

XIV.

**Experimentelle Untersuchungen über den
Verbrennungstod.**

(Aus dem Institut für Hygiene und gerichtliche Medizin der
Universität in Utrecht.)

Von

Prof. Dr. C. Eijkman und Dr. C. E. A. van Hoogenhuyze.

Die Ätiologie des primären Verbrennungstodes ist noch immer Gegenstand vieler Kontroverse. Die nachfolgend mitgeteilten Untersuchungen, über welche von einem von uns schon in holländischer Sprache berichtet wurde¹⁾, scheinen uns geeignet, zur Klarstellung einiger Fragen auf diesem Gebiete beitragen zu können. Von einer einleitenden Besprechung der verschiedenen Ansichten und Meinungen mit Bezugnahme auf die sehr ausgedehnte Literatur über unsern Gegenstand glauben wir absehen zu können, um so mehr, als dies erst kürzlich in diesem Archiv (Band 180) von H. Pfeiffer geschehen ist. Es dürfte daher der Hinweis genügen, daß unsere Untersuchungen, in Anknüpfung an die kurz vorher erschienenen diesbezüglichen Mitteilungen von Scholz²⁾ und von Weidenfeld³⁾, sich hauptsächlich beschäftigt haben mit der Frage, inwieweit primäre Blutveränderungen und inwieweit die lokale Läsion der Haut für den Tod nach Verbrennung verantwortlich zu machen sind.

Es hat ersterer aufs neue die in letzter Zeit schon etwas in den Hintergrund geratene Ansicht verteidigt, daß den durch die Hitze erzeugten physikalischen und chemischen Zerfallsprodukten des Blutes die Hauptrolle zukomme, während hingegen Weidenfeld auf Grund seiner Experimente das Hauptgewicht auf eine Giftproduktion in der verbrannten Haut legt.

1) Van Hoogenhuyze, *Bydrage tot de kennis van den dood door verbranding*. Inaug.-Diss., Utrecht 1904.

2) Mitteilungen aus den Hamburger Krankenanstalten. Bd. II, Heft 5, 1902.

3) Wiener med. Wochenschr. Nr. 44/45, 1902, und Arch. f. Dermat. und Syphilis. Bd. LXI, Heft 2—3.

Scholz hat zwei Reihen von Versuchen an Kaninchen ausgeführt. In der ersten wurden die Erscheinungen bei gleich großen Brandwunden der Haut und des Peritoneums einander gegenübergestellt. Es ergab sich, daß die Tiere mit der Peritonealwunde bedeutend schwerere Erscheinungen darboten als die mit der Hautwunde, woraus er schließt, daß die Haut jedenfalls nicht ausschließlich die Bildungsstätte der Toxine sei. In der zweiten Versuchsreihe wurden die Folgen der Hautverbrennung bei strömendem Blut und bei Blutleere miteinander verglichen. Die Hautverbrennung geschah hier durch Eintauchen der beiden Ohren in warmes Wasser. Es ist eine bekannte, zuerst von Klebs⁴⁾ mitgeteilte Tatsache, daß Kaninchen, deren Ohren bei freibleibender Circulation in warmem Wasser erhitzt werden, während des Versuchs unter Krämpfen zugrunde gehen. Falls aber das Wasser so heiß ist, daß das Blut in den Ohrgefäßen gerinnt und somit der Blutstrom stockt, so bleiben die Kaninchen am Leben. Scholz fand nun, daß auch in den durch Streichen und Abklemmen blutleer gemachten Ohren, falls sie längere Zeit bis auf 90° C erhitzt wurden, das Blut nicht wieder in die Gefäße eintrat. Es kam aber bei diesen Versuchen gerade darauf an, die Hitze allein auf die Haut wirken zu lassen und durch das nach der Erhitzung wieder eintretende Blut die event. in der Haut gebildeten Toxine in den allgemeinen Kreislauf gelangen und auf den Organismus wirken zu lassen. Daher hat er die Erhitzung der blutleeren Ohren nur 3 bis 4 Minuten dauern lassen. Da es bei diesen Versuchen lediglich auf die Wirkung auf die Haut ankommt, welche der Erwärmung sofort in ihrer ganzen Ausdehnung ausgesetzt ist, so hat eine längere Erhitzung nach ihm keinen Zweck. Gleich nach Abnahme der Klemmen, welche die Ohrwurzel komprimieren, stellte sich die Circulation wieder ganz her, und man konnte bei durchscheinendem Licht die strotzende Füllung der Gefäße deutlich sehen. Die unter Blutleere verbrühten Tiere zeigten nie eine auch nur irgendwie bedeutende Störung ihres Allgemeinbefindens.

Der Schluß, den Scholz aus seinen Versuchen zieht, daß die Bildungsstätte der toxischen Stoffe nicht in die verbrühte

⁴⁾ Tageblatt der Münchener Naturforscherversammlung. 1877.

Haut, sondern in das Blut zu verlegen sei, scheint uns in mancher Hinsicht anfechtbar zu sein.

Was die Versuche mit Verbrühung der blutdurchströmten Ohren anbetrifft, so braucht es bei deren relativ langer Dauer, wodurch sicherlich ein sehr großer Teil des Gesamtblutes successive der Einwirkung der Hitze ausgesetzt war, nicht wunder zu nehmen, daß die Tiere dabei eingehen. Von da aber auf die Natur der Todesursache bei kurzdauernder Verbrühung einer größeren Hautpartie zu schließen, wäre doch höchstens erlaubt, falls nachgewiesen wäre, daß auch hier eine gleich intensive und extensive Blutalteration wie bei der langsamen Verbrühung der Ohren regelmäßig vorkommt und daß die Erscheinungen, unter welchen der Tod eintritt, in beiden Fällen dieselben sind.

Und was zweitens die Versuche mit der Verbrühung der blutleeren Ohren anbelangt, so beweist die Tatsache, daß dieselbe von den Tieren gut vertragen wurde, gar nichts, weil die getroffene Hautfläche viel zu klein war, um gefährlich werden zu können. Ist es ja gerade die große Ausdehnung der Verbrennung, die sogar bei kurzdauernder und oberflächlicher Einwirkung der Hitze verhängnisvoll wird. Eine 3 bis 4 Minuten dauernde Verbrühung der Ohren allein würde auch bei blutdurchströmter Haut den Tod nicht herbeiführen.

Bei unseren Nachprüfungen der Scholzschen Versuche kam es also darauf an, den oben gemachten Einwänden Rechnung zu tragen, und zwar:

1. nachzuforschen, ob und inwiefern die mit dem Tode abschließenden Allgemeinerscheinungen bei langdauernder Verbrühung der blutdurchströmten Ohren auf gleiche Linie zu stellen sind mit denen bei Verbrühung einer größeren Hautpartie auf kurze Zeit,

2. die Versuche mit Verbrühung der blutleeren Haut zu wiederholen an einer größeren Hautfläche, als wie die Ohren sie bieten können.

Zu einer Nachprüfung der Experimente mit Verbrennung des Peritoneums fanden wir, wie sich von selbst aus unseren Resultaten ergeben wird, keine Veranlassung.

Bei unseren Versuchen an blutdurchströmten Kaninchenohren haben wir diese nicht, wie Klebs und auch Scholz es

getan, langsam in warmem Wasser mit steigender Temperatur erhitzt, sondern die Verbrühung fand statt im Wasserbade bei konstant erhaltener Temperatur. Es ergab sich, daß eine Temperatur von 50°C während einer ganzen Stunde vertragen wurde, ohne daß andere als lokale Störungen (Hyperämie, Schwellung, Blasenbildung) auftraten. Bei Verbrühung der beiden Ohren auf 55° bis 56° trat der Tod unter klonischen Krämpfen und agonaler Temperatursteigerung bis auf 43° nach etwa 30 Minuten ein. Ein anderes Kaninchen, bei welchem der gleiche Versuch um 20 Minuten fortgeführt wurde, erholte sich und blieb am Leben.

Bei einer Verbrühungstemperatur von 60°C trat der Tod nach 20 bis 25 Minuten ein, 65° wurden noch 15 Minuten vertragen.

In all diesen Fällen blieben die Ohrgefäße noch für den Blutstrom durchgängig. Bei Temperaturen über 70° hingegen trat Stasis ein, die Verbrühung der Ohren konnte alsdann beliebig lange fortgesetzt werden, ohne den Tod herbeizuführen. Der einzige Effekt der Verbrennung war hier eine Schrumpfung und Mumifizierung der erhitzten Teile mit demarkierender Entzündung.

Fragen wir uns jetzt nochmals, ob die Erscheinungen bei Verbrühung der Ohren zu vergleichen sind mit dem, was wir nach Verbrennung größerer Hautpartien wahrnehmen, so müssen wir uns gleich sagen, daß ein erheblicher Unterschied jedenfalls darin besteht, daß der Tod im ersten Falle stets während des Versuchs, also peracut auftrat, während das Charakteristische des Verbrennungstodes gerade darin besteht, daß er erst einige Stunden bis Tage nach dem Accident erfolgt. Unsere Versuche, diesen Unterschied aus dem Wege zu schaffen, indem wir die Verbrühung der Ohren nicht länger fortsetzten, als bis die ersten Zeichen der eintretenden Agonie sich zeigten, sind fehlgeschlagen. Obwohl die Blutveränderung dabei eine sehr erhebliche war, wie sowohl die direkte Beobachtung als das Auftreten blutig gefärbten Harns und Stuhles lehrten, so starben die Tiere dennoch nicht.

Wir haben uns auch die Frage vorgelegt, ob vielleicht Herzparalysis, infolge der Überhitzung durch das aus den Ohren

zurückströmende Blut, die Ursache des akuten Absterbens unserer Versuchstiere sei. Um diesen möglichen Faktor auszuschließen, haben wir die Versuche derart modifiziert, daß die Ohren nicht ununterbrochen gebrüht wurden, sondern mit Zwischenpausen, während welchen wir die Ohren in kaltem Wasser abkühlten. Wie die nachfolgenden Protokolle lehren, ist es uns auf diese Weise nur in einem unter drei Versuchen gelungen, den Tod erst etliche Stunden nach Ablauf der Verbrühung eintreten zu lassen.

Versuch 1.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,06 kg, Temperatur 39° , wurde mit den Ohren in Wasser von 65° getaucht. Jedesmal, wenn die Ohren 5 Minuten im warmen Wasser gewesen, werden sie herausgenommen und sofort in ein Wasserbad von 15° getaucht, in dem sie 3 Minuten bleiben. Dies wird 8mal wiederholt. Temperatur nach Ablauf $40,5^{\circ}$. Nach dem 8. Male wird das Tier nach Abkühlung der Ohren losgelassen; es liegt still, mit den Hinterpfoten lang ausgestreckt; Respiration frequent. Nach 2 Stunden ist der Zustand derselbe; nach 15 Stunden ist das Tier tot.

Obduktion. In der Bauchhöhle ein hämorrhagisches Transsudat, Peritoneum glänzend; in den Gedärmen keine Abweichungen, Milz dunkelrot, Nieren sehr hyperämisch, ebenso die Lungen; Herz und Leber normal. Die Blase ist gefüllt mit dunkelfarbigem Harn. Ein mikroskopisches Präparat des Blutes zeigt auffallend wenig rote Blutkörperchen, welche aber von normaler Form sind, das Serum ist gefärbt. Ein Präparat des blutroten Harns weist Detritus von roten Blutkörperchen auf, viele kleinen Körner, Blasenepithelien und ferner einige Zylinder.

Versuch 2.

Ein Kaninchen, Gewicht 3,09 kg, Temperatur 39° , wird während 5 Minuten mit den Ohren in Wasser von 65° getaucht. Dieses wird ebenso wie bei dem vorhergehenden Versuch 8mal wiederholt, während die Ohren nach je 5 Minuten 3 Minuten in kaltes Wasser gebracht werden. Temperatur nach Ablauf $39,5^{\circ}$. Ohren oedematös, stark rot. Vorher wurde bei diesem Tiere die Anzahl roter Blutkörperchen gezählt, diese betrug 5480000 pro cmm. Nun wird sofort nach Ablauf ein Tropfen Blutes aus einer Bauchvene genommen und wieder die Anzahl der roten Blutkörperchen bestimmt. Ihre Form war nun untereinander verschieden; es gab normale, kleinere unregelmäßige mit Stechapfelform und ganz kleine glänzende Partikelchen. Zählten wir allein die normalen, so betrug die Anzahl 2504000, wenn aber all die kleinen auch mitgezählt wurden, so waren es 5812000. Am nächsten Tage wird dem Tiere, das inzwischen wieder ganz munter ist, wieder aus einer Bauchvene ein Tropfen Blutes genommen und mikroskopisch betrachtet. Es zeigt sich, daß die Erythrocyten noch unter

sich verschieden groß sind, daß aber weniger kleinere dabei sind und daß die kleinen Partikelchen fast verschwunden sind. Die Anzahl betrug von den normalen allein 2448000, mit den kleineren zusammen 3764000.

Am folgenden Tage gab es 3736000 normale rote Blutkörperchen, die kleinen Partikelchen waren ganz verschwunden.

Ein Tropfen, welcher 4 Tage später genommen wurde, wies eine Anzahl von 3936000 auf, Form und Größe waren normal. Noch 4 Tage später war die Anzahl 4704000.

Es war nicht möglich, Urin per catheteram zu bekommen, darum wurde das Tier sofort nach dem Versuche auf ein reines weißes Handtuch gestellt. Es zeigten sich die ersten 2 Tage deutlich rotbraune Flecken im Tuche, während die später auftretenden immer mehr ihre rote Farbe verloren. Das Tier stirbt später durch zufällige Umstände.

Versuch 3.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,36 kg, Temperatur 39°, wird mit den Ohren während 7 Minuten in Wasser von 65° getaucht. Dieses wird 7 mal wiederholt und dazwischen bleiben die Ohren jedesmal 3 Minuten in kaltem Wasser. Temperatur nach Ablauf 41°. Ohren rot und geschwollen. Den vorhergehenden Tag waren die Blutkörperchen dieses Tieres gezählt worden; Anzahl der roten Blutkörperchen 4448000. Nach Beendigung des Versuchs wurde wieder ein Tropfen aus einer Bauchvene genommen und in der Hayem'schen Flüssigkeit betrachtet. Es waren normale rote Blutkörperchen nebst vielen von unregelmäßiger Form, und außerdem kleine, glänzende Partikelchen. Die Zahl der normalen allein betrug 1752000, mit den kleineren zusammen 3040000.

3 Tage nach dem Versuch war die Zahl pro ccm 1992000, die Partikelchen waren ganz, die kleinen von unregelmäßiger Form beinahe verschwunden.

In diesen ersten 3 Tagen wurde der Urin wiederum auf einem weißen Handtuch, das jeden Morgen mit einem reinen vertauscht wurde, aufgefangen. Es zeigten sich rote Flecken; erst am 3. Tage hatte der Harn wieder ungefähr die normale Farbe angenommen. 10 Tage nach dem Versuch betrug die Zahl der roten Blutkörperchen 5340000, 18 Tage nach dem Versuch 5360000. Das Tier bleibt ferner stets normal.

Die Ergebnisse dieser drei Versuche mit abwechselnder Eintauchung der Ohren in warmes und kaltes Wasser sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Wir sehen hieraus an erster Stelle, daß bei Verbrennung die Übererhitzung des Blutes wohl eine Rolle spielen kann, denn, wird durch Eintauchung in kaltes Wasser dem warmen Blute und den erhitzten Gefäßen jedesmal die Gelegenheit gegeben sich abzukühlen, so vertragen die Tiere die Einwirkung der Hitze viel besser und länger.

Körpergewicht	Temp. des Wassers	Dauer der Eintauchung in warmem Wasser	Körpertemp.		Zahl der roten Blutkörperchen		Resultat
			vor	nach dem Versuch	vor	nach dem Versuch	
2,06 kg	65°	8 × 5 Min.	39°	40,5°	—	sehr wenig	tot nach 15 Stunden
3,09 kg	65°	8 × 5 Min.	39°	39,5°	5 480 000	2 504 000	bleibt am Leben
2,36 kg	65°	7 × 7 Min.	39°	41,0°	4 448 000	1 752 000	bleibt am Leben

Das erste Tier stirbt nach 15 Stunden und es stellt sich heraus, daß ebenso wie bei den anderen zwei eine starke Abnahme der Anzahl und eine ausgedehnte Destruktion der roten Blutzellen stattgefunden hat. Man könnte hier in Veränderungen des Blutes die Ursache des Todes suchen, da jedoch die beiden anderen Tiere derartige intensive Destruktion ohne Störungen überstehen und auch aus den folgenden Versuchen das Gegenteil hervorgeht, meinen wir dennoch, daß solches für gewöhnlich nicht der Fall ist.

Die Bruchstücke zugrunde gegangener roter Blutkörperchen und die Hämoglobinurie weisen auf eine ernste Beschädigung des Blutes hin. Nach wenigen Tagen kehrt dieser Zustand bei den beiden letzten Versuchen zur Norm zurück und die Tiere bleiben nunmehr ganz gesund.

Andererseits beweisen die folgenden Versuche, daß der Tod durch Verbrennung nicht notwendig mit einer starken Destruktion der roten Blutkörperchen einherzugehen braucht.

Versuch 4.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,56 kg, Temperatur 39,5°, wird, von ein wenig hinter den Vorderpfoten an bis einschließlich die Hinterpfoten, ganz kahl geschoren. Dieses Tier wird nun in einen Brutofen bei 30° gesetzt, um es vor Abkühlung zu schützen. Den folgenden Tag wird es mit dem hinteren Teil des Körpers während einer halben Minute in ein Faß mit Wasser von 72° getaucht. Eine halbe Stunde vorher hatte es eine Injektion von 30 mg Morphium bekommen und wurde außerdem unmittelbar vor dem Versuch noch mit Äther narkotisiert. Nach der Eintauchung wird das Tier abgetrocknet und wieder in den Brutofen gestellt. Es liegt still, die Respiration ist frequent; Temperatur nach Ablauf 38°. Das Tier erholt sich allmählich, trinkt gierig, frißt aber nicht und liegt ferner still; 2½ Stunden nach dem Versuch ist es tot.

Am vorhergehenden Tage war das Blut untersucht worden; die Zahl der roten Blutkörperchen betrug 5832000. $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Versuche wurde ein Tropfen Blutes aus dem Ohre genommen und stellte es sich heraus, daß die Zahl der roten Blutkörperchen 7248000 betrug, von normaler Form und ohne kleine Stückchen. Post mortem wurde ein Tropfen aus der Vena cava untersucht und dann gab es 6912000 pro cmm, ebenfalls ohne Abweichungen.

Obduktion. Nieren und Lungen etwas hyperämisch, Gedärme, Milz und Leber normal, im Duodenum einzelne hyperämische Stellen. In der Blase befanden sich etwa 40 ccm einigermaßen trüben, gelben Urins, in welchem kein Hämoglobin nachgewiesen werden konnte.

Versuch 5.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,60 kg, Temperatur 39° , wird auf dieselbe Weise kahl geschoren, in den Brutofen gesetzt und am folgenden Tage mit dem Hinterteil des Körpers während 15 Secunden in Wasser von 72° getaucht. Narkose wie oben. Nach Ablauf wird das Tier abgetrocknet und in den Brutofen zurückgestellt. Es ist noch sehr matt, liegt still und trinkt, wenn das Wasser ihm dargereicht wird. Temperatur nach Ablauf $38,5^{\circ}$.

Anzahl der roten Blutkörperchen vor dem Versuche 4864000, nach der Morphiuminjektion 5380000, 2 Stunden nach dem Versuche 6552000. Sie sind von normaler Form, nicht verschieden von Größe, auch sind keine kleinen Stückchen zu sehen, wie in den Versuchen 1 bis 3.

Am folgenden Tage ist das Tier etwas lebhafter, augenscheinlich weniger krank, es frißt fast nicht. 2 Tage nach dem Versuche beträgt die Zahl roter Blutkörperchen 5120000, von normaler Form und Größe. Das Tier sitzt auf einem Handtuch im Brutofen, und die durch den Urin verursachten Flecken haben ebensowenig wie im vorhergehenden Versuch die rotbraune Farbe wie oben (Versuch 1 bis 3). 4 Tage nach der Verbrühung ist das Tier tot.

Obduktion. Peritoneum normal, Gedärme normal, nur im Duodenum an einzelnen Stellen geringe Hyperämie. Nieren ziemlich blaß, Leber und Milz nichts Besonderes. Die rechte Lunge dunkelrot, in der rechten Pleurahöhle hämorrhagische Flüssigkeit, Adhäsion zwischen der Lunge und der Pleura parietalis. Linke Lunge und Herz normal. In der Harnblase etwa 30 ccm dunkelgelber Harn, der kein Hämoglobin enthält.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Veränderungen im Blute nicht als die ausschließliche Todesursache betrachtet werden dürfen; sie können sogar in hohem Maße auftreten, ohne daß der Tod erfolgt, und umgekehrt fehlen, während das Versuchstier innerhalb weniger Stunden oder Tage stirbt. Sehen wir ja in dem 2. und 3. Versuche eine große Menge roter Blutkörperchen eingehen, wie das aus der bedeutenden Abnahme ihrer Anzahl hervorgeht sowie aus den zahl-

reichen Bruchstücken roter Blutkörperchen, aus der Auflösung des Blutfarbstoffes im Plasma und aus dem Auftreten von Hämoglobin im Harn.

Andererseits starben die Tiere in den letzten zwei Versuchen nach einer Verbrennung, während 30 und 15 Sekunden, ohne jede Abweichung weder in der Zahl noch in der Form der roten Blutkörperchen, während die Nieren normal waren und kein Hämoglobin im Urin vorgefunden wurde.

Wir glauben hieraus schließen zu können, daß durch die Hitzeeinwirkung entstandene Veränderungen im Blute nicht die Hauptursache des Todes sind, desjenigen Todes nämlich, der einige Zeit nach der Verbrennung eintritt.

Nachdem wir obiges in Erfahrung gebracht hatten, kam es also darauf an, die andere Meinung zu prüfen, die dahin geht, daß die verbrannte Haut als solche schädlich auf den Organismus wirke, indem darin Toxine entstehen, deren Resorption schwere Störungen, ja den Tod zur Folge habe.

Zunächst wiederholten wir Weidenfelds Experimente, wobei zerkleinerte und in kochendem Wasser kurze Zeit gebrühte Haut in die Peritonealhöhle eines Versuchstieres hineingebracht wurde. Auch Kontrollversuche mit nicht verbrühter Haut wurden nicht versäumt.

Versuch 6.

Ein Meerschweinchen, frisch getötet, wird in kochendem Wasser verbrüht und das Haar dann von der Haut entfernt. Nun wird ein Stück Haut von 15 cm Länge und 10 cm Breite abpräpariert, dessen Gewicht 25 g beträgt. Dieses wird in einer Fleischmühle zerkleinert und darauf in einem Becherglase kochenden Wassers einen Augenblick erhitzt. Nun wird bei einem anderen Meerschweinchen (Gewicht 500 g) der Bauch geschoren, dann mit Alkohol und Äther gereinigt und eine Öffnung von ungefähr $2\frac{1}{2}$ cm in der Mitte gemacht. Durch dieselbe wird eine Glasröhre eingeführt und mittels eines gläsernen Stempels die zerkleinerte Haut in verschiedenen Richtungen intraperitoneal hineingebracht. Hierauf wird die Wunde in zwei Etagen vernäht und mit Jodcollodium bestrichen. Das Tier war mit Äther narkotisiert worden; Instrumente und Glasröhre mit Stempel waren ausgekocht.

Zwei Stunden nach Beendigung des Versuchs ist die Respiration beschleunigt, das Tier ist duseelig, sitzt still, läßt seine Füße in verschiedene unbequeme Lagen bringen, ohne sie zurückzuziehen. 6 Stunden nach dem Versuche ist das Tier tot.

Obduktion. Peritoneum normal, die hineingebrachte Haut sitzt als ein Kuchen um und zwischen den Darmschlingen festgeklebt, in der Bauchhöhle wässrige Flüssigkeit, die Gedärme sind etwas hyperämisch, Lungen und Leber normal; an der Wunde ist keine Reaktion zu bemerken.

Aus dem Herzen wurde ein wenig Blut genommen, dieses mit einigen Kubikzentimetern steriler Bouillon vermischt und subcutan in den Rücken eines Meerschweinchens eingespritzt. Dieses Tier ist am folgenden Morgen tot.

Bei der Obduktion zeigte sich an der Einstichstelle Infiltration und Oedem. An der Unterseite der Leber befand sich Fibrin, der untere Lappen der rechten Lunge war hyperämisch. Es fanden sich deutliche Spuren von Entzündung, welche rechts an der Einstichstelle anfang und sich nach links bis über die Medianlinie ausdehnte.

Von der Einstichstelle wurde bei diesem zweiten Tiere ein wenig Flüssigkeit und aus dem Herzen ein wenig Blut genommen und diese auf Bouillon-Agar und Glycerin-Bouillon-Agar geimpft. Von dem Blute geht nichts auf, von der subcutanen Flüssigkeit einige kleine Kolonien, welche, wie es sich herausstellt, aus kleinen Bazillen und Kokken bestehen.

Versuch 7.

Ein Meerschweinchen wurde getötet, darauf die Haut ganz geschoren und ein Stück von 10 cm Breite und 15 cm Länge, Gewicht 20 g, abpräpariert. Diese Haut war dünner als im vorhergehenden Falle. Nun wurde dieses Stück sorgfältig mit Alkohol gereinigt, darauf in einer vorher ausgekochten Fleischmühle zerkleinert und ferner noch in möglichst kleine Teilchen zerschnitten. Diese zerkleinerte, aber nicht verbrühte Haut wurde wieder unter Äthernarkose intraperitoneal bei einem 525 g wiegenden Meerschweinchen hineingebracht, wie oben, während die Wunde ebenfalls auf dieselbe Weise behandelt wurde. 2 Stunden nach Ablauf des Versuchs ist das Tier ziemlich wohl, läuft herum und macht nicht den Eindruck, sehr krank zu sein. 5 Stunden nach dem Versuche ist das Tier augenscheinlich noch wohl. Den folgenden Morgen, 14 Stunden nach der Operation, ist es tot.

Obduktion. Die hineingebrachte Haut ist wieder zu einer Masse zusammengeklebt und füllt den Raum zwischen den Darmschlingen an, welche durch Fibrin verklebt sind. In der Bauchhöhle blutartige, wässrige Flüssigkeit, Peritoneum normal, Gedärme hyperämisch, fernere Organe normal.

Aus dem Herzen wird wieder ein wenig Blut genommen und dieses, mit Bouillon vermischt, bei einem Meerschweinchen subcutan in den Rücken eingespritzt, ohne Erfolg.

Versuch 8.

Von einem Meerschweinchen, welches getötet und darauf in kochendes Wasser getaucht worden war, wurden die Haare entfernt und dann ein Stück Haut von 150 qcm, Gewicht 24 g, genommen. Dieses Stück

wurde auf dieselbe Weise behandelt wie bei 1 und bei einem anderen Meerschweinchen, Gewicht 625 g, in die Bauchhöhle hineingebracht. Nach einigen Stunden sitzt das Tier noch still zusammengekauert, bei Berührung bekommt es Stöße durch den Körper. 17 Stunden nach dem Versuche sitzt das Tier mit halbgeschlossenen Augen, die Hinterfüße bewegen sich träge, Atemholung ziemlich schnell, Stöße durch den Körper. 24 Stunden nach der Operation ist das Tier tot.

Obduktion. Subcutanes Gewebe neben der Wunde links ein wenig oedematös, rechts normal. Peritoneum glatt und glänzend, keine Flüssigkeit in der Bauchhöhle, Dünndarm hyperämisch, besonders das Ileum; Lungen und Leber normal; aus dem Herzen wird ein wenig Blut genommen, ungefähr $2\frac{1}{2}$ ccm, und dieses, mit Bouillon vermischt, subcutan bei einem anderen Meerschweinchen eingespritzt, ohne Erfolg.

Versuch 9.

Ein Kaninchen wird getötet, darauf wird von der Haut das Haar entfernt und ein Stück Haut von 200 qcm, Gewicht 23 g, abpräpariert. Dieses wird zerkleinert, in kochendem Wasser erhitzt und darauf auf dieselbe Weise, wie oben beschrieben worden, bei einem Kaninchen, Gewicht 2,36 kg, intraperitoneal hineingebracht.

Nach 2 Stunden befindet sich das Tier noch wohl; am folgenden Morgen, 17 Stunden nach dem Versuch, sitzt das Tier zusammengekauert, Respiration etwas beschleunigt, es reagiert fast nicht auf Berührung, der Kopf ist zu Boden gesenkt, die Augen zuweilen halb geschlossen.

Nach 20 Stunden: Respiration schwierig, mit pfeifenden Tönen, das Maul wird bei jedem Atemzuge geöffnet, die Hinterfüße können nur mühsam bewegt werden, das Tier fällt um, dann Krämpfe und $\frac{1}{2}$ Stunde später Exitus letalis.

Obduktion. Operationsstelle ein wenig oedematös, Peritoneum glatt und glänzend, in der Bauchhöhle ziemlich viel klare Flüssigkeit, Magen stark gefüllt mit Gas. Dünndarm an den meisten Stellen blaß, Dickdarm hyperämisch, an einigen Stellen sero-fibrinöse Entzündung. Die Hautteile sind wieder zu einer Masse zusammengeklebt und umgeben die Darmschlingen, die damit verklebt sind. Leber und Milz normal, in der Pleurahöhle ein wenig Flüssigkeit, besonders rechts, an den Lungen geringe Hyperämie. Präparate von Blut und oedematöser Flüssigkeit von der Operationsstelle zeigen Bazillen. Es werden Kulturen gemacht von Blut aus dem Herzen und Flüssigkeit von der Operationsstelle; auf 2 Röhren mit Blut, geimpft auf Glycerin-Agar, geht eine Kolonie auf, welche Kokken enthält. Am folgenden Tage wird eine frische Kultur, vermischt mit 5 ccm Bouillon, subcutan bei einem Kaninchen eingespritzt: kein Erfolg. Von dem toten Kaninchen war Blut aus dem Herzen, ungefähr 5 ccm, bei einem dritten Kaninchen eingespritzt worden, ebenfalls ohne Erfolg.

Versuch 10 und 11.

Von einem frisch getöteten Kaninchen wurde die Haut zwischen den Vorder- und Hinterfüßen geschoren und dann abgezogen. Dieses Stück

Haut wurde in zwei gleiche Teile von je 200 qcm verteilt, das eine 16 $\frac{3}{4}$ g, das andere 17 g schwer. Das eine Stück wird mit Alkohol gereinigt, in der ausgekochten Fleischmühle zerkleinert und intraperitoneal hineingebracht bei einem Kaninchen, Gewicht 2 kg. Der zweite Teil wird, nachdem er zerkleinert worden, in kochendem Wasser erhitzt und dann in die Bauchhöhle eines Kaninchens hineingebracht, dessen Gewicht 2,04 kg beträgt. Dauer jeder Operation ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde.

Das erste Tier erholt sich bald aus der Narkose, dreht sich im Korb herum und macht den Eindruck, nicht krank zu sein. Das zweite Tier ist nach dem Erwachen ebenfalls ziemlich lebhaft. 17 Stunden nach dem Versuch sitzen beide Tiere zusammengekauert, reagieren aber auf Berührung und sind ziemlich wohl. 20 Stunden nach dem Versuch Zustand derselbe; 36 Stunden nach der Operation ist das erste Tier tot. Das zweite erholt sich allmählich und ist 6 Tage nach der Operation ganz normal.

Obduktion. Die Operationsstelle sieht normal aus. Bei der Öffnung des Baues: Peritoneum rot mit Pseudomembranen; über die ganze Seitenfläche sero-fibrinöse Entzündung. Die hineingebrachte Haut ist zu einem gelben Brei geworden, der sich um und zwischen den Darmschlingen befindet. In der Bauchhöhle viel klare Flüssigkeit. Der Dickdarm ist rot injiziert mit sero-fibrinöser Entzündung, besonders das Colon descendens. Lungen, Leber, Milz und Nieren normal. Ein Kaninchen bekommt eine subcutane Injektion mit Blut, das aus dem Herzen dieses gestorbenen Tieres genommen und mit ungefähr 5 ccm Bouillon vermischt wurde; es bleibt ohne Erfolg.

Kulturen wurden angelegt von Blut, Peritonealflüssigkeit und Feuchtigkeit von der Operationsstelle, und zwar auf Agar, Glycerin-Agar und Bouillon. Von den letzteren zwei gehen einige Kolonien auf, welche, wie es sich herausstellt, Bazillen und Kokken enthalten; ein mikroskopisches Präparat von der Flüssigkeit aus der Bauchhöhle weist ebenfalls Bazillen auf.

Eine Übersicht über diese 6 Versuche gibt nachstehende Tabelle.

Versuchstier	Gewicht	Hineingebrachte Haut		Gewicht der hineingebrachten Haut	Resultat
		gekocht	ungekocht		
Meerschweinchen	500 g	150 qcm	—	25 g	tot nach 6 Std.
"	525 g	—	150 qcm	25 g	" " 14 "
"	625 g	150 qcm	—	24 g	" " 24 "
Kaninchen	2,36 kg	200 qcm	—	23 g	" " 20 "
"	2,00 kg	—	200 qcm	16 $\frac{3}{4}$ g	" " 36 "
"	2,04 kg	200 qcm	—	17 g	bleibt am Leben

Das Ergebnis dieser Versuche war also, daß von den 3 Meerschweinchen und 3 Kaninchen ein Versuchstier am Leben

blieb. Bei 2 Meerschweinchen war gekochte, bei 1 ungekochte Haut hineingebracht worden, ebenso bei den Kaninchen. Von diesen 6 blieb nur 1 Kaninchen, bei welchem gekochte Haut hineingebracht wurde, am Leben. Die Meerschweinchen starben nach 6, 14, 24 Stunden, die beiden Kaninchen nach $20\frac{1}{2}$ und 36 Stunden. Das Gewicht der hineingebrachten Haut betrug in den ersten 3 Fällen 25, 25 und 34 g, in den letzten 3 23, 17 und $16\frac{3}{4}$ g.

Diese Ergebnisse stimmen nicht ganz mit denen von Weidenfeld überein, sie sind sogar bei den Versuchen 7, 10 und 11 den seinigen gerade entgegengesetzt, denn ein Tier mit gekochter Haut bleibt am Leben, während zwei mit ungekochter sterben. Daß unter diesen Umständen die anderen Versuche mit gekochter Haut nicht viel für Weidenfelds Ansicht beweisen, wird man zugeben müssen.

Von fünf Fällen wird viermal ohne Erfolg Blut von dem toten Tiere einem anderen eingespritzt. Einmal stirbt das eingespritzte Tier, offenbar durch Infektion; an der Einstichstelle entsteht Entzündung, Infiltration des Gewebes mit Hyperämie und Oedem, welche Entzündung sich von der Operationsstelle auf das Peritoneum fortsetzt.

Aus diesen unseren Versuchen geht also nicht hervor, daß bei Verbrennung ein Gift in das Blut aufgenommen wird, welches das Tier tötet; daß ein solches Gift in der Haut entstehe durch die Hitze, ist daraus auch nicht zu folgern.

Wenn man etwas daraus schließen wollte, so wäre es gerade das Gegenteil von dem, was Weidenfeld behauptet. War ja gerade das einzige Tier, welches am Leben blieb, eins, bei dem gekochte Haut hineingebracht wurde. Es ist aber unsere Ansicht, daß dieser eine Fall, wobei es sich vielleicht um eine besondere Widerstandsfähigkeit des Versuchstieres handelte, nicht zu sehr ins Gewicht fallen darf.

Es scheint uns aber Weidenfelds Methode ein zu rohes Eingreifen zu sein, um aus den Ergebnissen derartiger Versuche bestimmte Folgerungen zu ziehen.

Wir haben dann versucht, auf eine andere Weise festzustellen, ob ein Gift in der verbrannten Haut zu entdecken sei. Dazu untersuchten wir, ob die in warmem Wasser erhitzte

Haut nach sorgfältiger Zerkleinerung und Auspressung einen Saft lieferte, welcher bei Einspritzung für Tiere giftig war.

Versuch 12.

Ein Kaninchen wurde getötet, darauf während $\frac{1}{2}$ Minute in Wasser von 70° getaucht; nun konnten die Haare leicht ausgezogen werden und es wurde ein möglichst großes Stück Haut ohne subcutanes Fettgewebe abgezogen. Diese Haut wurde mit Alkohol gereinigt und dann in einer vorher ausgekochten Fleischmühle zerkleinert. Die kleinen Teilchen vermischten wir nun mit ± 20 ccm physiologischer NaCl-Lösung, worauf sie in einem großen Mörser mit ein wenig Quarzsand noch einmal zerrieben wurden, diese Mischung wurde in ein Tuch getan und dann in einer Presse bei einem Druck von 300 Atmosphären ausgepreßt. Der Mörser war, indem nach tüchtiger Reinigung ein wenig Alkohol darin verbrannt wurde, soviel wie möglich sterilisiert und die Presse, insofern es nötig war, auf dieselbe Weise behandelt worden, während das Tuch vorher ausgekocht worden war. Bei unserm ersten fehlgeschlagenen Versuch hatte es sich herausgestellt, daß ohne Hinzufügung von ein wenig Flüssigkeit unmöglich etwas aus den Hautteilen herausgepreßt werden konnte; daher die Hinzufügung physiologischer NaCl-Lösung.

Nun bekamen wir eine trübe Flüssigkeit; diese wurde mit einer sterilen Pipette aufgesogen und hiervon wurde 1 ccm subcutan eingespritzt bei einer weißen Maus, während wir die übrigen 5 ccm bei einem Meerschweinchen unter der Haut einspritzten.

Das Meerschweinchen war 3 Tage nach der Einspritzung tot.

Bei der Obduktion ließ die Bauchhaut bei Berührung sofort los, subcutan gab es ziemlich viel hämorrhagisches Exsudat, ferner starke Hyperämie am Peritoneum. An der Injektionsstelle war keine Veränderung zu sehen.

Die subcutane Flüssigkeit enthielt mikroskopisch zahllose Coccobazillen und auch einige Stäbchen. Kulturen des Blutes und der subcutanen Flüssigkeit auf Agar und Glycerin-Agar enthielten gleichfalls zahlreiche Coccobazillen, Kokken und längere bewegliche Stäbchen. Diese langen beweglichen Stäbchen kamen auch zum Vorschein in einer anaëroben Kultur und waren dem Bacillus des malignen Oedem sehr ähnlich. Von der subcutanen Flüssigkeit wurden noch 5 ccm eingespritzt bei einem zweiten Meerschweinchen, welches nach 5 Tagen starb. Die Obduktion dieses Meerschweinchens zeigte eine macerierte Bauchhaut, die Muskeln sehen aus wie gekocht, zerreißen bei Berührung, während mikroskopisch an vielen Stellen die Querstreifung verschwunden ist, ferner viele Fetttropfen; eine fettige und parenchymatöse Degeneration also. Die geringe in der Bauchhöhle befindliche Flüssigkeit enthielt wiederum viele Kokken, Coccobazillen und längere Stäbchen.

Kulturen dieser Flüssigkeit und des Blutes weisen dieselben Kokken und Stäbchen auf, während eine anaërobe Kultur dieselben langen, wenig

beweglichen Stäbchen enthielt wie oben. Von dieser letzten Kultur wird ein wenig mit Bouillon vermischt und bei zwei Meerschweinchen eingespritzt, ohne Erfolg.

Die Maus starb nach 13 Tagen.

Obduktion. Über die ganze Haut sind die Haare verschwunden, die Haut selber ist maceriert, hat eine schwarzrote Farbe und ist bei Berührung mit einer Pinzette ganz leicht zu zerreißen. Das Peritoneum ist schwarz, auch die Gedärme sind schwarz, halb maceriert, obwohl noch kein Darminhalt in die Bauchhöhle geflossen ist. An der Injektionsstelle ist keine Abweichung zu sehen. In der Bauchhöhle befindet sich sehr wenig freie Flüssigkeit. Hiervon und von dem Blute werden Kulturen auf Agar und Glycerin-Agar angelegt. In allen Kulturen finden sich kleine, bewegliche Stäbchen und Kokken, im Blute besonders Kokken. Auch wurde eine anaerobe Kultur gemacht, welche ebenfalls Stäbchen und Kokken enthielt.

Versuch 13.

Ein Kaninchen wurde getötet, darauf wurde die Haut zwischen Vorder- und Hinterfüßen sorgfältig geschoren und abgezogen. Dieses Stück Haut wurde mit Alkohol gereinigt, in einer ausgekochten Fleischmühle zerkleinert und weiter auf dieselbe Weise behandelt wie beim vorhergehenden Versuch. Da das ausgekochte Tuch noch Wasser enthielt, wurde die Flüssigkeit, welche bei den ersten hundert Atmosphären Druck ausgepreßt wurde, nicht benutzt; das weitere Pressen bis 300 Atmosphären gab eine Menge blutiger Flüssigkeit, ungefähr 15 ccm. Diese wurde bei einem Meerschweinchen eingespritzt ohne Erfolg, das Tier blieb gesund.

Aus diesen zwei Versuchen würde hervorgehen, daß die aus der verbrannten Haut gepreßte Flüssigkeit bei Einspritzung tödlich wirkt, während diejenige aus der ungekochten Haut keine schädlichen Folgen hat. Doch würden wir es nicht ohne weiteres wagen, daraus die Folgerung zu ziehen, daß sich in der verbrannten Haut irgend ein Gift gebildet habe. Es hat ja die bakteriologische Untersuchung gelehrt, daß die Hitze offenbar nicht genügte, um die Bakterien in der gekochten Haut zu töten, und es ist wahrscheinlich, daß die Tiere nicht an Vergiftung, sondern an Infektion zugrunde gegangen sind. Wir hielten es daher nicht für angemessen, in dieser Richtung fortzufahren.

Nach diesen Mißerfolgen, die Schädlichkeit der verbrannten Haut nach der von Weidenfeld angegebenen Methode zu prüfen, gingen wir, wie oben schon angedeutet wurde, daran,

die Scholzschen Versuche mit Verbrühung der blutleeren Haut zu wiederholen, aber an einer größeren Hautfläche, als die Ohren sie bieten können.

Es handelte sich darum, die Haut über eine große Ausdehnung der Hitzeeinwirkung auszusetzen, ohne daß das Blut oder die unterliegenden Teile zugleich dadurch beschädigt wurden.

Wir erzielten das, indem wir jedesmal die Blutzufuhr nach einem Teile der Haut zeitweise hemmten und dann die Hitze einwirken ließen. Dazu benutzten wir zwei kupferne Stempel von ovaler Form, 8 cm lang, 4 cm breit, $\frac{1}{2}$ cm dick; sie waren mit starken, hölzernen Griffen versehen.

Die in einer Falte emporgezogene Haut wurde nun zwischen die vorher erhitzten Stempel gefaßt, so daß die Versengung stattfand, während das Blut aus den Gefäßen weggedrückt war. Näheres ist im folgenden Versuche beschrieben.

Versuch 14.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,56 kg, Temperatur 39° , wurde von den Vorderfüßen an sorgfältig kahl geschoren. Da die Haut sehr dehnbar ist, konnte sie überall in großen Falten emporgezogen werden. Nach Dargebung von 25 bis 30 mg Morphinum, wodurch das Tier ganz betäubt war, wurde nun jedesmal eine möglichst hohe Hautfalte gemacht, wodurch die Circulation in diesem Teile schon beträchtlich abnahm. Dann wurden die Stempel, welche vorher in kochendem Wasser erhitzt worden, schnell und fest während einer halben Minute auf beide Seiten dieser Hautfalte gedrückt. Ein Gehilfe ersetzte darauf sofort die Stempel durch zwei nasse Schwämme, welche ebenfalls kräftig auf die Hautfalte gedrückt wurden, so daß, wenn das Blut in die Gefäße zurückkehrte, diese wieder abgekühlt waren. Daß beim Ausdehnen der Hautfalten durch das Emporziehen die Circulation schon beträchtlich gehemmt wurde, war sofort bei durchfallendem Lichte zu sehen, besonders wenn die Kaninchen hellfarbig waren.

Dieses Verfahren wurde an 15 verschiedenen Stellen wiederholt, wobei jedesmal der Umriß des verbrannten Teiles auf der Haut markiert wurde, um zu verhindern, daß dieselbe Stelle zweimal behandelt wurde. Es sei noch erwähnt, daß das Tier unter dem Einfluß des Morphioms durchaus nicht reagierte oder Zeichen des Schmerzes gab. Nach Ablauf wurde das Tier, das sehr duseelig war und mit geschlossenen Augen still niedersaß, in einen Brutofen bei 30° gestellt, um einer starken Abkühlung durch die geschorene Haut vorzubeugen; Temperatur $36,5^{\circ}$.

Die Hautfalten waren stark zusammengeshrumpft und blaß und zeigten bei durchfallendem Lichte so gut wie keine Circulation; auch die Ohren, welche auf dieselbe Weise behandelt wurden, waren blaß, ohne Blut.

Am nächsten Tage ist das Tier ein wenig munterer und frißt gut, auf dem Bauche sind einige Blasen, Temperatur 39° , Zahl der roten Blutkörperchen 6724000, von normaler Form und Größe.

Auf den verschiedenen verbrannten Stellen bilden sich Krusten, welche allmählich abgestoßen werden, ein Teil der Ohren fällt ab, keine Circulation in den verbrannten Teilen; das Tier bleibt wohl, die Haut genest, 2 Monate später stirbt es durch einen zufällig hinzutretenden Umstand.

Bei diesem Versuche, wobei die Stempel vorher in kochendem Wasser erhitzt wurden, hatten die Hautgefäße durch die Verbrennung offenbar eine solche Veränderung erlitten, daß das Blut, nachdem die Stempel weggenommen worden, nicht wieder in dieselben hineintrat. Darum wurden bei einem folgenden Versuche die Stempel in Wasser von einer niedrigeren Temperatur erwärmt.

Um zu erforschen, welche Temperatur das Wasser für die Erhitzung der Stempel haben mußte, damit die Circulation nicht gehemmt wurde, hatten wir vorher ein Ohr gestempelt, nach einer Erhitzung der Stempel auf 80° , das andere bei einer Erhitzung auf 70° . Nun zeigte sich, daß ersteres zusammenschrumpfte und blaß wurde, während das andere hyperämisch aussah mit stark angefüllten Gefäßen.

Versuch 15.

Ein Kaninchen wurde, ebenso wie bei dem vorhergehenden Versuche, kahl geschoren und die Haut an 16 verschiedenen Stellen während einer halben Minute zwischen den Stempeln verbrannt, die bis auf 72° erhitzt wurden. Die Behandlung geschah wieder nach Darreichung von 30 mg Morphium.

Die Zahl der roten Blutkörperchen betrug vor dem Versuche 6424000, 8 Stunden nach dem Versuche 6312000. 2 Stunden nach dem Versuche ist die Temperatur, welche erst $39,5^{\circ}$ betrug, 35° , 8 Stunden nach dem Versuche 38° . Das Tier sitzt mit halbgeschlossenen Augen in dem Brutofen. Den folgenden Tag ist die Zahl der roten Blutkörperchen 6342000, Form und Größe ebenso wie am vorigen Tage normal. Temperatur morgens 34° , mittags $36,5^{\circ}$. Das Tier sitzt still, Respiration langsam und oberflächlich, es reagiert fast nicht. Die Haut ist besonders an der Bauchseite stark oedematös, mit Blasen, während sie bei durchfallendem Licht sehr hyperämisch aussah, mit strotzend gefüllten Blutgefäßen. Abends liegt das Tier im Sterben; Zahl der roten Blutkörperchen 5970000, von normaler Form; Temperatur 36° ; am nächsten Morgen ist es tot.

Obduktion. Haut stark geschwollen, Epidermis löst sich leicht. Peritoneum glatt und glänzend; in der Bauchhöhle ziemlich viel klare,

seröse Flüssigkeit, Nieren blaß, Darm normal, nur ist an einer Stelle das Duodenum ein wenig hyperämisch. Leber und Milz normal, Lungen normal, Herz klein, linker Ventrikel kontrahiert. In der Brusthöhle keine Flüssigkeit. Die Blase gefüllt mit Urin, dieser wird mit einer sterilen Pipette aufgesogen und in einer sterilen Schüssel aufgefangen; er ist alkalisch und enthält kein Eiweiß und kein Hämoglobin.

Hier war also die im blutleeren Zustande gebrühte Haut nach dem Versuche noch wohl für das Blut zugänglich, die Gefäße waren durch die Verbrennung nicht so verändert, daß die Circulation aufgehoben wurde. Während also eine direkte Einwirkung der Hitze auf das Blut ganz und gar ausgeschlossen war, wurde andererseits dem Blute die Gelegenheit geboten, eventuell gebildete Giftstoffe aus der in größerer Ausdehnung verbrühten Haut aufzunehmen. Das Ergebnis war nun, daß das Tier unter Erscheinungen einer Verbrennung zweiten Grades nach $1\frac{1}{2}$ Tagen zugrunde ging.

Versuch 16.

Ein anderes Kaninchen wurde geschoren und nach Injektion von 25 mg Morphinum in derselben Weise behandelt wie oben. An 10 verschiedenen Stellen wurde eine Hautfalte emporgezogen und während einer viertel Minute gepreßt mit in Wasser von 72° erhitzten Stempeln. Körpertemperatur vor dem Versuche 38° . Nach Ablauf sitzt das Tier betäubt, zusammengekauert im Brutofen, Körpertemperatur 35° , 3 Stunden später $36,5^{\circ}$, während die Haut überall geschwollen ist und in den verbrannten Teilen starke Hyperämie aufgetreten ist.

Am folgenden Tage ist das Tier munterer, sieht ziemlich lebhaft aus, während die Temperatur 39° ist. Die ganze Haut am Bauche ist stark geschwollen, viel mehr als auf dem Rücken. An den verbrannten Stellen bilden sich im weiteren Verlaufe Krusten, welche allmählich abfallen; das Tier ist mager, frißt aber gut, die Temperatur bleibt normal, das Tier zeigt ferner keine Abweichungen.

Bei diesem Tiere, das am Leben blieb, waren zwischen den verbrannten Stellen noch Hautteile intakt geblieben, während die Zeit, während welcher die Hitze einwirkte, um die Hälfte kürzer war als bei den vorigen Versuchen.

Versuch 17.

Ein Kaninchen wurde geschoren und behandelt wie oben; jetzt aber an 16 verschiedenen Stellen, während einer viertel Minute, während die Temperatur des Wassers, in dem die Stempel erwärmt wurden, wieder 72° betrug. Injektion von 30 mg Morphinum. Temperatur vor dem Versuche 38° , nach Beendigung 37° ; 4 Stunden nach dem Versuche 36° .

Das Tier sitzt in dem Brutofen bei einer Temperatur von 28° mit halb geschlossenen Augen, frißt beinahe nicht.

Am folgenden Tage hat sich der Allgemeinzustand nicht gebessert; die Haut an der Bauchseite stark geschwollen, mit Blasen; am nächsten Tage hat es nicht die Kraft, die Hinterfüße einzuziehen, Atemholung oberflächlich; die Temperatur, welche erst wieder gestiegen war, nimmt allmählich ab, die Haut ist kalt und abends stirbt das Tier.

Obduktion. An den meisten Stellen ist die Epidermis leicht zu lösen, darunter befindet sich Flüssigkeit. In der Bauchhöhle keine Flüssigkeit, Peritoneum glatt und glänzend, Duodenum und der fernere Darm normal; in der Schleimhaut des Magens viele schwarze Flecken, schon von außen sichtbar. Es befindet sich an jenen Stellen geronnenes Blut, nach dessen Entfernung Substanzverluste sichtbar werden. Nieren, Milz, Leber normal, Lungen ein wenig hyperämisch, Blut überall flüssig, keine Thrombi. Aus dem Herzen werden steril 10 ccm Blut aufgefangen und bei einem jungen Kaninchen eingespritzt, ohne daß dieses Tier darnach irgendwelche Krankheitserscheinungen aufweist. In der Blase befinden sich \pm 20 ccm Urin, der eine Spur von Eiweiß, kein Hämoglobin enthält. Von der Flüssigkeit unter der Epidermis und von dem Blute werden Kulturen angelegt, es geht nichts auf.

Die Abnahme der Temperatur sofort nach dem Versuche könnte abhängig sein von dem längere Zeit nacheinander ausgestreckt Liegen auf einem Brette; auch könnte sie die Folge der großen Morphiumdosis sein. Um zu sehen, ob die genannten Faktoren von Einfluß wären, wurden bei einem Kaninchen 30 mg Morphium eingespritzt, worauf es eine halbe Stunde lang, auf ein Brett gebunden, liegen gelassen wurde. Nach Ablauf war die Temperatur, welche erst 39° betrug, bis 37° gefallen, bald nachher war sie aber wieder normal. Die Abnahme in den vorhergehenden Versuchen kann also sicher zum Teile anderen Ursachen als der Verbrennung zugeschrieben werden.

Versuch 18.

Schließlich wurde noch ein Kaninchen genommen, 25 mg Morphium injiziert, das Tier ganz geschoren und an 21 Stellen eine Hautfalte während einer halben Minute zwischen Stempeln verbrannt, welche in kochendem Wasser erhitzt wurden. Vorher war die Zahl der roten Blutkörperchen festgestellt worden, diese betrug 6624000. Die Haut ist nach Beendigung der Verbrühung hart, bei durchfallendem Licht blaß, während die Gefäße zusammengeschrumpft sind, an der Bauchseite befinden sich einige Blasen.

Die Zahl der Blutkörperchen beträgt 6504000, von normaler Form. 2 Tage später ist das Tier noch wohl und munter, frißt gut. Nach wenigen Tagen tritt aber am Bauche Gangrän auf und 6 Tage nach dem Versuche wird das Tier wegen ausgebreiteter Gangrän getötet.

Obduktion. Lungen ein wenig hyperämisch, Leber fleckig rot, Darm normal, Herz und Nieren normal. In der Harnblase sehr wenig trüber Urin, enthält kein Hämoglobin, wohl Eiweiß. Peritoneum glatt und glänzend, keine Flüssigkeit in der Bauchhöhle.

Die Versuche, bei denen die Haut zwischen den erhitzten Stempeln gepreßt wurde, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Körpergewicht	Temp. des Wassers	Gestempelt	Körpertemperatur vor nach dem Versuche		Zahl der roten Blutkörperchen vor nach dem Versuche		Ergebnis
2,06 kg	100°	15 ×	39,0°	36,5°—39°	6345000	6724000	bleibt am Leben
2,00 kg	72°	16 ×	39,5°	35,0°—38°	6424000	6312000	tot nach 1½ Tagen
2,11 kg	72°	10 ×	38,0°	35,0°—39°	—	—	bleibt am Leben
2,56 kg	72°	20 ×	39,0°	36°	—	—	tot nach 30 Stunden
2,64 kg	100°	21 ×	39,5°	37°	6624000	6504000	getötet nach 6 Tagen

Von diesen fünf Kaninchen wurden also zwei verbrüht durch in Wasser von 100° erwärmte Stempel, bei den übrigen drei waren die Stempel in Wasser von 72° erhitzt worden. Man muß annehmen, daß die Temperatur der Stempel immer etwas niedriger ist als die des heißen Wassers, denn wenn sie auch vor jeder neuen Stempelung wieder einige Augenblicke hineingestellt wurden, so verlieren sie doch während des Versuchs an Wärme.

Es ergab sich, daß von den zuerst erwähnten zwei Fällen das eine Kaninchen (14), welches bei einer Temperatur von 100° an 15 verschiedenen Stellen gestempelt wurde, keine bleibenden schädlichen Folgen der Behandlung erlitt.

Das zweite (18) blieb 6 Tage am Leben und wurde dann getötet, weil es vorherzusehen war, daß es durch das inzwischen aufgetretene Gangrän an septischer Infektion zugrunde gehen würde. Hier war fast die ganze Haut verbrüht.

Von den drei anderen, welche alle bei einer Temperatur des Wassers von 72° während ¼ Minute verbrüht wurden, und zwar an 16, 10 und 16 verschiedenen Stellen, starb das erste Tier

nach $1\frac{1}{2}$ Tagen, das zweite blieb am Leben, während das dritte nach 30 Stunden zugrunde ging. Beim zweiten wurde ein bedeutend geringerer Teil der Haut der Behandlung unterzogen als bei den beiden anderen, so daß man annehmen kann, daß hier die Verbrühung nicht genug ausgedehnt war, um den Tod zu verursachen.

Bei allen war kein wesentlicher Unterschied in der Zahl der roten Blutkörperchen vor und nach dem Versuche, während auch die Form normal war und im Urin kein Hämoglobin nachgewiesen werden konnte. Bei den ersten zwei waren die Gefäße nach dem Versuch dem Blute nicht mehr zugänglich, bei den anderen drei stellte die Circulation sich sofort wieder her und trat starke Hyperämie, Oedem und Blasenbildung auf.

Aus diesen Versuchen glauben wir schließen zu können, daß bei Verbrennung in der Haut Veränderungen auftreten, welche in gewissen Fällen den Tod herbeiführen. Wir sagen „in gewissen Fällen“, denn erstens hängt natürlich das Eintreten oder Nichteintreten des Todes von der Ausdehnung der Verbrühung ab; zweitens ist die Temperatur, wobei die Hitze einwirkt, von Einfluß. Ist diese nämlich so hoch, daß die Gefäße sofort zusammenschrumpfen und die Circulation gehemmt wird, so können etwa durch die Verbrennung in der Haut gebildete Stoffe nicht weiter geführt werden, wie aus den Versuchen 14 und 18 hervorgeht.

Vielleicht würde man hieraus den Schluß ziehen wollen, daß nach dieser Erklärung jede Verbrennung bei hoher Temperatur, also dritten Grades, ungefährlich, diejenige bei geringerer Temperatur tödlich wäre, wenn wenigstens die Ausdehnung groß genug wäre.

Für diese Folgerung möchten wir aber nicht verantwortlich gemacht werden, sie stände auch in unmittelbarem Widerspruch mit dem, was wir im täglichen Leben erfahren, wo ernstliche Verbrennung dritten Grades und Verkohlungen meistens einen tödlichen Verlauf haben. Man muß bedenken, daß die Art der Verbrennung bei unseren Versuchen anders war als wir bei Unfällen mit heißem Wasser oder Feuer sehen, war es uns ja nur darum zu tun, zu erproben, ob die Hautveränderung an sich bei Verbrennung einen schädlichen Einfluß auf den Organismus ausübe.

Man kann sich ja vorstellen, daß z. B. bei einem Patienten, wo eine sehr hohe Temperatur auf einen Teil des Körpers eingewirkt hat, zwischen den äußeren Schichten, welche sofort absterben, und den tiefer gelegenen Geweben eine Zone liege, welche einer etwas niedrigeren Verbrennungstemperatur ausgesetzt ist, so daß daselbst die Circulation nicht gehemmt wird und gebildete Stoffe in das Blut aufgenommen werden können.

Bei unseren Versuchen wurde bloß die von der Unterlage abgehobene Haut erhitzt, während durch sofort darauf folgende Abkühlung tiefere Schichten nicht nachträglich von der Hitze beeinflußt werden konnten. Die Haut selbst ist bei Kaninchen fast überall sehr dünn und bei Einwirkung einer Hitze von $\pm 100^{\circ}$ sofort hart, während durch das starke Pressen mit den Stempeln die Dicke noch abnimmt; da außerdem durch die beiden Stempel die Hitze von zwei Seiten kommt, ist es sehr wahrscheinlich, daß bei den Versuchen 14 und 18 die Haut in ihrer ganzen Tiefe einer Verbrennung mit Zusammenschrumpfung der Gefäße ausgesetzt ist, so daß obengenannte Zone nicht anwesend war.

Es könnte nun sein, daß nicht allein in der Haut, sondern auch in tiefer gelegenen Geweben, z. B. in den Muskeln und anderen Organen, wenn dieselben durch die Hitze getroffen werden, Gifte entstehen, welche denselben schädlichen Einfluß auf den Organismus ausüben wie die der Haut. Alsdann könnte man bei jeder tiefgehenden Verbrennung, wobei auch die unter der Haut liegenden Gewebe angegriffen sind, immer eine Zone annehmen, wo unter dem Einflusse der Hitze keine Circulationshemmung stattfindet, wohl aber Gifte entstehen, mit anderen Worten, dann müßte, unabhängig von ihrem Grade, der Effekt jeder ausgedehnten Verbrennung hinsichtlich ihrer Folgen für den Organismus der gleiche sein.

Weidenfeld ist tatsächlich der Ansicht, daß alle Organe nach Verbrühung giftig werden; um dies zu untersuchen, wandten wir eine Versuchsmethode an, wobei eine Anzahl Muskeln in vivo der Hitze ausgesetzt wurden, ohne daß die Haut dabei in Mitleidenschaft bezogen wurde. Dazu haben wir heißes Wasser beim lebendigen Tiere in die Muskeln gespritzt.

Versuch 19.

Ein Kaninchen, Gewicht 2,09 kg, Temperatur 39°, wurde narkotisiert durch eine Injektion mit 30 mg Morphium. Nun wurde das Tier auf ein Brett gebunden und mittels einer Spritze mit langer Kanüle warmes physiologisches Wasser in verschiedene Muskeln injiziert. Die Spritze konnte 20 ccm Flüssigkeit enthalten und wurde, um starke Abkühlung des Wassers zu verhindern, jedesmal vor der Füllung in kochendes Wasser gelegt. Das physiologische Wasser, das auf einer Temperatur von 72° gehalten wurde, wurde an verschiedenen Stellen eingespritzt, und zwar am Rücken auf beiden Seiten der Wirbelsäule und in die Muskeln der hinteren Extremitäten. Dieses geschah dermaßen, daß die Nadel in die Länge der Muskeln tief hineingestochen und beim Einspritzen zurückgezogen wurde. Die Injektionen wurde an 8 verschiedenen Stellen gemacht, jedesmal mit einer vollen Spritze. Die Muskeln schwellen auf und waren besonders an den Beinen als harte Massen zu fühlen.

Nachdem es sich von der Narkose erholt hat, sitzt das Tier still, bewegt die Hinterfüße mit Mühe, sie schleppen ein wenig nach beim Gehen. Temperatur nach Ablauf 38,5°. Am folgenden Tage sind die Muskeln weniger geschwellen, das Tier ist zwar nicht sehr munter, frißt aber gut, die Hinterfüße werden noch mit Mühe bewegt. Weiter bleibt der Zustand gut, die Temperatur ist immer normal und das Tier zeigt weiterhin keine Abweichungen. 12 Tage nach dem Versuche wird das Tier getötet und die Muskeln werden betrachtet.

Es zeigt sich, daß in allen Muskeln, in welche Wasser hineingespritzt wurde, ganze Streifen sind, welche wie gekocht aussehen, scharf getrennt von dem normalen Muskelgewebe. Diese Teile werden so sorgfältig wie nur möglich herausgeschnitten und zusammen gewogen; das Gewicht betrug 30 g.

Versuch 20.

Einem Kaninchen, Gewicht 1,97 kg, Temperatur 39,5°, werden auf dieselbe Weise, wie oben, die Muskeln mit physiologischem Wasser, dessen Temperatur ebenfalls 72° beträgt, eingespritzt. (Die Einspritzung geschah jetzt an 10 verschiedenen Stellen, nämlich 3 auf jeder Seite der Wirbelsäule und zwei an jedem Hinterbein.) Das Tier erholt sich allmählich aus der Narkose und sitzt still zusammengekauert. Die Muskeln sind wieder stark geschwellen und das Gehen fällt sehr schwer. Temperatur nach Ablauf 38°.

Am folgenden Tage ist der Zustand ziemlich gut, das Tier frißt gut und sieht nicht sehr krank aus; ferner bleibt es gesund und zeigt keine Abweichungen. Nachdem es einen Monat lang ganz gesund gewesen, stirbt es plötzlich, während der Zustand der Muskeln durch zufällige Umstände nicht untersucht werden konnte.

Aus diesen zwei Versuchen erhellt, daß die Tiere durchaus keinen schädlichen Einfluß quoad vitam von der Verbrühung der

Muskeln verspürten. Im zweiten Falle wurde leider durch einen zufälligen Umstand die Menge der verbrühten Muskeln nicht festgestellt, da hier aber noch mehr eingespritzt wurde als im ersten Falle und die Parese an den Füßen sogar nach einigen Tagen noch stärker war, darf man annehmen, daß sicher keine geringere Menge als 30 g verbrüht wurde.

Nun könnte man anführen, daß diese Menge zu gering sei, um Erscheinungen hervorzurufen; dieser Einwendung stellen wir aber die Tatsache gegenüber, daß im Vergleiche mit Weidenfelds Versuchen hier mehr verbrühtes Gewebe war. Weidenfeld brachte ja eine Menge von 25 g in die Bauchhöhle hinein und sah die Tiere zugrunde gehen.

Ferner könnte man noch die Einwendung machen, daß in diesem Falle, wo die Muskeln wie gekocht aussehen, die Blutgefäße, welche in den verbrühten Teilen verlaufen, natürlich auch untauglich zur Circulation geworden, daß also die Gifte, welche sich etwa in den verbrühten Teilen gebildet hätten, keine Gelegenheit gefunden, sich im Körper zu verbreiten. Die Tatsache jedoch, daß nach der Injektion des Wassers die Muskeln durch die Haut als dicke Massen zu fühlen waren, welche bis zweimal das normale Volumen hatten, berechtigt zur Folgerung, daß das Wasser sich durch den ganzen Muskel verbreitete, was sich auch deutlich zeigte, als wir bei einem toten Tiere einige Muskeln bloßlegten und Wasser hineinspritzten. Der Muskel schwoll ganz auf und bei jedem Einschnitt kam Wasser daraus zum Vorschein. Wir glauben also annehmen zu dürfen, daß auch hier wieder eine Zone, und zwar eine ziemlich breite, bestanden, in welcher die Temperatur des warmen Wassers nicht so hoch war, um die Gefäße unzugänglich zu machen, aber doch intensiv genug zur etwaigen Bildung von Giften in diesen verbrühten Teilen.

Unserer Ansicht nach war also die Menge der verbrannten Muskeln genügend, während zugleich die Gelegenheit zur Giftbildung, was die Temperatur des eingespritzten Wassers betrifft, gegeben war. Somit schließen wir aus dem vollkommenen Gesundbleiben der beiden Tiere auf das Nichtauftreten von giftigen Stoffen in den Muskeln bei Verbrühung.

Wir sprachen vorhin von etwaiger Bildung giftiger Stoffe. Man könnte sich aber fragen, ob bei Verbrennung nicht noch andere Momente mit im Spiele sein können. Es hat die Haut ja verschiedene Funktionen zu vollziehen, wie die physikalische Wärmeregulierung, die Hautatmung und die Ausscheidung verschiedener Stoffe durch den Schweiß. Wenn die Haut nun durch Verbrennung eine schwere Schädigung erlitten hat, so kann von diesen Funktionen kaum mehr die Rede sein.

Mehrere Autoren haben indes sich dahin ausgesprochen, daß die Aufhebung der Hautwirksamkeit von geringem Einfluß auf das Allgemeinbefinden ist. So fand Senator, daß die Bedeckung der Haut mit einer impermeablen Schicht ganz ungefährlich ist, während Falk und Laskewitsch behaupten, die Hautrespiration werde bei Verbrennung nicht unterdrückt, und wenn dies auch der Fall wäre, so könnten die normal durch die Haut ausgeschiedenen Stoffe leicht durch andere Organe abgeführt werden; diese Behauptung wird aber von anderen bestritten.

Schon aus unseren eigenen Versuchen mit Verbrühung der Haut mittels erhitzter Stempel erhellt, daß der Aufhebung der Funktion ohne weiteres die Todesursache nicht gut zugeschrieben werden kann. War ja die Lebensgefahr gerade geringer bei den Tieren, bei welchen die höchste Temperatur auf die Haut eingewirkt hatte, so daß der Blutstrom nicht in die lädierten Gefäße zurückkehrte.

Schließlich haben wir noch versucht, auf anderem Wege diesen Punkt klarzustellen. Um nämlich die Komplikation der gestörten oder aufgehobenen Hautfunktion bei Verbrennung auszuschließen, verfielen wir auf den Gedanken, für unsere Versuche eine Haut zu wählen, welche die Eigenschaften einer normalen Haut besitzt, ohne den Körper zu bedecken, welche also nicht zur Wärmeregulierung, Respiration und Ausscheidung zu dienen braucht. Dazu benutzten wir Fledermäuse, welche in ihrer Flughaut eine normal gebildete Haut besitzen, welche sich zwischen den Füßen ausbreitet und in die den Körper bedeckende Haut übergeht.

Es gab manche Schwierigkeiten, dieser Tiere habhaft zu werden, und noch schwerer, ja unmöglich war es, sie zu

bewegen, in der Gefangenschaft zu fressen, da sie ihre aus Insekten bestehende Nahrung im Fluge fangen. Wir mußten also bei unseren Verbrühungsversuchen immer Kontrolltiere haben, die in ihrer Gefangenschaft in Ruhe gelassen wurden, und sehen, wie lange diese am Leben blieben.

Als Nahrung gaben wir ihnen Mehlwürmer und kleine Stücke Speck, wir haben aber niemals bemerkt, daß sie davon etwas genossen. Die Kontrolltiere blieben 8 bis 12 Tage am Leben.

Versuch 21.

Eine Fledermaus wird unter einem umgekehrten Becherglas durch Chloroform narkotisiert, alsdann schnell herausgenommen und mit ganz ausgebreiteten Flughäuten mittels einiger Stecknadeln auf einem Stück Kork befestigt. Es werden nun die beiden Häute eine nach der andern während einer halben Minute in ein Wasserbad von 58° getaucht. Das Tier macht nicht die geringste Bewegung und wird nach Beendigung des Versuchs losgelassen.

4 Stunden nach dem Versuche ist das Tier tot.

Während man normaliter gegen das Licht die Gefäße in der Flughaut als dünne rote Striche sieht, welche in feinere Verzweigungen auslaufen, waren nach der Verbrühung alle Gefäße bis in die feinsten Ästchen stark gefüllt, die ganze Haut sah hyperämisch aus.

Vorher war der Versuch gemacht worden, wie eine Fledermaus die Chloroformnarkose überstehe; dazu wurde ein normales Tier genau in derselben Weise betäubt. Nach einer halben Stunde erholte es sich und unterschied sich in nichts von den andern Tieren.

Versuch 22.

Bei einer zweiten Fledermaus wurde auf dieselbe Weise in Narkose die Flughaut an beiden Seiten in Wasser von 58° getaucht. Nach dem Versuche sind die Gefäße wieder stark hyperämisch, sehr gefüllt, und $5\frac{1}{2}$ Stunden später stirbt das Tier.

Versuch 23.

Eine Fledermaus, welche während $\frac{1}{2}$ Minuten ebenso, wie oben, behandelt wurde bei einer Temperatur des Wassers von 58° , stirbt 9 Stunden nach dem Versuche. Die Gefäße zeigten wiederum dieselbe starke Füllung und Erweiterung.

Versuch 24.

Bei einer vierten Fledermaus wurden die Flughäute während einer halben Minute in Wasser von 75° getaucht. Sofort nachdem sie aus dem Wasser genommen, waren die Häute zusammengeschrumpft, ganz blaß, während die fadendünnen Blutgefäße kein Blut enthielten. Nach 5 Stunden sind die Häute noch mehr zusammengeschrumpft, zerreißen bei der geringsten Berührung und lassen sich, soweit sie dem heißen Wasser aus-

gesetzt waren, ganz leicht lösen. Am folgenden Tage hängt das Tier auf die gewohnte Weise an den Gittern seines Käfigs und bewegt sich bei Berührung. Am nächsten Tage ist der Zustand derselbe, das Tier trinkt Wasser, wenn es ihm dargereicht wird. Nach zwei Tagen keine Veränderung, das Tier hängt still; nachdem es auf den Boden seines Käfigs gesetzt worden, geht es; die Häute sind ganz verschwunden und nur die Füße kommen an beiden Seiten des Körpers hervor. 5 Tage nach dem Versuche (am 7. Tage der Gefangenschaft) liegt das Tier morgens tot in seinem Käfig.

Versuch 25.

Bei einer Temperatur von 77° wurden wiederum bei einem andern Tiere während einer halben Minute auf beiden Seiten die Häute ins Wasser getaucht. Sie sind danach zusammengeschrumpft, die Gefäße dünn und blutleer, ebenso wie im vorhergehenden Versuch. Bald zerreißen die Häute und verschwinden allmählich ganz. Dieser Zustand dauert 5 Tage, währenddem keine abnormen Erscheinungen auftreten, und am 6. Tage (7. Tag der Gefangenschaft) stirbt das Tier.

Versuch 26.

Ferner nahmen wir noch zwei Fledermäuse, narkotisierten sie auf dieselbe Weise, wie oben, und verbrühten bei der einen die Häute eine halbe Minute bei 58° , bei der andern während einer halben Minute in Wasser von 77° . Ebenso wie oben war nun bei diesen zwei ein großer Unterschied in der Farbe, im Lumen und im Füllungszustande der Gefäße zu sehen, während bei der zweiten die Haut zusammengeschrumpft war, bei der ersten nicht.

Das erste Tier ist 12 Stunden nach dem Versuche tot, während beim zweiten die Haut am folgenden Tage bei Berührung wieder ganz zerreißt und in Stücke auseinanderfällt. 4 Tage nach der Verbrühung (8. Tag der Gefangenschaft) stirbt dieses Tier.

Versuch 27.

Bei 4 neu gefangenen Fledermäusen wurden die Häute während nur 5 bis 6 Sekunden in Wasser von 58° getaucht. Die Zeit der Hitzeeinwirkung wurde hier absichtlich so kurz genommen, um zu verhindern, daß ein großer Teil des circulierenden Blutes derselben ausgesetzt würde. Die Gefäße der Haut waren unmittelbar nachdem sie aus dem Wasser kamen, eher verengt als erweitert. Dennoch starben alle 4 Tiere und zwar nach 8, 23, 25 Stunden bzw. $2\frac{1}{2}$ Tagen. Zwei Kontrolltiere befanden sich am 5. Tage noch wohl und wurden dann in Freiheit gesetzt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß eine Verbrühung der Flughaut bei hoher Temperatur bedeutend besser vertragen wird als bei einer niedrigeren, wo die Gefäße dem Blute zugänglich bleiben. Wir sehen im ersteren Fall die Haut zusammenschrumpfen und zergehen, ohne daß dabei das Leben

selbst in Gefahr wäre, während Verbrühung dieser Haut im weniger starken Grade meistens schon nach einigen Stunden den Tod herbeiführt. Daß im letzteren Falle der Tod auf Shock zurückzuführen wäre, als Folge des heftigen Reizes, durch das warme Wasser auf die so empfindliche Flughaut ausgeübt, war also ausgeschlossen; ebenso (Versuch 27) eine übermäßige Erhitzung des Blutes. Folglich müssen in der verbrühten Haut Stoffe gebildet werden, welche in das Blut aufgenommen, dem Körper schädlich sind und den Tod herbeiführen können.

Schlußfolgerungen.

1. Bei ausgedehnter akuter Hautverbrühung oder bei einer Verbrennung, wo ein Körperteil während längerer Zeit der Hitzeeinwirkung ausgesetzt ist, kann durch Überhitzung des Blutes der Tod infolge von Herzparalyse eintreten.

2. Die Veränderungen im Blute, namentlich die starke Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen und das Zerfallen derselben in kleine Partikelchen mit nachfolgendem Auftreten von Hämoglobin im Urin, treten in einigen Verbrennungsfällen ohne tödlichen Verlauf ein, sind in anderen Fällen nicht nachzuweisen, obgleich da der Tod bald erfolgt, und können deshalb nicht als die häufigst vorkommende und wichtigste Todesursache betrachtet werden.

3. Unter Einwirkung der Hitze erleidet die Haut eine solche Veränderung, daß darin Stoffe entstehen, welche, in das Blut aufgenommen, den Tod verursachen können. Welche Stoffe diese sind und wie sie wirken, bleibt noch ungewiß. Daß eine über eine geringe Oberfläche ausgebreitete totale Verbrennung, wobei Verkohlung auftritt, besser vertragen wird wie eine ausgedehnte, weniger tiefgehende, ist zu erklären aus dem Umstande, daß im ersteren Falle, indem die Circulation größtenteils aufgehoben wird, die gebildeten Stoffe weniger Gelegenheit haben, sich zu verbreiten.

4. Die Verbrühung des Muskelgewebes veranlaßt keine Entstehung solcher giftigen Stoffe wie in der Haut.
