneidung beider Vagi. 2malige Verbrühung mit Wasser von 90° C. bis zur Bauchmitte. Tod 94 Min. nach der 1. Verbrühung. Sofortige Section ergiebt Hyperamie des subcutanen Bindegewebes an Bauch und Beinen, Ecchymosen der Bauch- und der oberflächlichen Oberschenkelmuskeln. Urin sparsam, hellgelb. Die Psoasmuskeln blutig infiltrirt, brüchig. Herz leer, nicht contrahirt.

**Versuch 10 A (s. o.).** Kräftiges, mittelgrosses, weisses Kaninchen von 1,5 Kilo Körpergewicht. — Durchschneidung des Rückenmarks und Verbrühung mit 100° C. heissem Wasser bis zur Bauchmitte. Tod nach 33 Min. bei einer Axillar-temperatur von 37°,8 C. und einer Rectaltemperatur von 42°,6 C. Section nach 24 Stdn. ergiebt im Herzen rechts röthliche Gerinnsel, links sparsame Blutungen in den Muskeln des Oberschenkels. Blase leer.

Vergleiche ferner die Sectionsbefunde von Vers. 39, 40, 41, 42 und 47 (s. o.), sowie die später noch anzuführenden Vers. 43—46. — In Vers. 48 (s. o.) ergab die Section bei allen fünf Kaninchen durchgehends Blutungen in den Oberschenkelmuskeln und in den Bauchmuskeln, in letzteren zum Theil sehr hochgradig. In der Blase bei allen viel gelben Urins. — Bei Kaninchen 4 und 5 war die Blase fast leer. Bei Kaninchen 4 an zwei Darmeschlingen, die der vorderen Bauchwand angelegen hatten, punktförmige Blutungen in den Peyer'schen Plaques. Sonst makroskopisch nichts Abnormes.

Von bemerkenswerthen Ergebnissen haben wir also zu notiren: Mummification der verbrannten Haut mit und ohne Abhebung der Epidermis. Dieselbe erschien theilweise lederartig, platzte leicht beim Dehnen und zeigte mikroskopisch nur eine stärkere Füllung der Gefässe mit wohlerhaltenem geronnenem Blute. Das subcutane Bindegewebe meist hyperämisch, blutig suffundirt und bei längerer Lebensdauer der Thiere entzündlich ödematos geschweltt. — Interfibrilläre capillare Blutungen in den Bauchmuskeln im Bereiche der verbrannten Theile. Weitere intermusculäre Blutungen trafen wir auch an den Psoasmuskeln (Vers. 39 und Vers. 5A.). — Ecchymosen im Darm und Injection des Duodenum sind in Vers. 29 und in Vers. 39 notirt, subpleurale Blutungen in Vers. 3, ebensolche an der Rückenseite der Lungen in Vers. 26, wo der Hund bis an die Achseln verbrannt worden war. Dasselbe gilt von Vers. 42. Mehrfach fanden sich auch subendocardiale Blutaustritte, so am grossen Papillarmuskel im linken Ventrikel (Vers. 31 und Vers. 39), auch in der Vorderwand des rechten Ventrikels (Vers. 47); ebenso auf der Oberfläche des linken Ventrikels, unter dem serösen Ueberzug, um die Endverästelungen des herabsteigenden Astes der Art. coron. cord. — Die Leber wird theils als sehr blutreich geschildert, theils fanden sich mehrfache subperitoneale circumscripte Hyperämien. Oefters zeigten sich analoge locale Blutfüllungen der Zotten im Duodenum, manchmal auch im Jejunum. — In den Vers. 31 und 47 trafen wir den Ductus thoracicus mit röhlicher Lymphe gefüllt. — In mehreren Fällen waren die mesenterialen, z. Th. auch die mediastinalen Drüsen geschweltt, vergrössert und blutig infiltrirt. — Das Herz, die Leber und die Nieren habe ich in den meisten Fällen theils frisch, theils nach Härtung in Müller'scher Lösung und Spiritus der mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Die grossen Mikrotomschnitte

wurden theils ungefärbt, theils nach der im Leipziger pathologischen Institut üblichen Färbung mit Bismarckbraun oder Gentianaviolett in Canadabalsam und auch in Leimglycerin eingebettet.

Am Herzen und an der Leber konnte ich in keinem der Fälle pathologische Veränderungen nachweisen. — Ein besonderes Interesse dagegen beansprucht die besonders sorgfältig vorgenommene Durchmusterung der Nieren. — Das Erste und Auffällige, was sich der Beobachtung darbot, war die minder oder mehr reichliche Anwesenheit von theils homogenen, theils körnigen Blutfarbstoffmassen, welche sich vorwiegend in den gewundenen Harnkanälchen, entweder ziemlich dicht unter der Rinde oder ganz besonders zahlreich in der Grenzschicht zwischen Rinde und Mark vorfanden. Doch fanden sich auch Farbstoffschollen, zum Theil auch krystallinisch in den geraden Harnkanälchen des Markes, vorzugsweise, wenn die Thiere die Verbrennung längere Zeit überlebt hatten. Dann erst, oder wenn die Verbrennung sehr intensiv eingewirkt hatte, trafen wir auch Veränderungen in dem Nierenparenchym: homogene, hyaline Cylinder, am Rande gegen die Epithelien hin gekörnt und in die körnige Masse des Epithelprotoplasma unmerklich übergehend. Letzteres erschien zum Theil wie geschrumpft, eigenthümlich netzartig verändert, mit blasigen Bildungen oder Vacuolen um den grösstentheils noch erhaltenen Kern. — Die Untersuchung des Harns hatte auch aus Epithelienhaufen bestehende Cylinder ergeben, was auf die Ausspülung von grösseren zusammengehörigen Epithelmassen hindeutet. Wie jene Cylinder theilweise mit Pigmentkörnern besetzt waren, so finden wir auch in den Nieren nicht nur die wurstförmigen die Harnkanälchen ausstopfenden Pigmentmassen, sondern auch einzelne Pigmentkörner in (auf) und zwischen den Epithelzellen und zwischen der Wand des Harnkanälchens und den Epithelien. Jedenfalls sind diese Befunde für die Ausscheidungsart des Pigments innerhalb der Niere von Belang. — An dem Glomeruli war nichts Abnormes wahrzunehmen. Nur ein paar Mal fand ich eigenthümliche blasige farblose Kugeln oder Tropfen zwischen Kapselwand und Gefäßschlinge, welche blasigen Gebilde dann auch weiter unten in den gewundenen und in den geraden Harnkanälchen angetroffen wurden. — Im interstitiellen Bindegewebe war nur ausnahmsweise eine Kernvermehrung und dann ganz circumscript und in dem Nierengewebe zerstreut nachweisbar. — Ich kann es mir ersparen,

ausführlicher diese Nierenveränderungen zu charakterisiren, als dieselben vollständig den Befunden entsprechen, wie sie in neuester Zeit Marchand (dieses Archiv Bd. 77, Heft 3, S. 482) für die Intoxication mit chlorsauren Salzen und Neisser (Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. I, Heft I) bei der Vergiftung mit Pyrogallussäure in so erschöpfender Weise beschrieben haben. — Auch decken sich dieselben vollkommen mit den von Ponfick (Ueber den Tod nach Verbrennung. Berliner klinische Wochenschrift 1876 No. 17) für die Menscheniere gegebenen Schilderungen. — Wir wollen hier gleich bemerken, dass wir die besprochenen Nierenbefunde nicht nur bei den verbrannten Thieren selbst, sondern auch bei solchen fanden, denen entweder künstlich überhitztes Blut eingeleitet worden war, oder solchen, bei denen eine directe Transfusion von Blut verbrannter Thiere gemacht wurde. Es dürften daher obige Veränderungen in unmittelbarem Connex sich befinden mit dem Ausscheidungsprozess des im Blute freigewordenen Hämoglobin durch die Nieren.

Die an den Organen Verbrannter gefundenen Veränderungen, selbst diejenigen an den Nieren, berichtigen uns jedoch in keiner Weise, in denselben die directe Ursache des raschen Todes nach Verbrennungen anzunehmen. — Und so werden wir immer wieder darauf hingewiesen, in dem Blute und den Modificationen, welche es durch Einwirkung hoher Hitzegrade erleidet, die für das tödtliche Ende allein wirksamen Factoren zu suchen. — Da wir aber gesehen haben, dass weder die Anwesenheit des freien Hämoglobins im Blute bedrohliche Symptome hervorruft, noch dass der sichtbare Zerfall der rothen Blutscheiben irgendwie grössere Dimensionen annimmt (vergl. die Ergebnisse der Blutscheibenzählungen), so müssen wir offenbar in der Anhäufung oder in dem Verschwinden irgend welcher anderer Stoffe innerhalb des Blutes von Verbrannten die todbringenden Momente annehmen. — Eine solche Materia peccans wäre gegeben in den Excretionsstoffen, deren Ausscheidung aus den Nieren hochgradig behindert sein könnte durch die Verstopfung der Harnkanälchen mit dem Blutfarbstoff. Dieses Moment wäre von um so grösserer Bedeutung, als durch die Erödung eines Theils der Hautoberfläche durch die Hitze, die Wasserabdunstung durch letztere wesentlich beeinträchtigt wird und durch die Nieren mit übernom-

men werden muss. (Vergl. Erismann, Zeitschrift für Biologie Bd. XI.) In der That ist in den Fällen von hochgradiger Verbrennung, wenn die Individuen längere Zeit am Leben bleiben, eine Verminderung in der Harnausscheidung bemerkbar. — Doch hat man hierbei wohl nie urämische Erscheinungen eintreten sehen. Zweitens geschieht die Erfüllung der Harnwege mit dem ausgeschiedenen Blutfarbstoff allmählich, so allmählich, dass in den Fällen von raschem Tode nach Verbrennungen die Befunde in den Nieren nur ganz geringfügiger Art waren. Sodann sahen wir aber, dass bei Einführung grosser Mengen von überhitztem Blut in die Circulation, wo die Harnwege wie ausgestopft mit den Hämoglobinmassen erschienenen, das Befinden der Thiere nicht alterirt wurde.

Eine zweite Anschauung, nämlich die, dass bei Verbrennungen Fibrinferment im Blute sich bilde und durch diffuse Gefässthrombose tödlich wirke, lässt sich nicht ohne Weiteres von der Hand weisen. — Zunächst ist die Analogie mit den Wirkungen erfrorenen Blutes in Betracht zu ziehen. — Naunyn und Francken (cf. Naunyn, Unters. über Blutgerinnung im lebenden Thiere und ihre Folgen — Archiv f. experiment. Path. 1. Bd. Heft 1) haben durch Einspritzungen von defibrinirtem Blut, das sie nach der Methode von Rollet mehrmals gefrieren und wieder aufthauen liessen, ausgedehnte Gerinnungen in den grossen Gefässen und in Capillarbezirken der verschiedensten Organe erzeugt. Sie injicirten sowohl in's rechte Herz durch die Vena jugul., als auch in die Art. femor. in peripherischer Richtung, dadurch, dass sie von einem eröffneten Ast der Schenkelarterie aus, langsam und gleichmässig durch Erfrieren verändertes Blut dem Blutstrome des Thieres zumischten. Sie erzielten so die intensivsten Resultate, im Gegensatz zu der Einspritzung erfrorenen Blutes in den centralen Stumpf der Carotis oder der Femoralis, welche Einspritzungen resultatlos blieben. Die Versuche von Naunyn und Francken müssen aber im Sinne der Experimente von Köhler (Ueber Thrombose und Transfusion, Eiter- und septische Infection, Inaug.-Diss. Dorpat, 1877) erklärt werden, der durch Einspritzungen von fibrinfermentreichem Blut auf denselben Wegen, wie oben erwähnt, in gleicher Weise ausgedehnte und zum Theil tödtliche Gefässthrombosirungen erzeugte. Auch bei ihm waren Einspritzungen in den centralen Stumpf einer Arterie erfolglos, während die Wirkung des Fermentblutes beim Durchgang durch Capil-

laren (Körpercapillaren oder Lebercapillaren bei Injectionen in Pfortaderäste) bedeutend gesteigert wurde. Sehr interessant sind die Köhler'schen Sectionsbefunde, weil sie zum Theil ganz auffallend mit den Obductionsberichten Verbrannter übereinstimmen. Besonders prägnant ist die Uebereinstimmung mit den Sectionsergebnissen Ponfick's, die derselbe l. c. veröffentlicht hat. Der Bericht über die Veränderungen des Blutes, des Darmes und der Nieren gleicht fast absolut den Sectionsprotocollen der Köhler'schen Versuche mit Injection fermentreichen Blutes. Ponfick vor Allem giebt an, dass „offenbar in Folge der Verbrennungen im ganzen Verlaufe des Verdauungstractus blutige Anschoppungen (und entsprechende Geschwüre) auftreten können“. Er hat die „Injection der Darmschleimhaut einen so hohen Grad erreichen sehen, wie sonst nur bei Cholera oder in einem frühen Stadium der markigen Schwellung bei Typhus abdominalis“.

Von älteren Beobachtern scheint u. A. Long „blutige Anschopungen“ der verschiedenen Capillargebiete in Rücksicht genommen zu haben. So berichtet er (On the post mortem appearances found after burns. The London med. Gazette, 1840. p. 748): „Bei den Verbrennungen finden sich oft vielfach complicirte Affectionen der inneren Organe, wie sie hinzutreten zu Irritationen des Hautorgans, mögen dieselben durch Erysipel, Masern, Scharlach oder Pocken hervorgerufen sein.“

Köhler betont ferner (l. c.) die verminderte Gerinnungsfähigkeit und grössere Dickflüssigkeit des Blutes. Die Apathie, in welche die Thiere nach Einspritzung von fermentreichem Blut verfallen, führt er auf allmäthlich innerhalb des Gehirnes sich entwickelnde capillare Stasen zurück. — Mit letzteren Angaben stimmen die Resultate überein von höchst interessanten Versuchen, über welche Klebs auf der Münchener Naturforscherversammlung (siehe Bericht, 1877. S. 261) Mittheilung gemacht und auf welche wir noch einmal zurückkommen müssen. — Das Blut im Herzen und in den grossen Gefässen fand Klebs flüssig, „dagegen zeigt das die Capillaren der Hirnrinde erfüllende eine Veränderung, welche am besten der von Hüter geschilderten globösen Stase entspricht“. — Auch wir fanden durchgehends, dass die Thiere, falls sie die Verbrennung längere Zeit überlebten, in einen Zustand von Apathie und Anästhesie gerieten, besonders die Hunde, der sich entweder bis zum Tode

dauernd steigerte oder nur vorübergehender Natur war. — Aber selbst grössere operative Eingriffe vertrugen die Thiere ohne jede Schmerzensäusserung, wie in voller Narcose. — Ausgehend zunächst von der Anschauung, dass sich im Blute Verbrannter eine Noxe entwickele, haben wir eine grössere Reihe von meist directen Blutüberleitungen aus der Carotis der verbrannten Thiere in die Vena jugul. gesunder Thiere (selbsverständlich derselben Species) ausgeführt. — Die Einleitungen von überhitztem Blut einfach aus einer Messburette unter dem eigenen Druck der Blutsäule bei möglichst hoher Temperatur des Blutes und nach Abkühlung bis auf Körper- oder Zimmerwärme, sind zum Theil schon mitgetheilt worden. — In ein paar Fällen geschah die Einleitung statt in die V. jugul., in eine V. mesaraica mit Hülfe einer Spritze, nach dem Vorgange von Naunyn (l. c.) und Köhler (l. c.).

#### I. Einspritzungen überhitzten Blutes.

Von den schon ausführlich beschriebenen Versuchen 23, 28 und 32 bringen wir nur die nothwendigen Auszüge.

**Versuch 23 (s. o.).** Weisses, kräftiges Kaninchen. 1,209 Kilo Körpergewicht. Infusion von 20 Ccm. defibrinirten und überhitzten Blutes in die V. jugul. — Nach 4 Stunden Thier noch warm, aber schon todtenstarr gefunden. Die sofortige Section ergiebt: Lungen frei, Herz links contrahirt, enthält ein kleines dunkelrothes Gerinnsel. Im rechten Herzen dunkle, reichliche Gerinnsel, daneben flüssiges blaurothes Blut, ebensolches flüssiges Blut in der Vena cava inf. — In dem Blut des rechten Herzens und der V. cava inf. finden wir nunmehr unter dem Mikroskop stachelförmige rothe Blutkörperchen, spärliche Mikrocyten und zahlreiche, helle „blasige Kugeln (?)“. — Am Herzmuskel, ebenso in Darm, Milz und Leber, weder makroskopisch noch mikroskopisch etwas Abnormes. — Harn- und Nierenbefund siehe oben.

**Versuch 28 (s. o.).** Junger, lebhafter Hund von 2,65 Kilo Körpergewicht, erhält in die V. jugul. sin. eingespritzt 85 Ccm. defibrinirten und überhitzten Blutes. Vorübergehende Dyspnoe, dann Tenesmen. Doch ist das Thier ganz munter. — Nach 24 Stunden Entleerung hämaglobinhaltigen Harns. Thier apathisch, Wunde geschwollen. Nach 48 Stunden Hund traurig. Wunde mit Blutgerinnseln gefüllt. Dieselben alle entfernt. Auswaschung der Wunde mit 3 prozentiger Carbolsäure. Der Harn immer noch Blutfarbstoff enthaltend. — Nach 72 Stunden Thier ganz munter. Wunden in Heilung. Urin hellgelb. — Am 4. Tage wird das Thier durch Genickstich getötet. — Sofortige Section. Den Nierenbefund siehe oben. — Am Herzen Verfettung eines Papillarmuskels der Mitralis. An Lungen, Leber, Milz und Darm nichts Besonderes. Die Lymphdrüsen z. Th. vergrössert, z. Th. markig oder röthlich von Aussehen. — Blut normal, Serum farblos.

**Versuch 32 (s. o). Desfibrinirtes, überhitztes Kaninchenblut**

A. einem Kaninchen rasch in die V. jugul. eingelassen, sehr bald nach der Ueberhitzung. Sofortiger Tod. Gerinnungen in beiden Herz Hälfsten. In den Nieren makroskopisch nichts Abnormes. Leber sehr blutreich. — 75 Min. nach der Ueberhitzung werden weiterhin 16 Ccm. des Blutes (von Zimmertemperatur) einem

B. kräftigen Kaninchenweibchen von 1,88 Kilo Körpergewicht aber langsam in die V. jugul. eingeführt. Nach  $3\frac{1}{2}$  Stunden ganz munter. Entleerung dunkelrothen Urins. Am nächsten Tage ebensolcher Urin aus der Blase per Catheter entnommen. Nach 2 Tagen ist der Urin wieder hellgelb, das Filtrat klar und eiweißfrei. Am 3. Tag ist das Thier ganz munter; wird verblutet. Siehe folgenden Versuch.

**Versuch 34.** Das vor 11 Tagen in Vers. 32 zur Infusion überhitzten Blutes benutzte Kaninchen, das seitdem völlig munter gewesen, wird verblutet und das Blut sammt dem Blute eines anderen normalen Kaninchens nach Desfibrination zusammengegossen und filtrirt. Unter dem Mikroskop erscheint es jetzt ganz normal. — Nach 75 Min. wird es während 15 Sec. in  $100^{\circ}\text{C}.$  heissem Wasserbade auf  $62^{\circ}\text{C}.$  erhitzt und nochmals filtrirt.

A. Ein Kaninchen von 1,73 Kilo Körpergewicht wird um 11 Uhr 40 Min. aufgebunden, zeigt nach 15 Min. eine Rectaltemperatur von  $38^{\circ},5$ . Um 12 Uhr 5 Min., 5 Min. nach Ueberhitzung des desfibrinirten Blutes, erhält es hiervon 26 Ccm. möglichst warm in die Vena jugul. eingeführt, und zwar erst 14 Ccm., dann nach einer Pause noch 12 Ccm. Nach weiteren 5 Min. Tod unter Krämpfen. — Rectaltemp.  $38^{\circ},2\text{ C}.$  — Sofortige Section: In der Leber röthliche Heerde. Im rechten Herzen Gerinnsel. Lungen und übrige Organe nicht verändert. Blase leer.

B. Kaninchen von 2,16 Kilo Körpergewicht. Rectaltemp.  $40^{\circ},0\text{ C}.$  95 Min. nach Ueberhitzung des desfibrinirten Blutes wird dasselbe, auf  $21^{\circ}\text{C}.$  abgekühlt, innerhalb 10 Min. zu je 8, 12 und 6 Ccm. in die V. jugul. eingelassen. Tod nach den letzten 6 Ccm. (um 1 Uhr 40 Min.). — Rectaltemperatur unverändert,  $40^{\circ},0—39^{\circ},9$ . — Section unmöglich (Thier irrhümlicher Weise weggeworfen).

**Versuch 35.** Desfibrinirtes Blut aus zwei Kaninchen gewonnen und in gewohnter Weise überhitzt.

A. Kaninchen von 0,99 Kilo Körpergewicht. Einführung von 4 Ccm. überhitzten Blutes von Körperwärme in die V. jugul. Tod nach 3 Min. bei einer Rectaltemp. von  $37^{\circ},1\text{ C}.$  Gerinnung im rechten Herzen.

B. Kaninchen von 1,4 Kilo Körpergewicht. Einführung von 0,5 Ccm. Blut in die V. jugul. Tod durch Gerinnung im rechten Herzen.

In Vers. 34 und Vers. 35 wurde auch der Blutdruck gemessen. — In Vers. 34 betrug beim Thier A der Normaldruck 112 Mm. Hg, um während der Infusion der ersten 14 Ccm. überhitzten Blutes von 115 auf 70 Mm. zu sinken, aber bald unter heftigen und sehr frequenten Athembewegungen und Erhöhung der Pulsfrequenz von 4 auf 12—15 Schläge pro Athemzug auf 154 Mm. emporzugehen. Die Tiefe der Athembewegungen nimmt bald ab und bei einem Stand des Blutdruckes von 148 Mm. geschieht die zweite Infusion von 12 Ccm. Blut. Jetzt fällt der Druck rasch auf 118 Mm. und von da ab allmählich bis zur Abscisse, wobei

nur einzelne Herz- und Athemcontraktionen aufgezeichnet werden bis zu dem unter Krämpfen erfolgenden Tode. — Beim Kaninchen B stand der Normaldruck auf 118 Mm. Nach Infusion von 8 Ccm. überhitzten Blutes fiel er auf 80 Mm. um unter den oben geschilderten Symptomen der Athem- und der Palsfrequenz auf 170 Mm. rasch zu steigen. Bei Infusion der weiteren 12 Ccm. fällt der Druck von 134 auf 65 Mm., hebt sich bald wieder auf 138 Mm., auf welcher Höhe derselbe bei regelmässiger Athemfrequenz längere Zeit verweilt. Nun werden langsam die letzten 6 Ccm. infundirt, wobei der Blutdruck unter Zunahme der Athemfrequenz auf 82 Cm. herabgeht. Von da ab unregelmässige Herzaction und Athemung. Unter Krämpfen des Thieres sinkt der Druck bis zur Abscisse.

In Versuch 35 bei dem schwächlichen Kaninchen A betrug der Normaldruck 98 Mm. Durch Infusion von bloß 4 Ccm. überhitzten Blutes entsteht eine auffällige Blutdruckschwankung von 102 auf 29 und wieder auf 134 unter hochgradiger Steigerung der Athemfrequenz. Bald erlöschen Puls und Respiration und der Druck fällt plötzlich zur Abscisse ab. — Bei Kaninchen B war der Blutdruck im allmählichen Absinken von 158 bis auf 100 Mm. angekommen, als die Einführung von kaum 0,5 Ccm. überhitzten Blutes plötzlich den Druck zur Abscisse absinken lässt.

Diesem charakteristischen Verlauf der Blutdruckcurven gegenüber stehen uns solche von anderen Experimenten zu Gebote, wo concentrierte Sodalösung zweimal in's linke Herz, einmal in die V. jugul. eingeflossen war; ein viertes Mal handelte es sich um plötzlichen Eintritt von Luft in die V. jugularis. In allen Fällen trat der Tod rasch ein. Allein die Blutdruckcurven zeigen einen nur allmählichen Abfall zur Abscisse, der nur in dem Fall von Lufteintritt von einer gesteigerten Athemfrequenz aber ohne Erhöhung des Blutdruckes unterbrochen wird. — Bei Infusion überhitzten Blutes dagegen finden wir jedesmal nach einer plötzlichen Erniedrigung des Blutdruckes eine rasch folgende Erregung des Gefäss- und des Athemcentrums, die von einer eben so raschen Lähmung beider gefolgt werden.

Dass die Temperatur, bei welcher das Blut eingespritzt wird, nicht von Belang ist, erhellt aus folgendem

**Versuch 38.** Kräftiger schwarzer Kaninchenbock von 1,28 Kilo Körpergewicht. — Bei gleichzeitiger Messung des Blutdruckes und der Rectumtemperatur erhält das Thier in Intervallen verschieden heisse halbprozentige Kochsalzlösung in die V. jugul. eingeleitet, was am besten aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Zeit seit Beg. d. Vers.	Blutdr. in Mm. Hg	infundirte ½ proc. NaCl.-Lös. in Ccm.	Temp. d. NaCl.-Lös. (a.d. Einflussstelle in die Vene)	Temp. im Rectum.
11 Uhr 40 Min.	101	—	—	—
—	109	—	—	—
—	100 }	5	57°	—
—	100	5	54°	—
—	100	7	50°	—
11 Uhr 53 Min.	100	10	45°	38°,8
—	100	6	60°	—
—	100	6	52°	—
—	100	10	49°	—
12 Uhr 5 Min.	—	—	—	38°,8
	100	—	—	—
12 - 20 -	70	—	70°	38°,8
	105	—	—	—
	95	Unruhe, Stöhnen	—	38°,6
12 Uhr 30 Min.	84	—	—	—
12 - 35 -	85	—	—	38°,2

Der unmittelbar darauf per Catheter entleerte Urin enthält viel Schleim, sonst keine geformten Bestandtheile. — Um 7 Uhr Abends Rectaltemp. 39°,8. Der Urin trübe, wie faecal. Das Filtrat gelbröthlich (hämoglobinhaltig?), bräunt sich bis zum nächsten Morgen. Im Sediment unter dem Mikroskop: reichliche körnige Schleimmassen, viele normale und ausgelaugte rothe Blutkörperchen. — Nach 24 Stunden Thier ganz munter. Rectaltemp. 39°,8 C. Der mit Catheter entleerte Urin zeigt unter dem Mikroskop reichliche Blasenepithelfetzen, rothe Blutkörperchen und „Schatten“ jedoch spärlicher wie gestern. Filtrat hellgelb, enthält geringe Mengen Eiweiss. — Nach 48 Stunden ist das Thier ebenfalls munter, der Urin nunmehr klar, goldgelb. Im Filtrrrückstand unter dem Mikroskop sparsame junge Epithelzellen, wenige rothe Zellen und farblose Blutkörperchen. Das Filtrat schwach eiweisshaltig. — Nach 72 Stunden ist das Thier sehr munter. Rectaltemp. 40°,2. Urin hellgelb, mit wenig Sediment. Letzteres enthält meist Schleimmassen, wenig weisse und rothe Zellen und Epithelen. Das Filtrat eiweissfrei. — Thier bleibt am Leben. Beobachtung unterbrochen.

Dieser Versuch bestätigt zunächst Worm-Müller's<sup>1)</sup> und meine Erfahrungen<sup>2)</sup> über die Unveränderlichkeit des Blutdruckes selbst bei starker Vermehrung des Inhaltes im Gefäßsystem. — Die Gesammtmenge der eingeführten Kochsalzlösung betrug hier 4,6 pCt. des Körpermengewichtes oder wenn die Blutmengen des Thieres à 5 pCt. berechnet, 64 Grm. ausmacht, so fand fast eine Verdop-

<sup>1)</sup> Die Abhängigkeit des arteriellen Druckes von der Blutmenge. Arb. d. physiol. Anstalt zu Leipzig.

<sup>2)</sup> Ueber die Anpassung der Gefässe an grosse Blutmengen. Daselbst.

pelung des Gefässrauminhaltes statt. — In noch weiteren Grenzen fanden Cohnheim und Lichtheim<sup>1)</sup> obige Thatsache bestätigt, bei Ueberschwemmung des Gefässsystems mit halbprozentiger Kochsalzlösung. — Unser Versuch hatte dagegen den Zweck, den Nachweis zu führen für die Ungefährlichkeit der Einfuhr höher temperirter Salzlösungen. — Wie auch Cohnheim und Lichtheim (l. c.) in einer Reihe von Versuchungen Hämoglobinurie beobachteten, wenn die Kochsalzlösungen nicht ganz rein oder nicht genau halbprozentig waren, so scheint auch unser Harnbefund dieselbe Deutung zu verlangen.

**Versuch 40 (s. o.).** Lebhafter kräftiger junger Hund von 5,88 Kilo Körpergewicht. Mittags Einbinden einer Canüle in die Art. prof. fem. sin. — Der entnommene Urin farblos, eiweissfrei, ohne geformte Bestandtheile. Die entnommene Blutprobe scheidet farbloses Serum ab. — Der Versuch einer directen Blutüberführung peripherisch in die A. femoralis, direct aus der Carotis eines anderen verbrannten Thieres misslingt. — Daher wird 6 Stunden später eine Canüle central in die Art. fem. dextr. eingebunden. Das vor 6 Stunden verbrannte Thier wird nunmehr tödtlich verblutet, das Blut sorgfältig defibriniert. Es enthält fast lauter zackige rothe Blutkörperchen, nur vereinzelte rothe Körner, aber auffallend viele weisse Zellen. Das Serum dunkelroth. — Von diesem Blute werden unserem Hunde während 16 Min., mit Zwischenpausen von je 3 Min. je 25, 25, 25 und 23 Ccm. central in Art. femoralis ohne Schwierigkeiten eingespritzt. Rectumtemperatur vor der Transfusion 39°,3, nach der Transfusion 38°,7. Thier ganz munter. — Nach 18 Stunden sehr munter, aber keine Fresslust, Wunde links geschwollen, rechts reactionslos. Rectumtemperatur 39°,1. Urin hellgelb, sauer, enthält reichlich Eiweiss, sparsame hyaline Cylinder zum Theil mit Körnern besetzt, einzelne Blasenepithelien, einzelne körnige Pigmentcylinder, freie Pigmentkörner und einzelne ausgelaugte zackige rothe Blutkörperchen. Nach Monatsfrist, wobei das Thier sich völlig erholt hat, wird es zu Vers. 47 verwendet (s. o.).

**Versuch 44.** Das durch Verblutung von 2 Kaninchen gewonnene, defibrinierte und sorgfältig filtrirte Blut wird während 1 Min. in 100° C. heissem Wasser auf 67° C. erhitzt und nochmals filtrirt. — 1½ Stunden später erhält ein grosses kräftiges Kaninchen nach Blosslegung einer grösseren V. mesaraica, 22 Ccm. dieses Blutes in letztere eingespritzt. Tod nach 3½ Stunden. — Section, erst nach 20 Stunden möglich: Septische Peritonitis mit trübem, flockigem Erguss. Eine Darmschlinge mit unterbrochener Circulation brandig. Central hiervon die Injectionswunde in der Vene. Zwischen dieser und der Porta hepatis, beiderseits von collabirtem Venenlumen begrenzt, ein dicker Blutpropf, das Gefäss verstopfend. — An Bauch- und Brustorganen makroskopisch nichts Abnormes. Die Herzhöhlen mit in die Venen und die Arterien fortgesetzten Gerinnseln gefüllt, feste Gerinnsel im ganzen

<sup>1)</sup> Ueber Hydrämie und Oedem. Dieses Archiv Bd. 79.

Aortenstamme. Milz in Fäulniss begriffen. In der Blase portweinfarbiger Urin, zeigt unter dem Mikroskop Blasenepithelien, zahlreiche blassrothe Blutkörperchen, wurstförmige körnige Farbstoffeylinder und Schleimcylinder.

**Versuch 46.** Aus einem gesunden Kaninchen (vergl. unten Vers. 45) gewonnenes und defibriniertes Blut wird während 3 Min. langsam auf 63° C. erwärmt und filtrirt. Hiervon erhält 5 Min. später ein lebhaftes Kaninchen von 1,18 Kilo Körpergewicht in eine Mesenterialvene 20 Ccm. langsam eingespritzt. Nach 10 Min. plötzlicher Tod. — Die sofortige Section ergiebt nichts Abnormes. Herzblut flüssig; im linken Ventrikel zeigt es normale runde Blutscheiben, im rechten fast durchgehends zackige rothe Blutkörperchen.

Endlich mag ein Versuch beiläufig Erwähnung finden, wo einem kräftigen Kaninchenbock circa 20 Ccm. vor 24 Stunden während 10 Min. auf 63° C. langsam erhitzen und filtrirten Hundeblutes in beide Hoden unter grössten Reinlichkeitscautelen gespritzt wurden. — Nach 24 Stunden war das Thier ganz munter. Der bis dahin entleerte Urin schwach sauer, trüb, eiweissfrei. Ebenso verhält sich der unmittelbar per Catheter entleerte Urin. Der Filterrückstand zeigt unter dem Mikroskop reichliche Dumbellskristalle, viele Schleimcylinder, einzelne hyaline und einzelne blutig tingirte Cylinder. — Nach 3 Tagen wird das ganz muntere Thier durch Curare getötet. Im Ductus thoracicus wasserhelle Lymphe. In den Nebenhoden nur um die Einstichstellen röthliche Suffusion des Gewebes. Sonst ergiebt die sofortige Section nichts Abnormes.

Die Ergebnisse der Infusion gleichartigen defibrinierten und überhitzten Blutes in die V. jugul. zeigen, dass zwei Thiere dieselbe überlebten, der Hund in Vers. 28 und das Kaninchen in Vers. 32. Beide hatten anfänglich Hämoglobin im Harn, das sich aber schliesslich daraus verlor. Das Befinden der Thiere hatte durch die Infusion nicht gelitten. — Ebenso überlebte der Hund in Vers. 40 die Injection, die central in die Art. fem. gemacht worden war, ohne Schaden, ohne dass sein Urin jemals freien Blutsstoff enthalten hätte. Dies stimmt mit der Erfahrung von Naunyn (l. c.) überein, der bei Einspritzungen erfrorenen Blutes in den Aortenstrom durch die Carotis oder durch die Femoralis, die sonst beobachteten Folgen ausbleiben sah. — Auch die Einpressung überhitzten, aber fremdartigen (Hunde-) Blutes durch den Hoden in den Ductus thoracicus bei dem zuletzt erwähnten Kaninchen wurde ohne Schädigung des Befindens ertragen. — Alle anderen Thiere gingen nach der Infusion und zwar meist unmittelbar zu Grunde. — Nur in Vers. 23 und in Vers. 44 wurden die Kaninchen erst nach etwa vier Stunden todtenstarr, aber noch warm gefunden. — Beim Kaninchen A in Vers. 32 trat der Tod sofort nach der Infusion ein,

in Vers. 34 einmal nach 5 Minuten (Kaninchen A) und einmal auch sofort (Kaninchen B) nach der Infusion ein. In Vers. 35 wurden dem Thiere A nur 4 Ccm. Blut eingelassen, dem Thiere B nur etwa 0,5 Ccm. Beide gingen dabei rasch zu Grunde. — Das Kaninchen von Vers. 46 starb plötzlich 10 Minuten nach Infusion des Blutes in die V. mesaraica. — Die Irrelevanz der Temperatur des Blutes während der Einspritzung erhellt auch hier daraus, dass in Vers. 34 sowohl das Thier A wie das Thier B von dem Blute 26 Ccm. Blut erhielten. Dem Thier A wurde das Blut möglichst warm, d. h. bald nach Ueberhitzung auf 62° C., dem Thier B auf 21° C., abgekühltes Blut eingelassen. Beide gingen rasch zu Grunde, wie die Thiere in Vers. 35.

Unter den pathologischen Befunden der Organe fanden wir zunächst an den Nieren ebensolche Veränderungen des Epithels der gewundenen Harnkanälchen und die Bildung von Hämoglobin — und von hyalinen Cylindern, wie sie auch bei den verbrannten Thieren angetroffen wurden und wie sie auch hier in einfachster Weise sich erklären, dadurch, dass die Nieren von Blut durchströmt werden, welches gelöstes und körniges Blutpigment enthält. Ponfick (Berl. klin. Wehnschrft. I. c.) hat diese Vorgänge als eine „Verbrennungsnephritis“, die körnige Schrumpfung des Protoplasma der Nierenepithelien als eine Verfettung bezeichnet. Uns ergab die Behandlung frischer Nierenschnitte mit Ueberosmiumsäure, dass nur wenige Körner die Fettreaction lieferten; die körnige Trübung verschwand fast vollständig bei Zusatz von Essigsäure. So auch in den Nieren verbrannter Thiere. — Der rasche Tod trat meist ein in Folge von Gerinnungen im rechten Herzen (Vers. 23, 32A, 34A 35A und B), wie solche auch bei Einspritzung sehr fermentreichen Blutes vorkommen. — Auch das Flüssigbleiben des blaurothen Blutes in der V. cava inf. längere Zeit nach dem Tode (Vers. 23), die Vergrösserung und theils markige, theils blutige Infiltration der mesenteriellen oder mediastinalen Lymphdrüsen, sind Befunde, wie sie Köhler (I. c.) ebenfalls bei Thieren gefunden hat, welche die Infusion von Fermentblut in die A. cruralis in peripherer Richtung einige Zeit überlebt hatten.

II. Transfusion des arteriellen Blutes verbrannter Thiere in die V. jugul. gesunder (gleichartiger) Thiere.

**Versuch 14.** Grosses graues, lebhaftes Kaninchen A von 1,87 Kilo Körpergewicht (früher zu Tuberkelimpfungen erfolglos benutzt). In 75° C. heissem Wasser verbrüht.

Schwarzweisses lebhaftes Kaninchen B von 1,95 Kilo Körpergewicht. — Erhält aus der Carotis des Kaninchens A 9 Grm. Blut in die V. jugul. (wie lange nach der Verbrühung des Thieres A?). — Eine halbe Stunde nach der Transfusion stirbt Kaninchen B plötzlich. Sofortige Eröffnung der Herzähnlichen zeigt in dem noch schlagenden Herzen keine Blutgefässer. — Nach Defibrinirung finden wir in dem Herzblut normale Blutkörperchen; das abgesetzte Serum farblos.

**Versuch 15 (s. o.).** Directe Transfusion von 20 Grm. Blut aus der Art. carot. eines vor 20 Min. während 1 Min. in 70° C. heissem Wasser verbrühten Kaninchens. — Das grauschwarze kräftige Kaninchen B wiegt ursprünglich 1,945 Kilo und stirbt etwa 8—10 Stunden nach der Transfusion. Section nach 12 Stunden zeigt das Blut in beiden Herzähnlichen flüssig, worin unter dem Mikroskop normale rothe Blutkörperchen und viele weisse Zellen sichtbar. Auch die Vena cava ist mit ebenfalls flüssigem Blute reichlich gefüllt. Hyperämie der Leber und der Nieren. Am Hirn und den übrigen Organen nichts Abnormes.

**Versuch 15 (s. o.).** Altes graues Kaninchen von 1,855 Kilo Körpergewicht erhält aus der Carotis eines vor 15 Min. während 30 Sec. in Wasser von 70° C. nur mässig verbrühten Kaninchens 15 Ccm. Blut. — Nach 2 Tagen Thier ganz munter, wird anderweitig verbraucht. Das verbrannte Thier starb erst am Abend des Verbrennungstages.

**Versuch 17 (s. o.).** Kräftiges weisses Kaninchen A von 2,152 Kilo Körpergewicht. — In 100° heissem Wasser an der hinteren Körperhälfte und an den Vorderpfoten verbrüht. — Recht munter, stirbt nach 25 Min. bei der Verblutung in Thier B. Der Urin in der Blase bei der Section hellgelb, eweißfrei.

Lebhaftes weisses Kaninchen B von 1,85 Kilo Körpergewicht. — Erhält 25 Min. nach Verbrühung des Thieres A, 32 Ccm. Blut aus der Carotis in die V. jugul. übergeleitet. Nachher ganz munter. Nach 45 Min. Rectaltemp. 38°,0 C. Nach 24 Stdn. letztere 39°,2, nach 48 Stdn. letztere 38°,6. Thier sehr munter. Wird jetzt (nach 2 Tagen also) verbraucht in folgendem

**Versuch 18 (s. o.),** wo das Thier durch zweimaliges Eintauchen in 86° C. heisses Wasser verbrüht wird. Nach einer Stunde Collaps und Entleerung blutig tingirten Urins. 75 Min. nach der erstmaligen Verbrühung werden 28 Grm. Blut aus der Carotis des Thieres dem kräftigen weissen Kaninchen B von 2,14 Kilo Körpergewicht in die V. jug. übergeleitet. Rectaltemp. vor der Transfusion 39°,6 C., 17 Min. nach der Transfusion 38°,6. Das Thier ist matt und hinfällig. Erschwere Respiration. 33 Min. nach der Transfusion Tod.

**Versuch 19 (s. o.).** Verbrühung des Thieres A durch zweimaliges Eintauchen in 100° C. heisses Wasser. Rectaltemp. vor der Verbrühung 39°,8 C., 10 Min. nach der Verbrühung 43°,2, 20 Min. nach der Verbrühung 41°,4. Bei dieser Temperatur wird das Thier verblutet, das Blut defibrinirt. Den mikroskopischen Befund s. o. — 15 Ccm. des defibrinirten Blutes werden einem grossen,

kräftigen, weissen Kaninchen B von 2,68 Kilo Körpergewicht und 39°,6 C. Rectumtemperatur in die V. jugul. aus einer Burette eingelassen. Temperatur nachher unverändert. — Nach 24 Stdn. ist das Kaninchen ganz munter, die Rectaltemperatur 40°,2. Wird anderweitig verbraucht.

**Versuch 20.** Schwarzer lebhafter Kaninchenbock bis zur Bauchmitte in 100° C. heissem Wasser verbrüht. Nach 85 Min. nochmalige Verbrühung, 25 Min. später Verblutung und Desfibrinirung des Blutes. Ein mittelgrosses kräftiges Kaninchen von 1,805 Kilo Körpergewicht erhält blos ein paar Tropfen des Blutes in die V. jugul., da das Blut bald in dem Einleitungsrohr gerinnt. Das Kaninchen stirbt trotzdem sofort. Linkes Herz zeigt sich bei der sofortigen Section leer, im rechten Herzen flüssiges Blut, ebenso in Art. pulm. und den Vv. cavae.

**Versuch 21 (s. o.).** Ein kräftiges Kaninchen in 100° C. heissem Wasser verbrüht. Collaps, das Thier erholt sich. Nach 69 Min. tödtlich verblutet durch Aderlass von 26 Ccm. Blut bei etwa 36°,0 Rectaltemp. Das Blut zeigt röthliches Serum, theils zackige, theils gequollene, rasch zu Boden sinkende rothe Blutkörperchen; wird defibrinirt und in einer Menge von 23,5 Ccm. einem jungen grauen, lebhaften Kaninchen von 1,15 Kilo Körpergewicht in die V. jugul. eingelassen. — Unter Schreien rascher Tod des Kaninchens. — Sofortige Section: im rechten Herzen dunkles, flüssiges, langsam gerinnendes Blut. An der Valv. tricuspid. Fibringerinnsel, in Art. pulm. fortgesetzt. Lungen frei. — Linkes Herz mit hellrothem Gerinnsel ausgestopft bis in die Aorta hinein. In keinem Organe der Bauchhöhle Infarcte. Feste dunkle Thromben in V. cava inf., Vv. renales, V. portarum und allen anderen Pfortaderästen.

**Versuch 22.** Mittelgrosses graues, kräftiges Kaninchen von 1,645 Kilo Körpergewicht.

Um 10 Uhr 20 Min. aufgebunden.	Rectumtemp. 40°,0.
- 10 - 25 -	Axillartemp. 39°,2—38°,9.
- 10 - 30 -	in 100° C. heissem Wasser verbrannt.
- 10 - 45 -	Canule in A. carotis eingebunden.
- 10 - 45 -	Axillartemp. 38°,8 C.
- 11 - — -	38°,4
- 11 - 30 -	37°,4
- 12 - — -	36°,1
- 12 - 5 -	Transfusion von 25 Grm. Blut in Thier B.
- 12 - 15 -	Axillartemp. 35°,0. — Tod.

Der sofort aus der Blase entnommene Urin hellgelb, trüb, enthält reichliche körnige Schleimmassen, reichliche Dumbells von  $\text{CaCo}_3$ , spärliche hyaline und Epithelialcyliner.

Das Thier B war ein junges weisses, lebhaftes Kaninchen von 1,195 Kilo Körpergewicht. — Es erhielt 95 Min. nach Verbrühung des Thieres A 25 Grm. Blut aus dessen Carotis, und zwar um 12 Uhr 5 Min. — Die Rectaltemperatur betrug 10 Min. später 38°,6 und 25 Min. nach der Transfusion 40°,2. — Das Thier blieb munter und da es drei Tage lang keine Krankheitssymptome zeigte, wurde es anderweitig verbraucht.

**Versuch 43 a.** Mittelgrosser, magerer grauer Kaninchenbock A von 1,4 Kilo Körpergewicht. Entnahme aus einer Carotis einer Blutprobe von  $2\frac{1}{2}$  Cem., die ein farbloses Serum abscheidet. — Um 12 Uhr 14 Min. und um 12 Uhr 25 Min. Verbrühung in  $100^{\circ}$  C. heissem Wasser während 1 Min. bis zur Spin. ant. sup. Rectaltemperatur um 12 Uhr 25 Min.  $39^{\circ},6$  C. Um 12 Uhr 28 Min. directe Blutüberleitung in Thier B, ein kleines, munteres, weisses Kaninchenweibchen von 1,15 Kilo Körpergewicht, welches hierbei 30 Grm. Blut eingeführt bekommt. — Das Blut des verbrühten Tieres scheidet beim Gerinnen rothes Serum aus. Die Section des noch zuckenden Herzens ergibt einzelne subendocardiale Ecchymosen links; sparsames flüssiges Blut in beiden Ventrikeln. — Das Kaninchen B zeigt sich etwa  $6\frac{1}{2}$  Stunden nach der Transfusion ganz munter. Der per Catheter aufgefangene Urin ist stark sauer und gestehst nach 24 Stunden zu einer gelblichen Gallerte. Unter Wasserzusatz erhält man hieraus ein Filtrat, welches Eiweiss und Urate enthält. Der Rückstand zeigt unter dem Mikroskop nur Schleimzellen, Krystalle aus kohlensaurem Kalk und Blasenepithelien. — 24 Stunden nach der Transfusion ist das Thier munter, sein Urin alkalisch, milchig getrübt und liefert ein krystallinisches Sediment von Uraten und kohlensaurem Kalk. — Nach 12 Tagen wird das Thier anderweitig verbraucht (Versuch 44).

- Versuch 41 (s. o.).** Kräftiger, grosser, weisser Bock, 1,63 Kilo wiegend. 11 Uhr 26 Min. aufgebunden. Urin goldgelb, stark sauer, eiweissfrei, enthält nur einzelne Blasenepithelien, Schleimkugeln und Schleimzylinder.
- 11 - 48 - Rectumtemp.  $36^{\circ},7$ . Laparatomie. Einbinden einer Canüle in eine Vena mesaraica.  
Entnahme von 2 Cem. Blut. Unter dem Mikroskop zeigt es: fast alle rothe Blutkörperchen zackig, spärliche weisse Zellen. Serum schwach röthlich.
- 12 - 22 - Rectumtemp.  $35^{\circ},9$ .
- 12 - 36 - Beginn der Blutüberleitung aus der Carotis von Thier A, welches vor 5 Min. während 2 Min. mit  $100^{\circ}$  C. heissem Wasser verbrüht worden.
- 12 - 42 - Krämpfe. Entleerung bräunlichen Urins. Wiegt jetzt 1,64 Kilo, hat also 10 Cem. Blut transfundirt bekommen.
- 6 - 30 - Thier munter, Rectaltemp.  $36^{\circ},1$ . — Entnahme von Urin, der stark sauer, rothbraun mit flockigem bräunlichen Sediment und röthlichem, hämoglobinhaltigem Filtrat. Das Sediment zeigt sehr reichliche, rothe zackige, grössttentheils ausgelaugte, rothe Blutkörperchen, viele weisse Blutzellen, Schleimbaufen mit eingeschlossenen rothen Blutkörperchen, auch wurstförmige Cylinder aus grossen rothen Körnern, die durch Schleim zusammengekittet erscheinen, daneben freie Körner, spärliche Blasenepithelien.

Nach etwa 24 Stunden Thier traurig, schwach, moribund. Wird verblutet. — Das Blut scheidet stark rothfarbiges Serum ab, verhält sich sonst unter dem Mikroskop normal. Sofortige Section ergibt diffuse septische Peritonitis mit Gangrän einzelner Dünndarmschlingen, deren Gefäße abgebunden worden waren. Niere,

Leber, Milz zeigen makroskopisch nichts Abnormes. In den Lungen ausgedehnte hämorrhagische Heerde, auf deren Querschnitt blutiger Schaum ausgepresst wird. Herz zeigt links mehrfache subendocardiale Blutungen, sparsame Blutgerinnsel in der Höhle. — Urin in der Blase hellgelb mit bräunlichem Sediment, das unter dem Mikroskop zeigt: sehr reichliche, entfärbte, rothe Blutkörperchen, z. Th. auch braunrothes, körniges, zusammengebackenes Pigment. Viel freie Körner, einzelne weisse Zellen und Blasenepithelien.

**Versuch 25.** Kleiner schwarzer Hund A von 1,85 Kilo Körpergewicht, wird in 100° C. heissem Wasser bis unter die Achseln verbrüht. Nach 49 Min. eine zweite Verbrühung. — 90 Min. nach der ersten Verbrühung Blutüberleitung in Hund B. Gewichtsverlust 70 Grm. Thier moribund. Rectaltemp. 10 Min. nach Transfusion 36°,8.

Hund B von 3,13 Kilo Körpergewicht munter. Hat vor Wochen die Versenkung einer freien Darmschlinge in die Bauchhöhle überstanden. — Blutzufuhr durch Transfusion beträgt 50 Grm. Blut. — Nach 24 Stunden ganz munter. Wird getötet.

**Versuch 26 (s. o.).** Kleiner munterer Hund wird während 1—2 Min. in 100° C. heissem Wasser bis an die Achseln verbrannt. 8½ Stunden nach der Verbrennung, wo das Thier apathisch und reactionslos ist, selbst bei Vaguszerrung, werden aus seiner Carotis ein paar Cubikcentimeter Blut in die V. jugul. eines Hundes B, eines weishaarigen, jungen mageren Thieres, eingeleitet. In der Leiche des Hundes A fand sich in der Blase blutrother sparsamer Urin (s. o.). Das Thier B hatte bereits eine Operation am Ductus Stenonianus überstanden. Das ursprüngliche Gewicht betrug 4,649. Nach Transfusion ist das Thier munter, entleert hellgelben Urin. Zeigt am 2. und 3. Tage keine Störungen. — Beobachtung unterbrochen.

**Versuch 27 (s. o.)** Einem schwarzen, sehr mageren, hungrigen Hundebastard (Weibchen) von 3,140 Kilo Körpergewicht werden aus einem anderen Hunde 140 Grm. Blut, 15 Min. nach dessen 45 Sec. andauernden Verbrühung in Wasser von 100° C., übergeführt. Das Blut gerinnt zuletzt bei der Ueberleitung rascher. Nach der Transfusion ist das Thier B sehr munter. Bleibt am Leben.

**Versuch 30 (s. o.).** 23½ Stunden nach Verbrühung eines alten Hundes während 30 Sec. in 100° C. heissem Wasser, werden aus dessen Carotis 40 Grm. Blut einem sehr jungen lebhaften Hund von 2,26 Kilo in die V. jugul. eingelassen. Bei der Transfusion hatte der verbrühte Blutspender blutrothen Harn entleert. Rectaltemperatur nach Transfusion 38°,2. Der aufgefangene Urin hellgelb. — Nach 5 Stunden Thier ganz munter, ebenso nach 24 Stunden, wo die Rectaltemperatur 40°,1 beträgt und wo hellgelber, eiweissfreier Harn ohne geformte Elemente entleert wird. Nach 48 Stunden Thier ebenfalls munter. Daher Beobachtung unterbrochen.

**Versuch 37 (s. o.).** Verbrühung einer kleinen Hündin bis an die Arme in 90° heissem Wasser. Sofortige Transfusion in Thier B. Es ist dies ein kräftiger junger schwarzer Hund, sehr scheu, von 5,53 Kilo Körpergewicht. Der Hund erhält

110 Grm. Blut bei 3871 Grm. Eigenblut (à 7 pCt.). Vorher entnommener sparsamer Harn hellgelb, sauer, eiweissfrei. — Nach einer Stunde ganz munter, ebenso Abends nach 6 Stunden. Grosse Fresslust. Entleert viel gelben Urins von Rheinweinfarbe, der neutral oder schwach sauer reagirt und Eiweiss enthält. Das Harnsediment zeigt unter dem Mikroskop nur spärliche geformte Bestandtheile, einzelne Blasenepithelien und Epithelfsetzen, mehrfache hyaline Cylinder, mit farblosen und mit Pigmentkörnern besetzt. Einzelne weisse, einzelne ausgelaugte rothe Blutkörperchen und theils in Körnern, theils in Conglomeraten schwimmendes gelbrothliches Pigment. — Nach 2 Tagen ist der Hund ganz munter, bleibt am Leben. — Das in den Herzhöhlen des Blutspenders vorhandene flüssige Blut zeigte unter dem Mikroskop viele Stechpfeilformen der rothen Blutkörperchen und zahlreiche den Stechpfeilspitzen entsprechende Pigmentkörnchen. Sonst hatte die Section nichts makroskopisch Abnormes ergeben.

Wenn wir unter Anlehnung an die Injectionen künstlich überbeizten Blutes zunächst die Versuche mit Einführung defibrinirten Blutes verbrühte Thiere in die V. jugul. berücksichtigen, welche alle an Kaninchen gemacht sind, so finden wir, dass in Vers. 19, wo 20 Min. nach der Verbrühung 15 Ccm. = 0,56 pCt. des Körpergewichts an Blut eingeführt wurden, das Thier die Infusion überlebte. In Vers. 21 wurden 69 Min. nach der Verbrühung 23,5 Ccm. = ca. 2 pCt. des Körpergewichts an Blut eingeleitet. Hier ging das Thier bald nach der Transfusion rasch zu Grunde und es fanden sich ausgedehnte Gerinnungen in beiden Herzen, der Vv. cavae, der Aorta und im Pfortadersystem. In Vers. 20 hatte das Kaninchen kaum 0,5 Ccm. in's Herz bekommen und ging trotzdem sofort zu Grunde. Das Blut war in diesem Falle in allen grossen Gefässen durchaus flüssig. — Die Transfusion geschah hier 110 Min. nach der ersten und 25 Min. nach der zweiten Verbrühung dem Kaninchen A. — Die Versuche mit directer Blutüberleitung aus der Carotis des verbrühten Thieres in die V. jugul. eines gesunden betreffen 7 Kaninchen und 5 Hunde. — Von den Kaninchen blieben vier am Leben (Vers. 16, 17, 22 und 43a). Sie hatten je 0,8, 1,7, 2 und 2,6 pCt. ihres Körpergewichts an Blut erhalten. — Das Blut war 5, 15, 25 und 95 Min. nach der Verbrühung transfundirt worden. — Es gingen zu Grunde die Kaninchen in Vers. 14, 15 und 18 und zwar 30 Min., 8—10 Stunden und 33 Min. nach der Transfusion. — Bei derselben erhielten die Thiere 0,46, ca. 1 und 1,3 pCt. ihres Körpergewichts an Blut, welches einmal unmittelbar, dann 20 und 75 Min. nach der Verbrühung übergeleitet worden war. — In

Vers. 41 nach directer Blutüberleitung von der Carotis in eine V. mesaraica ging das Thier, ebenso wie die Kaninchen in Vers. 44 und 46, denen künstlich überhitztes Blut auf demselben Wege eingespritzt worden war und zwar nach etwa 24 Stunden unter peritonitischen Erscheinungen zu Grunde, ohne ausgedehnte Gerinnungen.

Schon aus Obigem erhellte, dass innerhalb gewisser Grenzen weder die Quantität des eingespritzten Blutes noch die Zeit, die seit der Verbrühung des Blutspenders bis zur Transfusion verflossen ist, das directe ursächliche Moment für den tödtlichen Ausgang abgeben.

— Noch sicherer ergiebt sich obiger Schluss aus den an Hunden angestellten Versuchen. Alle fünf Hunde (Vers. 25, 26, 27, 30, 37) blieben am Leben. Sie hatten 1,6 pCt., ein Paar Ccm., 4,45, 1,7 und ca. 2,0 pCt. des Körpergewichts an Blut transfundirt erhalten. Bis zur Transfusion waren seit der Verbrühung der Blutspender 90 Min. (seit der ersten und 41 Min. seit der zweiten Verbrühung)  $8\frac{1}{2}$  Stunden, 15 Min.,  $23\frac{1}{3}$  Stunden und in Vers. 37 blos ein Paar Minuten verstrichen.

Aber auch die Sectionsbefunde der gestorbenen Kaninchen geben uns wenig Anhaltspunkte. In Vers. 18 war keine Section gemacht worden. In Vers. 14 fanden wir keine Gerinnungen im Herzen. Das Serum war farblos. Auch in Vers. 15 war das Blut selbst 12 Stunden nach dem Tode überall flüssig, vor Allem in Herz und Vv. cavae. Leber und Nieren erschienen hyperämisch. In Vers. 41 war ausser den blutreichen Heerden in den Lungen Nichts makroskopisch Abnormes an den übrigen Organen. — Während die Einspritzungen künstlich überhitzten Blutes uns einige Anhaltspunkte für die Annahme zu bieten schienen, dass möglicherweise bei Verbrühung die Bildung von Fibrinferment die Ursache der raschen Todesfälle abgebe, wird diese Annahme durch die directen Blutüberleitungen aus verbrühten Thieren in gesunde wesentlich erschüttert. — So überlebten die Hunde insgesamt die Transfusion ohne weitere Störungen. Man wird uns einwenden, dass auch die Blutspender unter geeigneten Verhältnissen möglicherweise am Leben geblieben wären. — Aber auch die Sectionsbefunde der nach der Transfusion zu Grunde gegangenen Kaninchen bieten Nichts für eine Fermentintoxication Charakteristisches, abgesehen davon, dass die grössere Hälfte der Kaninchen, welchen Blut transfundirt worden war, ebenfalls den Eingriff ohne Schaden überstanden. — Mag da-

her die Bildung von Fibrinferment im Blute Verbrannter eine gewisse Rolle spielen — vielleicht bei Individuen, bei denen die Zahl der weissen Zellen im Blute unter irgend welchen Umständen vermehrt ist, in noch höherem Grade, als sonst — die Hauptursache des raschen Todes giebt dieselbe in keiner Weise ab.

Wenn aber das Freiwerden des Hämoglobins im Blute nach Verbrennungen als indifferent für den lethalen Ausgang angesehen werden musste, so ist dabei zu berücksichtigen, dass mit dem Hämoglobin auch eine grössere Menge der Salze aus den affizierten oder zerfallenden Blutkörperchen in das Serum übergeht. Von diesen Salzen könnten unter günstigen Bedingungen besonders die Kalisalze ihre giftige Wirkung auf die verschiedenen Organe, vor Allem auf das Herz ausüben. — Freilich unterscheidet sich schon die Art des Todes nach Verbrennungen wesentlich von der nach acuter Kalivergiftung. Vor Allem fehlt der primäre Herzstillstand. Im Gegentheil schlägt das Herz noch längere Zeit, nachdem die Athmung sistirt hat, fort, wie wir es öfters bei unseren Versuchen vorgefunden haben. — Indess ist die Frage endgültig nur auf dem Wege der Bestimmung des Kaligehaltes im Blutserum Verbrannter zu entscheiden.

Die Prüfung aller derjenigen Möglichkeiten, welche die Anhäufung schädlicher Stoffe im Blute bei Verbrannten berücksichtigen, hat uns keine positiven Aufschlüsse über die Grundursache des Verbrennungstodes ergeben. Wir werden dieselbe daher in anderen Momenten suchen müssen.

Fassen wir die Temperaturänderungen im Organismus bei Verbrennungen noch einmal in's Auge. Im Bereiche der verbrannten Hautbezirke sahen wir die subcutane Maximaltemperatur hochgradig steigen, bei den dünnhäutigen Kaninchen bis etwa an  $70^{\circ}$  C. heran, während bei den mit einer derberen Haut und einem oft reichlichen subcutanen Fettpolster versehenen Hunden eine Wärmeerhöhung über  $44^{\circ}$  C. nur selten zur Beobachtung kam. Die Bluttemperatur im Herzen und in den ausserhalb des Verbrennungsbezirkes liegenden Körperhöhlen wurde hierbei nur wenig, höchstens um  $1-2^{\circ}$  C. über die Norm und für kurze Zeit erhöht, ein Beweis dafür, dass das aus den verbrannten Abschnitten zurückkehrende hochtemperirte

Blut sehr rasch eine Durchmischung mit der gesammten übrigen Blutmasse erfahren hatte. — Für eine bedeutende locale Erwärmung des Blutes sind abgesehen von der so hochgradigen subcutanen Erhöhung der Temperatur besonders günstige Momente gegeben, einmal in dem ziemlich langen Andauern der localen Wärmesteigerung, wie wir es mehrfach durch Messung der Rectumtemperatur festgestellt haben. Sodann fanden wir die Gefäße der Cutis und besonders die subcutanen Gefässnetze sehr bald nach der Verbrennung sehr beträchtlich erweitert, aber mit flüssigem Blute gefüllt, so dass wir annehmen müssen, dass in den verbrannten Theilen selbst dünnhäutiger Thiere die Circulation des Blutes wenigstens während der ersten Zeit nach der Verbrennung nicht unterbrochen war. Geraude in diesem Umstande liegt die Möglichkeit einer Erklärung für die Thatsache, dass das Blut verbrannter Individuen mikroskopisch und chemisch sich gleichwertig erweist mit dem auf kurze Zeit ausserhalb des Organismus hohen Temperaturen ausgesetzten Blute.

Die hierbei auftretenden Veränderungen bestehen in der directen Zerstörung eines Theils der rothen Blutscheiben und in dem Uebergang von Hämoglobin (— auch von Kalisalzen —) in's Serum. — Die Menge des frei gewordenen Hämoglobins ist aber viel zu gross, um — wie unsere Blutscheibenzählungen ergeben — nur aus der Menge der wirklich zerfallenen Zellen herzustammen. Im Gegentheil sahen wir, dass nach Verbrennung im kreisenden Blute eine grosse Zahl in ihrer Form zwar erhaltener, aber entfärbter Blutscheiben („Schatten“ Ponnick's) sich vorfand — welche ohne Zerfall oder ehe sie demselben anheimfallen, ihr Hämoglobin bereits abgegeben hatten. — Hiermit löst sich der Widerspruch, dass wir trotz des raschen Todes nach Verbrennung, trotz auffälliger Hämoglobinfärbung des Serum, die relative Blutkörperchenzahl im Blute fast unverändert fanden. — Es kommt eben nicht auf die Menge der zerfallenen oder bereits zerfallenen Zellen an, sondern auf die mikroskopisch allerdings schwer controlirbare Zahl der überhaupt functionsunfähig gewordenen Blutscheiben. Bleibt neben diesen eine genügende Zahl von Blutscheiben intact, um der Respiration und dem Stoffwechsel zu dienen, so wird das verbrannte Individuum mit dem Leben davon kommen, umso mehr als die Zerfallsproducte der zu Grunde gegangenen Zellen keinen besonders bemerkenswerthen schädlichen Einfluss auf das

Blutgewebe, noch auf die übrigen Organe ausüben, mit Ausnahme vielleicht der Nieren, als der Hauptausscheidungsstätte für jene Zerfallsproducte. — In noch günstigeren Verhältnissen mussten sich die Thiere befinden, die wir bei intakter eigener Blutmenge eine Blutvermehrung entweder direct aus der Carotis verbrannter Thiere oder indirect durch Einleitung künstlich überhitzten Blutes erfahren liessen. Nur schwächliche Thiere oder solche, bei denen rasche Gerinnungen im Herzen und den Gefässen eintraten, gingen zu Grunde. Die meisten Thiere überlebten den Eingriff ohne Schädigung ihrer Gesundheit, während die Zerfallsproducte des infundirten Blutes nach und nach zur Elimination durch die Nieren gelangten. Die Thiere verhielten sich demnach ganz analog denjenigen Individuen, denen eine Transfusion von solchem fremdartigen Blute gemacht wird, dass das Serum des eingespritzten Blutes die Blutscheiben des Blutempfängers nicht schädigt.

Die Unfähigkeit des Blutes hochgradig Verbrannter, vor Allem dem Respirationsgeschäft vorzustehen, wird aber erwiesen, wenn wir derartiges oder das ihm gleichwertige künstlich überhitzte Blut Thieren zuleiten, welche durch Aderlässe anämisch gemacht worden sind.

Da nun die Dicke und Resistenz der Haut bei Hunden eine so hohe Steigerung der subcutanen Temperatur nicht zu Stande kommen lässt, um eine intensivere Veränderung des Blutes zu ermöglichen — es erfolgt auch bei Hunden bei gleicher Ausdehnung der Verbrennung niemals der rasche tödtliche Ausgang, wie bei Kaninchen, — so hielten wir es für selbstverständlich, unsere einschlägigen Versuche auf Kaninchen zu beschränken. Wir lassen hier folgende Versuche folgen:

**Versuch 43 b. Mittelgrosses, sehr wildes Kaninchen A, 1,15 Kilo Körpergewicht.**

5 Uhr 10 Min. Einfügen der Canülen in beide Carotiden.

5 - 55 - Verbrühung während 1 Min. in 100° C. heissem Wasser bis zur Höhe der Spin. ant. sup.

6 - - 4 - Rectumtemp. bis 43°,7 steigend.

6 - - 6 - - = 40,2

bis 6 - 11 - Transfusion in Kaninchen B.

Das Serum einer entnommenen Blutprobe röhlich gefärbt.

6 - 11 - Tod. Rectumtemp. = 37,5.

6 - 25 - Rectumtemp. = 35,5.

Sofortige Section ergiebt Ecchymosen in den Bauch- und den Oberschenkelmuskeln, im noch zuckenden Herzen beiderseits sparsame Gerinnel in beiden Ventrikeln. In der Blase gelber Urin mit reichlichen weisslichen Flocken.

Die Transfusion geschah in ein kleines, sehr lebhaftes Kaninchen B von 0,89 Kilo Körpergewicht, dem zuerst um 12 Uhr 15 Min. aus der Carotis 15 Ccm. Blut entnommen wurden, dessen Serum farblos.

Um 5 Uhr 25 Min. Thier ganz munter, wiegt jetzt 0,86 Kilo.

5 - 55 - Entnahme von weiteren 11 Ccm. Blut in 2 Aderlässen.  
Serum farblos.

6 - 4 - } Transfusion aus Thier A, 9 Min. nach der Verbrühung. —  
bis 6 - 11 - }

Nach der Transfusion Entnahme von 4 Ccm. Blut, welches ein schwach rosa gefärbtes Serum abscheidet. — Das Kaninchen wiegt jetzt 0,89 Kilo, hat 30 Grm. Blut durch den Aderlass verloren und circa 45 Grm. aus dem Thier A übergeleitet erhalten. — Nach 24 Stunden ist das Kaninchen schwach und hinfällig. Sein Urin fast farblos, sauer, enthält wenig Eiweiss. Tod nach 48 Stunden.

Versuch 50. Mittelgrosses lebhaftes Kaninchen von 1,15 Kilo Körpergewicht. Um 11 Uhr 25 Min. Einbinden der Carotiscanülen. Um 12 Uhr 20 Min. während 1 Min. in 94° C. heissem Wasser bis an's Epigastrium verbrüht. Tod nach 10 Min. nach Entnahme von 3 Ccm. Blut, die dem Kaninchen B eingeleitet werden. Tod nach starker Dyspnoe in einem Krampfanfall. Sofortige Section zeigt an dem vor der Verbrühung subcutan eingeschobenen Maximalthermometer eine subcutane Temperatur von 67°,2 C. Im zuckenden Herzen ein schwärzliches erbsengrosses derbes Gerinnel in den Trabekeln der Vorderwand des rechten Herzens versilzt. Rasche Muskelstarre ebenfalls im Bereich der Arm- und der Nackenmuskeln. Sehr reichliche Ecchymosen in den Oberschenkelmuskeln, sowie subcutan und subperitoneal in allen Muskeln, welche die Bauchhöhle einschliessen. Die Serosa der Därme, wo dieselben mit den Bauchwänden in Berührung gewesen, stark hyperämisch, sonst blass. Den hyperämischen Stellen entsprechen in der Schleimhaut Blutungen und sehr reichliche Gefässinjection, so am Jejunum, dicht unterhalb des Duodenum, wo dasselbe der Lumbargegend, im Processus vermif. und im Coecum, wo dieselben der vorderen Bauchwand angelegen haben. — Dieser Befund ist vielleicht für die so häufigen Affectionen des an der Wirbelsäule fixirten Theils des Duodenum bei Verbrühung von ätiologischem Interesse. — Das Blut überall flüssig, langsam und nur theilweise gerinnend, röthet sich nur langsam und unvollständig beim Luftzutritt. Blase mit wenig gelbem Urin gefüllt. Nieren cyanotisch. Sonst an den inneren Organen nichts makroskopisch Abnormes. Die Haut an den Extremitäten leicht zerreisslich, am Bauch ödematos mit reichlichster Injection der subcutanen Gefässnetze. Die Synovialis der Kniegelenke nur im subcruralen Recessus etwas stärker injicirt als normal, sonst auffallend trocken. Gelenkhöhle leer. — Dem Kaninchen B, einem kleinen schwächlichen weissaarigen Thier von 0,51 Kilo Körpergewicht werden aus der Carotis 6 Ccm. Blut entzogen. Das Thier anämisch, unruhig. Einleitung von 3 Ccm. Blut aus Thier A. Das Thier beruhigt sich, stirbt aber 5 Min. später. Die

Section ergiebt nichts Auffallendes. Das Blut im zuckenden Herzen und den Gefässen überall flüssig, röthet sich nach rascher und voller Gerinnung lebhaft an der Luft.

Versuch 45. Desfibrinirtes Blut eines gesunden Kaninchens während 3 Min. langsam auf 64° C. erhitzt. Hiervon erhält ein Kaninchen von 0,91 Kilo Körpergewicht, dem unmittelbar vorher 30 Ccm. Blut aus der Carotis entzogen worden waren (vergl. Vers. 46), 10 Ccm. in die V. jug. eingelassen. Das stark anämische Thier erholt sich nicht. Tod. Section des noch zuckenden Herzens ergiebt nur in beiden Herzobren und in der Aorta frische wandständige Gerinnungen, ebenso ein festes Gerinnsel in der V. cava. Sonst ist das Blut in allen Organen flüssig.

Die zuletzt angeführten Versuche in grösserer Zahl anzustellen, wird keine Schwierigkeiten bieten. Aus den mannichfachen Modificationen der Versuche dürften sich dann weitere Aufschlüsse über die einzelnen Symptome bei Verbrennungen ergeben. Das Hauptsymptom bleibt aber die hochgradige Dyspnoe, die bald in eine definitive Lähmung der Respirations- und der Gefässzentren übergeht, mit oder ohne vorherige Erregung derselben. Dass wir die Dyspnoe nach Verbrennung nicht als eine Wärmedyspnoe auffassen dürfen, dafür spricht die nur geringe Erhebung der Temperatur des Gesamtblutes und das Fortbestehen der Dyspnoe, selbst wenn die Körpertemperatur in Folge der raschen Abkühlung selbst beträchtlich unter die Norm gesunken ist. — Die Ursache der Dyspnoe liegt in der Ausschaltung einer mehr oder minder grossen Zahl von rothen Blutscheiben aus dem Respirationsgeschäft. Bei hochgradigen Verbrennungen wird diese Veränderung genügen das lethale Ende rasch eintreten zu lassen. — Bei minder intensiver Wirkung kommen die anderen im weiteren Verlaufe beobachteten Erscheinungen: Blutungen, Anästhesie, Apathie, Nierenaffectionen auf Rechnung von Circulationsstörungen, die unter dem Einfluss der zerstörten und der sonst veränderten und im Blute kreisenden Blutscheiben entstehen dürfen. Endlich werden die Reparationsvorgänge an der verbrannten Haut, je nach der Art der eingeleiteten Behandlung eine deletäre Steigerung obiger Symptome bedingen, oder nicht. —

Die Rückwirkung einer Verbrennung auf den Gesamtkörper hängt nicht direct ab von der Höhe der auf die Haut einwirkenden Hitze und erst in zweiter Linie von der Ausdehnung der verbrannten Bezirke. — In erster Linie kommt es an auf die Dicke und Resistenzfähigkeit des Hautorgans im Allge-

meinen. — So sahen wir, dass unter sonst gleichen Bedingungen Kaninchen bei ausgedehnten Verbrennungen durchgehends ihr Leben einbüsst, während die Hunde regelmässig am Leben blieben und erst später in Folge der eingetretenen Zersetzungsvorgänge an den verbrannten Theilen zu Grunde gingen. — Und ich zweifle keinen Augenblick, dass es gelingen wird, die Hunde bei Durchführung einer wirklichen Antiseptik dauernd am Leben zu erhalten. — Dafür sprechen auch die Erfolge der antiseptischen Wundbehandlung bei verbrannten Menschen, wovon u. A. ein paar in neuester Zeit auf der Klinik von Geh. Rath Thiersch behandelte Fälle (laut gütiger mündlicher Mitteilung) ein beredtes Zeugniss ablegen. Die Fälle sollen nächstens in extenso publicirt werden. — Sodann werden bestimmte Hitzegrade der die Verbrennung bewirkenden Substanzen wirksamer sein, als andere vielleicht viel heissere Medien. Und vor Allem wird es auf die Dauer der Einwirkung der verbrennenden Stoffe ankommen. — So kann ein Strom geschmolzenen Metalles einem Arbeiter über beide Beine hinfliessen, und dieselben verkohlen: der Verletzte kommt nach spontaner oder künstlicher Ablösung der verkohlten Gewebe, mit dem Leben davon. Und ein Kind, welches nur mit dem Gesäss in einen Eimer mit siedendem Wasser rücklings hineinfällt und, wenn auch nur eine Minute in seiner hilflosen Lage verweilt, geht unter steigender Somnolenz zu Grunde. — Es kommt eben für die Intensität der Verbrennungen darauf an, dass in den verbrühten Theilen die Circulation erhalten bleibt und dass immer neue Blutmassen die weit über die Norm erhitzten Haut- und Muskelbezirke durchströmen. Je längere Zeit hindurch dies geschieht, desto grösser wird die Zahl sein, der ihrer Vitalität beraubten rothen Blutscheiben. —

Sehr belehrend ist nach dieser Richtung hin eine Versuchsreihe, welche Klebs auf der Naturforscherversammlung in München (siehe Bericht, 1877, S. 260—261) mitgetheilt hat. — Die Ohren eines in gewöhnlicher Rückenlage auf einem Czermak'schen Brett befestigten Kaninchens tauchen in ein Gefäss mit Wasser, welches allmäthlich erwärmt wird. Der Kopf ist durch passende Vorrichtungen vor der Einwirkung der Hitze geschützt. Geschieht die Erwärmung schnell, so fehlen schwere Erscheinungen vollständig. Die Thiere bleiben am Leben, während das Ohr in Folge der Verbrühung abstirbt. —

„Geht dagegen die Erwärmung langsam vor sich, so verändert sich das Bild in höchst auffälliger Weise: Bei einer Wassertemperatur von etwa 60° C. werden die Thiere unruhig, die Athmung und der Herzschlag beschleunigen sich immer mehr, dann zwischen 60° und 70° brechen plötzlich heftige Krämpfe aus, meist gehen die Thiere dann sofort zu Grunde; nur wenn die Erwärmung beim ersten Beginn dieser Erscheinungen unterbrochen wird, gelingt es dieselben zu retten.“ — Ein besseres Commentar für die Deutung unserer experimentellen Ergebnisse können wir nicht wünschen. Wir können aber mit um so grösserer Bestimmtheit an der von uns gegebenen Deutung der directen Todesursachen und Verbrennungen festhalten, als durch neuere Arbeiten der Nachweis geliefert worden ist, dass verschiedene chemische Substanzen [Nitrobenzol (Filehne), chlorsaures Kali (Marchand), Pyrogallussäure (Neisser)], welche die Lebensfähigkeit der rothen Blutscheiben aufheben, einen ganzen ähnlichen Symptomencomplex ergeben, wie die Verbrennung eines grösseren Hautbezirkes. Mögen diese Stoffe per os oder subcutan applicirt werden, der Effect ist je nach der Dosis und je nach der Schnelligkeit der Resorption, entsprechend der mehr oder minder hohen subcutanen Temperaturerhöhung und der Dauer dieser Temperatursteigerung. — Auch schon ganz im Beginne meiner Versuche erschien mir der Symptomencomplex nach Verbrennung auffallend ähnlich mit demjenigen bei einer Nitrobenzolvergiftung, besonders mit Rücksicht auf die rasch sich einstellende Anämie und nachträgliche Cyanose aller sichtbaren Schleimhäute. — Viel treffender dürfte der Vergleich einer Verbrennung mit einer Kohlenoxydgasvergiftung sein, abgesehen von der Aehnlichkeit der bei beiden vorhandenen Symptomencomplexen, vor Allem darum, weil hier wie dort eine grosse Zahl in ihrer Form intakter und doch functionsunfähiger Blutscheiben im Blute sich befindet. — Wie bei der Kohlenoxydgasvergiftung mit jedem neuen Athemzuge eine neue Zahl von rothen Blutscheiben für den Gasaustausch unbrauchbar wird, so geschieht dasselbe bei Verbrennungen mit jeder neuen Blutwelle, welche durch die überhitzten Körperbezirke hindurchgeht. — Claude Bernard (*Leçons sur les anesthésiques*) hat die Wirkung einer Kohlenoxydgasvergiftung mit einer Verblutung durch eine Reihe auf einander folgenden Aderlässe verglichen. So können auch wir den raschen Tod nach Ver-

brennungen bezeichnen als verursacht durch eine relative Anämie oder als eine acute Oligokythämie im functionellen Sinne. — Wie die Schwere einer Kohlenoxydgasvergiftung abhängt von der Menge des eingeaathmeten Kohlenoxydgases, mithin von der Zahl der durch letzteres veränderten Blutscheiben, so wird das Schicksal des Verbrannten entschieden durch den Verbrennungsact selbst d. h. durch die Höhe der einwirkenden Hitze, durch die Dauer dieser Einwirkung und durch die Dicke und Resistenzfähigkeit des verbrannten Hautgebietes. Dabei ist es gleichgültig, wie viele Blutscheiben sofort zerfallen und wie viele später erst zu Grunde gehen; es kommt nur darauf an, wie viele rothe Blutscheiben direct durch die Einwirkung der Hitze functionsunfähig geworden sind. Von dem Verhältniss dieser Zellen zu den noch intact gebliebenen hängt einzig und allein ab der weitere Verlauf eines Falles von Verbrennung. —

Die Bedeutung unserer experimentellen Schlussergebnisse für die Therapie der Verbrennungen liegt auf der Hand.

Für die schweren Fälle von Verbrennungen werden wir in directer Linie auf das einzige mögliche Rettungsmittel, auf die Transfusion<sup>1)</sup> hingewiesen. Wo nach einer Verbrennung Collaps, Athemnoth und Benommenheit des Sensorium mit oder ohne vorherige Aufregung eintreten, dürfen wir mit der Zufuhr functionsfähigen Blutes nicht zögern. Wie bei einer Kohlenoxydgasvergiftung wird aber gleichzeitig eine Entleerung des durch die Verbrennung veränderten Blutes vorzunehmen sein, um im weiteren Verlauf den Nieren das Ausscheidungsgeschäft der zerstörten Blutbestandtheile zu erleichtern. Dies hat namentlich für die Fälle von bereits bestehenden Nierenaffectionen die allergrösste Wichtigkeit. — Die experimentelle Prüfung obiger therapeutischer Vorschläge, habe ich unterlassen. Solche Experimente gehören an's Krankenbett, nachdem die wissenschaftliche Forschung durch Thierversuche ihre Berechtigung nachgewiesen hat. — Die klinischen Erfahrungen werden aber auch die Grenzen näher feststellen, wie hochgradige Verbrennungen mit dem Fortbestand des Lebens noch vereinbar sind. Und zwar wird dies ganz wesentlich abhängen von der Art und Weise der

<sup>1)</sup> Ponfick hat schon an verschiedenen Orten auf den Werth der Transfusion bei Verbrennungen in verdienstvoller Weise hingewiesen.

**Behandlung der verbrannten Hautbezirke.** Man wird sich stets erinnern müssen, dass verbrannte Individuen sich annähernd in denselben Verhältnissen befinden, wie durch Blutverluste Erschöpfte. Wie letztere durch jeden neuen Blutverlust, mag er durch Blutentziehung oder durch Blutzersetzung hervorgerufen sein, in unmittelbare Lebensgefahr gerathen, so wird man auch bei Verbrannten die Aufnahme von Infectionssstoffen, d. h. die Zersetzungsvorgänge innerhalb der durch die Hitze affirirten Hautstellen, nach Kräften zu verhindern suchen. Wir fordern daher für alle ausgedehnten Verbrennungen die strenge Durchführung der antiseptischen Wundbehandlung. — Allerdings wird jeder, der solche Fälle nicht nur in der Privatpraxis, sondern selbst innerhalb eines Krankenhauses zu behandeln hat, die Schwierigkeit dieser Aufgabe zu würdigen wissen. Wenn irgendwo in der Chirurgie, so muss für die Verbrennungen jede Vereinfachung des antiseptischen Apparates stets als ein höchst dankenswerther Fortschritt begrüßt werden. —

Aber auch im weiteren Verlauf der Behandlung, wenn die Kräfte des Pat. sich nicht heben, wenn die Wundbeilung einen Stillstand macht, halten wir, von unserem oben erläuterten Standpunkte aus, die Vornahme selbst einer späten Transfusion für durchaus geboten. —

Ich hoffe, dass die hier niedergelegten experimentellen Ergebnisse einen brauchbaren Beitrag zur Erkenntniß der Todesursachen nach Verbrennungen liefern. —

Herrn Professor Cohnheim, in dessen Institut ich meine Versuche anstellen konnte, danke ich für die gütige Anregung zu obiger Arbeit, sowie für das Interesse und die Unterstützung, die er mir dabei hat zu Theil werden lassen. —

---