

Versuche über die Temperaturen bei Tetanus.

Von

Th. Billroth und A. Fick.

Wiederholte klinische Beobachtung des Tetanus hat so eigenthümliche Temperaturerscheinungen sehen lassen, dass man sich aufgefordert fühlen musste, den künstlichen Tetanus an Thieren nach dieser Richtung hin experimentell zu studieren. In der That sind auch schon einige Versuche derart von E. Leyden veröffentlicht¹⁾. Wir haben nun ebenfalls ausgedehnte Reihen von Temperaturbestimmungen an tetanisirten Hunden gemacht und können den Resultaten Leydens, die wir zunächst bestätigt fanden, einige wesentliche neue hinzufügen, da unsere Versuche theilweise nach abgeändertem Plane angestellt waren. Ehe wir indessen unsere eigenen Ergebnisse mittheilen, sei es erlaubt, die bereits feststehenden klinischen und experimentellen Data kurz aufzuzählen und daraus die Fragen zu entwickeln, welche zunächst an fernere Versuche gestellt werden mussten.

Die erste auffallende Thatssche ist, dass bei Tetanus ganz enorm hohe Körpertemperaturen (im Anus oder der Achselhöhle gemessen) vorkommen, Temperaturen, welche die allerhöchsten Fiebertemperaturen noch übertreffen. Wunderlich²⁾ beobachtete in ei-

¹⁾ Virchows Archiv, Bd. 26. S. 538.

²⁾ Archiv für physiologische Heilkunde 1861. S. 547.

nem Falle $44^{\circ}.75$ (alle Angaben sind in Graden der hundertheiligen Scala gemacht).

Einer von uns ³⁾ fand in einem Falle $41^{\circ}.7$, in einem andern $42^{\circ}.0$. Leyden macht eine Angabe von $42^{\circ}.8$ und eine zweite von $44^{\circ}.4$ (im Anus gemessen).

Die zweite geradezu paradox erscheinende Thatsache ist die Steigerung der Körpertemperatur nach dem Tode, selbst über das während des Lebens beobachtete Maximum. Sie ist zuerst von Wunderlich in dem soeben schon aufgeführten Falle beobachtet. In demselben war nämlich während des Lebens die Temperatur bis auf $44^{\circ}.75$ gestiegen, nach dem Tode fuhr sie fort zu steigen und erreichte das Maximum von nahezu $45^{\circ}.4$, erst 55 Minuten nach dem letzten Lebenszeichen. Ein zweites Mal scheint man die in Rede stehende seltsame Erscheinung vor sich gehabt zu haben in dem einen Falle, den Leyden mittheilt, als einer Beobachtung von Ebmeier. Das für diesen Fall oben angeführte im Leben beobachtete Temperaturmaximum von $42^{\circ}.8$ fällt auf den Zeitpunkt $4^{\text{h}} 30'$; um 6 Uhr trat der Tod ein und 15 Minuten später wurde eine Temperatur von $44^{\circ}.6$ bestimmt, und wir dürfen wohl mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diese Temperatur zwischen $4^{\text{h}} 30'$ und 6^{h} während des Lebens nicht erreicht war. Wir dürfen dies um so sicherer annehmen, als 7 Minuten nach dem Tode die Körpertemperatur nur $44^{\circ}.2$ betrug, so dass also eine Steigerung derselben nach dem Tode überhaupt durch die ausgeführten Beobachtungen direkt erwiesen ist.

³⁾ Billroth, Wundfieber. Berlin 1862. S. 157 u. fgd.

Die Versuche Leydens am Hunde haben noch einige neue Erscheinungen kennen gelehrt. Sehr häufig nämlich sinkt die Temperatur ein wenig in den ersten Augenblicken des tetanischen Anfalles um erst nach einer oder mehreren Minuten über das letzte Maximum während der Ruhe sich zu erheben; zweitens überdauerte in der Regel das Steigen des Thermometers das Ende des tetanischen Anfalles um einige Minuten. Die gesammte Temperatursteigerung, welche durch wiederholte elektrische Tetanisirung der gesammten Skelettmuskulatur erzielt wurde, betrug über 5° (von $39^{\circ}.6$ auf $44^{\circ}.8$), die Temperatursteigerung nach dem Tode hat Leyden am Hunde nicht konstatiert.

Angesichts dieser Thatsachen drängt sich uns natürlich vor Allem die Frage nach den Ursachen der enormen Steigerung der Körpertemperatur auf. In allen bisherigen Discussionen dieser Frage wird es, so viel wir sehen, von den Meisten als selbstverständlich vorausgesetzt, dass die Temperatursteigerung durch Steigerung der Wärmebildung verursacht wäre. Dies versteht sich indessen keineswegs von selbst, denn es ist physikalisch ebenso gut möglich, dass Hemmung des Wärmeabflusses die Temperaturerhöhung bewirkt. Es ist gut zu bemerken, dass über diese Alternative, welche bei allen Veränderungen der Körpertemperatur auftritt durch blosse Temperaturmessungen überall nicht endgültig entschieden werden kann. Stellt man sich aber einmal auf den Standpunkt der Annahme, dass beim Tetanus durch die abnorme Thätigkeit des Nervensystems die Wärmebildung gesteigert sei, so sind wiederum zwei Möglichkeiten gegeben. Einmal nämlich kann man daran denken und hat in der That daran gedacht, dass die abnorme

Thätigkeit des Nervensystems ganz unmittelbar (wenn auch in einer bis jetzt geheimnissvollen Weise) irgend welche Umsetzungen in der Säftemasse veranlasse und mithin die Wärmebildung steigern. Zweitens aber ist denkbar, dass die Steigerung der Wärmebildung mittelbar durch die abnorme Nerventhätigkeit bedingt sei, dass nämlich der Ueberschuss von Wärme in den tetanisirten Muskeln erzeugt werde. Offenbar hat diese letztere Möglichkeit die grösste Wahrscheinlichkeit für sich, insofern als dabei kein ganz neues durch keine anderen Thatsachen gestütztes Erklärungsprincip zu Hülfe genommen zu werden braucht; denn, dass der tetanisirte Muskel mehr Wärme erzeugt als der ruhende, ist eine durch exakte Versuche wohl erwiesene Thatsache. Die Steigerung der gesammten Wärmeproduktion im Tetanus würde hiernach von vornherein gewiss sein, wenn man erweisen könnte, dass alle übrigen Heerde der Wärmebildung fortfahren, ihr normales Quantum in der Zeiteinheit zu liefern.

Leyden glaubt durch seine oben erwähnten Versuche an Hunden schon den vollständigen Beweis dafür geliefert zu haben, „dass auch beim Menschen die beobachteten beträchtlichen Temperaturen allein von der tetanischen Muskelaffektion herrühren können.“ Streng genommen beweisen indessen diese Versuche zunächst nur, dass der elektrische Tetanus ebenso grosse Temperatursteigerungen herbeiführt als der durch andere Ursachen entstandene. Es ist somit höchst wahrscheinlich gemacht, dass bei tetanisch Erkrankten nicht etwa ein und dieselbe Ursache direkt Temperatursteigerung und Rückenmarksüberreizung bewirkt, sondern dass diese Ursache als Reiz auf das

Rückenmark wirkt wie der elektrische Reiz und dass nur die abnorme Erregung des Markes die Temperatursteigerung erst nach sich zieht, ob aber unmittelbar oder erst vermittelt der Muskelzusammenziehung, darüber entscheidet der Versuch von Leyden nicht. Sollte in der That etwa Erregung sämtlicher centrifugaler Nerven direkt auf den Umsatz in der ganzen Säftemasse wirken, so müsste dies ja ebenso gut bei elektrischer Erregung der Fall sein wie bei Erregung durch andere Ursachen. Mit einem Worte der Versuch Leyden's zeigt, dass die enormen Temperaturen beim Tetanus bedingt sind durch die Erregung des Rückenmarkes und nicht durch die besonderen Ursachen dieser Erregung, wie aber die Erregung des Rückenmarkes Temperatursteigerung bewirkt, das bleibt noch immer unentschieden.

Um den Weg zur Entscheidung der schwebenden Frage zu bahnen, müssen wir suchen, ob nicht die beiden Annahmen zu irgend welchen verschiedenen Folgerungen führen, welche sich am Thermometer zeigen müssten. Dies ist nun in der That der Fall. Wenn nämlich die Rückenmarkserregung direkt auf die Umsetzungsprocesse der gesammten Säftemasse steigernd einwirkt, so hätten wir für die überschüssige Wärmebildung keine lokalen Heerde in besonderen Geweben zu erwarten und die Temperatursteigerung müsste dann im Inneren des Körpers überall ziemlich gleichmässig statt finden. — Allenfalls dürfte in den allerinnersten Theilen z. B. im Mastdarm, wo die Bedingungen der Wärmeableitung am ursprünglichsten sind, die Temperatur am schnellsten steigen und den höchsten Grad erreichen.

Zeigt sich in Wirklichkeit ein anderes Verhalten, lernen wir Gewebe kennen, die vielleicht gar trotz oberflächlicherer Lage und niedrigerer Normaltemperatur beim Tetanus heisser werden als mehr im Innern gelegene Theile, dann dürfen wir nicht mehr zweifeln, dass diese Gewebe die besonderen Heerde der überschüssigen Wärmebildung sein müssen. Sind endlich diese Gewebe die Muskeln, so ist zu Gunsten der Annahme entschieden, dass ihre Zusammenziehung die nächste Ursache der enormen Temperatursteigerung beim Tetanus ist. Wir werden hernach sehen was der Versuch hierüber aussagt.

Zu weiteren Fragen geben die Besonderheiten im Gange der Temperaturkurve bezogen auf die Zeit Veranlassung. Bei Leydens Versuchen sank nämlich die Temperatur meist im Anfange des Tetanus ein wenig und fuhr nach Aufhören desselben noch einige Minuten fort zu steigen. Mit der letzteren Thatsache kann offenbar die klinische Beobachtung Wunderlichs in Zusammenhang gebracht werden, die ein Steigen der Temperatur nach dem Tode ergab. Das anfängliche Sinken der Temperatur beim einzelnen Anfalle meint Leyden möglicherweise auf eine Kontraktion der Gefässmuskulatur beziehen zu können. Für die Temperatur des Mastdarms ist uns dies nicht gerade wahrscheinlich, indessen wollen wir die Gründe für und wider hier nicht näher entwickeln, da wir doch vor der Hand keinen experimentellen Weg der Entscheidung vorzuschlagen wüssten. Nur wollen wir darauf aufmerksam machen, dass man hier auch an die negative Wärmeschwankung denken könnte, die von Solger¹⁾ und von Meyerstein

¹⁾ Heidenhain, Studien im Breslauer-Laboratorium. Heft II.

und Thiry¹⁾ am zuckenden Froschmuskel beobachtet ist. Freilich handelt es sich beim letzteren Gebilde um viel kürzere Zeiträume.

Zur Erklärung der nach beendetem Anfalle noch fortdauernden Temperatursteigerung im Mastdarm stehen zwei Wege offen, unter Annahme eines muskulären Ursprunges der Tetanuswärme. Entweder nämlich ist diese Temperatursteigerung bloss lokal und dann wäre sie folgendermaassen zu erklären. Die Temperatur müsste zu Ende des Anfalles in den Muskelmassen des Körpers höher sein als im Mastdarm und hier könnte sie alsdann noch weiter steigen durch Wärmezufuhr von den Muskeln her, welche Zufuhr selbstverständlich hauptsächlich durch den Blutkreislauf vermittelt zu denken wäre. Dieser Ansicht gibt Leyden in der mehrfach citirten Abhandlung Beifall und glaubt auf dieselbe Weise die von Wunderlich und Ebmeier beobachtete Temperatursteigerung nach dem Tode erklären zu können. Diese wäre damit auch nur eine lokale an dem Orte (Mastdarm etc.), wo man die Temperatur bestimmt hat. Zugleich müsste dann angenommen werden, dass andere Orte des Körpers im Augenblicke des Todes wärmer gewesen wären, da Wärme stets nur von einem Orte höherer Temperatur zu einem Orte niederer Temperatur durch einfache Leitung übergehen kann.

Eine andere Annahme ist aber gleichfalls nicht widersinnig. Es könnte nämlich die durch den Tetanus gesteigerte Wärmebildung selbst über den Anfall hinaus dauern. Man könnte sich z. B. recht

¹⁾ Zeitschrift f. ration. Med. 1863.

wohl denken, dass die Muskelzusammenziehung gewisse organische Stoffe spaltet und ihren Oxydationsprocess einleitet, dass nun aber die Spaltungsprodukte leichter oxydirbar als die Mutterstoffe ganz unabhängig vom Akte der Muskelzusammenziehung und vielleicht zum Theil lange nach ihrer Beendigung weiterer Oxydation verfallen. Die Muskelzusammenziehung wäre dann zu vergleichen dem Anzünden einer Flamme, die hernach von selbst weiter brennt. Die weiteren wärmebildenden Verbrennungen, welche nach dieser Hypothese die Muskelzusammenziehung begleiten, könnten dann auch zum Theil erfolgen, nachdem die betreffenden Stoffe den Muskel verlassen haben. Wie dem übrigens auch sein möchte, nach der zweiten Annahme wäre die den Anfall überdauernde Temperatursteigerung nicht nothwendig eine lokale, und es würde nicht gefordert, dass der Erwärmung der einen Stelle eine äquivalente Abkühlung anderer Orte entspricht. Man hätte wohl nach dieser Annahme zu erwarten, dass doch gerade im Muskel die nachträgliche Erwärmung im grössten Maasse Statt hätte. Die ganze Erscheinung würde unter dieser Annahme auf gleiche Linie zu stellen sein mit der von Solger am Froschmuskel beobachteten „nachträglichen Erwärmung.“

Wir wollen jetzt unsere neuen Versuche nach ihrer zeitlichen Reihenfolge mittheilen und dann zu sehen was ihre Ergebnisse zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen beitragen. Unser erster Versuch war eine einfache Wiederholung des Leydenschen. Einem grossen Hunde wurden die Elektroden der sekundären Spirale eines du Bois'schen Induktionsapparates in der Nackengegend und Lendengegend

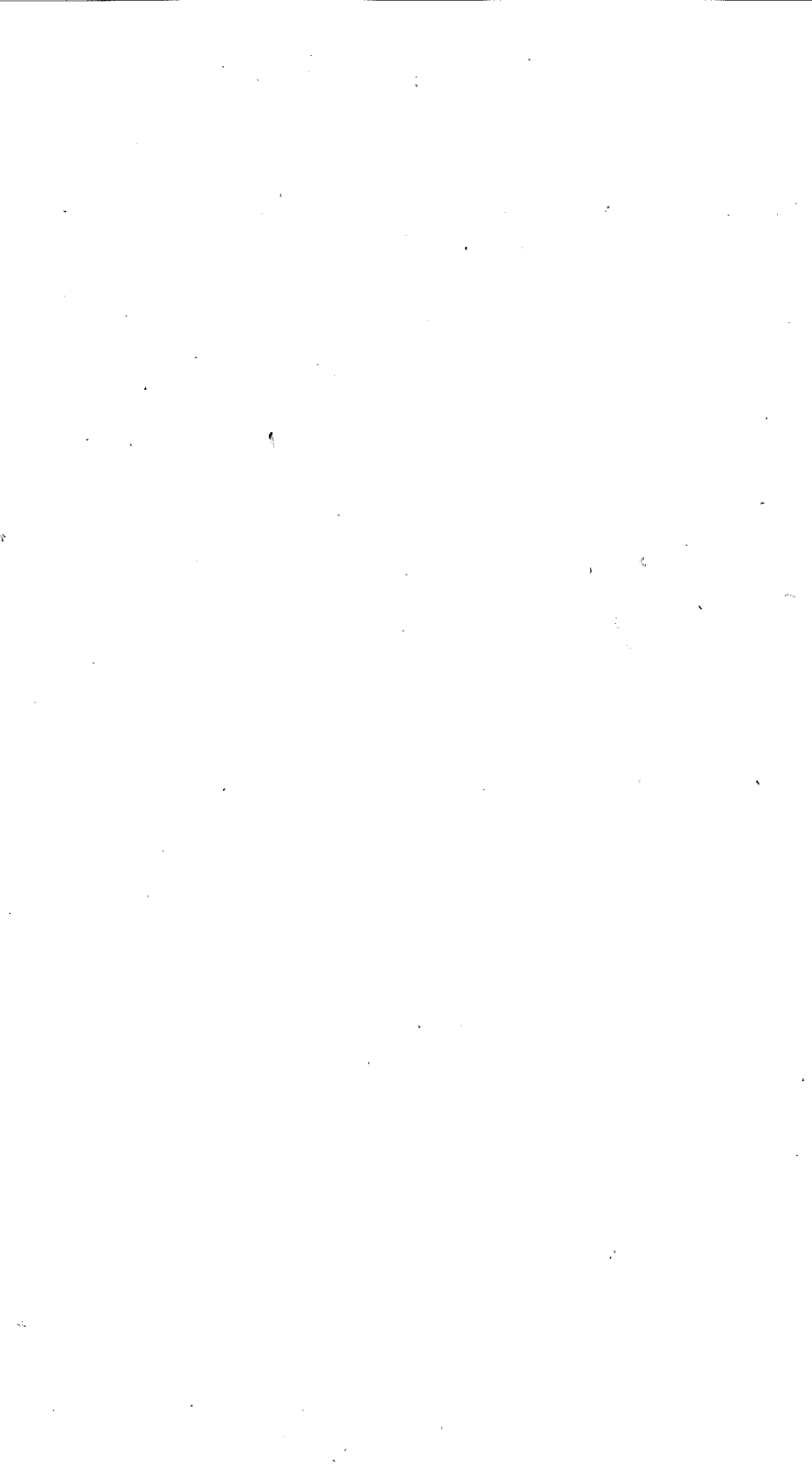
in die Wirbelsäulenmuskulatur eingestossen. Der Apparat wurde dann zu den in der Tabelle angegebenen Zeiten in und ausser Thätigkeit gesetzt. Er lieferte sehr starke Ströme und die sämtlichen Skelettmuskeln des Thieres mit Ausschluss der Athemmuskeln geriethen, sowie er in Gang kam, in heftigen Tetanus. Die Stromstärke wurde übrigens öfters während der Versuche nach Bedürfniss abgeändert. Hierüber bestimmte Angaben zu machen halten wir für überflüssig, da wir ja doch von der Stromdichtheit im Rückenmark keine Vorstellung haben. Im Rectum des Thieres steckte ein in $\frac{1}{5}$ Grade getheiltes Thermometer, das von Minute zu Minute, stellenweise auch nach kürzeren Zeiträumen abgelesen wurde. Die nachfolgende Tabelle giebt bloss einen Auszug aus den beim Versuch gemachten Aufzeichnungen, jedoch sind keine solchen weggelassen, die besonderen Punkten der Temperaturkurve entsprechen.

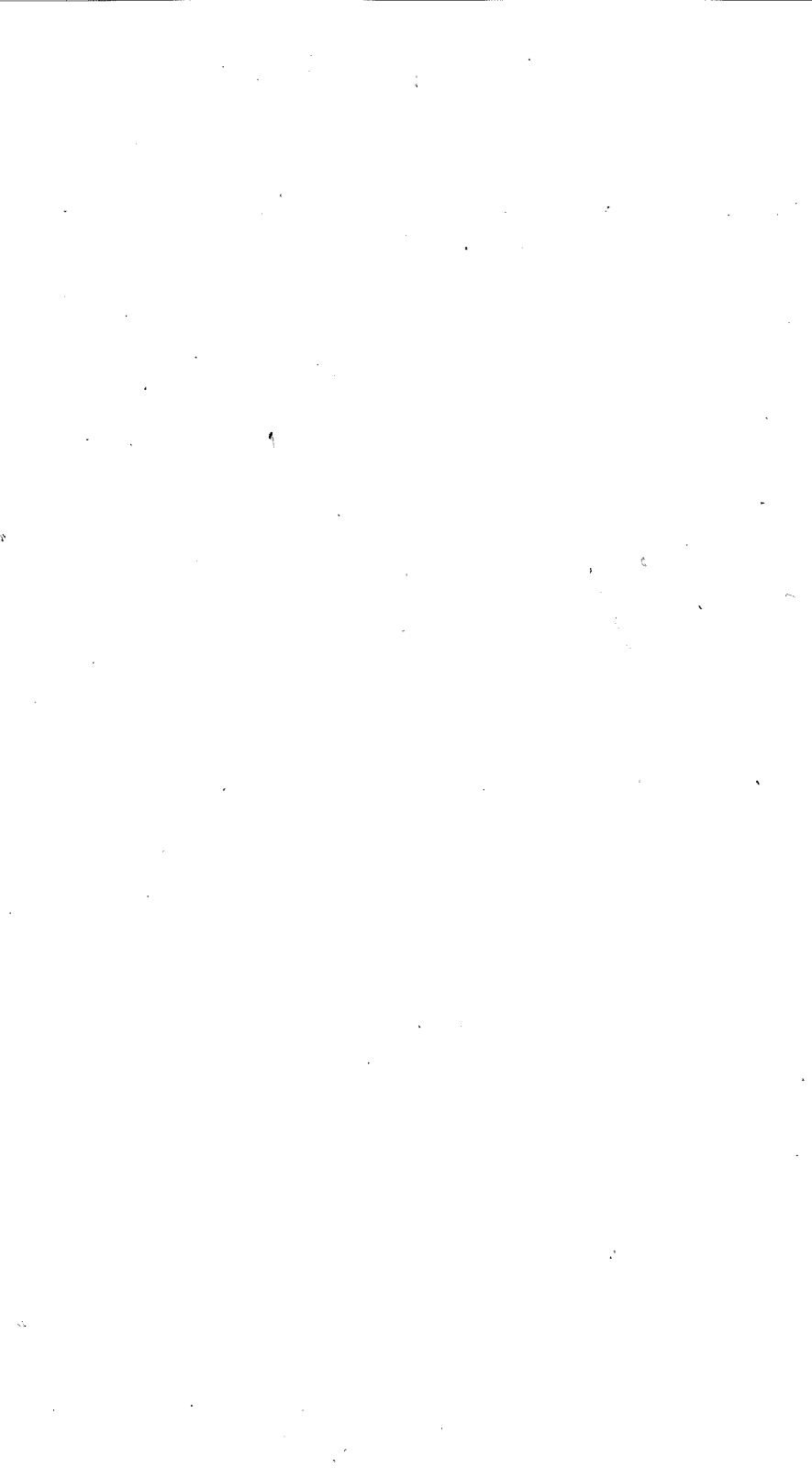
Tab. I.

Zeit.	Temperatur.	Bemerkungen.
3 ^h 25'	39° 9	Normaltemperatur, minutenlang konstant. — Nachher ein probeweiser Tetanus ohne Temperaturaufzeichnung.
47'	40.5	Tetanus beginnt.
48'	40.9	
51'	41.1	
52'	41.2	Tet. hört auf.
53 $\frac{1}{2}$ '	41.2	Tet. beginnt.
54'	41.	
55'	41.1	
56'	41.5	
57'	41.7	Tet. hört auf.
58'	41.6	
59'	41.5	
4 ^h 0'	41.5	Tet. beginnt.

Zeit.	Temperatur.	Bemerkungen.
4 ^h 1'	41.5	
3'	41.7	
5'	41.9	
6'	42.1	Tet. hört auf.
7'	42.2	
12'	42.2	
14'	42	Tet. beginnt.
14'10"	41.9	
14'20"	41.6	
14'45"	41.7	
23'	43.2	Tet. hört auf.
23'15"	43.1	
23'30"	43.2	
23'45"	43.3	
24'	43.4	
29'	43.4	
30'	43.3	
31'	43.3	Tet. beginnt.
31'30"	43.1	
32'	43.3	
35'	44.1	
39'	44.8	Tet. hört auf.
40'	44.75	
41'	44.8	
43'	44.75	
48'	44.88	
49'	44.9	Tet. beginnt.
51'	45	Agonie.
52'	44.88	Letzter Athemzug — Tod.
53'	45	Induktionsapparat still gestellt.
5 ^h 8'	45.4	
14'	45.4	
36'	44.85	

Einen zweiten Versuch machten wir mit Strychnin. Er lieferte kein brauchbares Ergebniss, da der Hund schon einem ersten kurzen Anfall erlag. Während desselben stieg das Thermometer im Mastdarm um





eine kaum merkliche Spur und fing unmittelbar nach dem Tode an zu sinken.

Um zu sehen, ob die postmortale Steigerung der Temperatur auch bei andern Todesarten vorkommen könne, tödteten wir einen Hund durch einen Genickstich, während ein in seinen Mastdarm gestecktes Thermometer abgelesen wurde. Dies stieg während des von Krämpfen begleiteten Todeskampfes um $0^{\circ},1$ und zeigte diese erhöhte Temperatur noch 13' lang; von da an sank es stetig.

Endlich haben wir noch einen Versuch nach folgendem Plane angestellt: Ganz wie beim ersten Versuchsthier waren die Vorkehrungen getroffen, um den Hund jederzeit elektrisch zu tetanisiren. Die Temperatur wurde aber jetzt an zwei Orten zugleich gemessen, erstens im Rectum und zweitens in einer ziemlich oberflächlich gelegenen Muskelgruppe. Zu diesem Ende wurde durch einen nicht allzugrossen Hautschnitt die Thermometerkugel zwischen die Muskeln an der Hinterseite des Oberschenkels eingeschoben und dann die Hautwunde möglichst dicht um das Rohr des Thermometers durch Nähte geschlossen. Das Ergebniss dieses Versuches ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Zeit.	Temperatur im Muskel.	Temperatur im Rectum.	Bemerkungen.
3 ^h 42'	39.5	39.8	Normaltemperaturen, minutenlang konstant.
43'	39.5	39.8	Tetanus beginnt.
47'	40.15	40.2	
49'	40.5	40.45	Tet. hört auf.
50'	40.6	40.6	
52'	40.7	40.6	Tet. beginnt.
58'	41.75	41.2	Tet. hört auf.
4 ^h 2'	41.5	41.3	
27'	39.7	40	Tet. beginnt.

Zeit.	Temperatur im Muskel.	Temperatur im Rectum.	Bemerkungen.
4 ^h 30'	40.3	40.25	
33'	40.95	40.6	Tet. hört auf.
35'	40.9	40.7	
37'	40.7	40.7	Tet. beginnt.
43'	41.4	41.1	Tet. hört auf.
45'	41.2	41.1	
47'	41	41	Tet. beginnt.
54'	41.8	41.4	wahrsch. liess hier Tet. nach.
58'	41.6	41.5	Tet. hört auf.
5 ^h 2'	41.2	41.4	Tet. beginnt.
3'	41.5	41.5	
18'	43	42.45	Tet. hört auf.
20'	42.7	42.5	
21'	42.5	42.5	
26'	42.1	42.5	Tet. beginnt.
32'	42.6	42.8	Muskeltherm. tiefer einge-
37'	43	43	[schoben.
40'	43	43.2	
48'	42.7	43.6	Tod durch Einstecken der einen Electrode ins ver- längerte Mark.
51'	42.6	43.8	
58'	42.4	43.8	
6 ^h 0'	42.2	43.7	Todtenstarre.

Ein Theil dieses Versuches ist in Fig. 1 graphisch dargestellt. Die punktirte Kurve gibt den Gang der Temp. im Muskel, die ausgezogene den im Rectum.

Unser erster Versuch Tab. I bestätigt nun zuvörderst alle Angaben L e y d e n s. Wir sehen vor Allem eine noch erheblichere Steigerung der Temperatur überhaupt. Fünf Tetanusanfalle bringen die Temp. im Mastdarm während des Lebens von 39°.9 auf 45°, bewirken also eine Steigerung um 5°,1. Wir sehen ferner 3 Mal (um 3^h 53' 3'', um 4^h 14' und um 4^h 31') die Temp. beim Beginne des Tetanus ein wenig sinken. Wir sehen endlich 2 Mal die Temp. nach Aufhören des

Tetanus noch weiter steigen um 4^h6' und um 4^h23'. Im letzteren Falle war freilich ein momentanes Sinken dem nachträglichen Steigen vorhergegangen. Unser Versuch lehrt aber noch etwas Neues, dass nämlich die Temperaturerhöhung nach dem Tode sich auch bei Thieren zeigt, welche elektrisch zu Tode tatani- sirt sind. In der That zeigt sich ja in unserem ersten Versuche die allerhöchste Temperatur im Mastdarm 45,4° erst 22 Minuten nach dem Tode.

Betrachten wir jetzt unsere Tabelle II näher, so springt vor Allem der höchst bemerkenswerthe Um- stand in die Augen, dass regelmässig im Tetanus- anfälle das Thermometer im Muskel viel rascher steigt, als das im Mastdarm, und dass ersteres in den Pausen zwischen den Anfällen rascher sinkt als letzteres. Wir haben natürlich nicht verfehlt den Verdacht aus- zuschliessen, dass dieser Umstand etwa durch die Besonderheiten der Thermometer bedingt sei. Wir steckten sie beide in dieselbe Wassermasse, deren Temperatur durch abwechselndes Zugiessen wärme- ren und kälteren Wassers ins Schwanken gebracht wurde und konnten nicht wahrnehmen, dass eines unserer Thermometer diesen Schwankungen prompter gefolgt wäre als das andere. Wir müssen also schliessen, dass der Gang unserer Thermometer das treue Bild vom Gange der Temperaturen ist, dass die Temperatur der in Betracht gezogenen Muskel- gruppe im Tetanus rascher steigt, in der Ruhe rascher sinkt als die Temperatur im Mastdarm, die wohl etwa der Temperatur des arteriellen Blutes jederzeit gleich gesetzt werden dürfte. Ueberdiess war die Normal- temperatur unserer Muskelgruppe in der Ruhe, weil sie ziemlich oberflächlich liegt, beträchtlich tiefer als

die Normaltemperatur im Mastdarm. Sie stieg aber im Tetanusanfall allemal so viel schneller, dass sie die Temperatur des Mastdarms bald einholte und einen beträchtlich höheren Werth erlangte als diese. In der Ruhe sank dann wieder die Muskeltemperatur unter die Mastdarmtemperatur. Ein sehr anschauliches Bild dieses merkwürdigen Verhaltens bekommt man, wenn man den Gang der beiden Temperaturen in der Zeit graphisch darstellt. Man erhält so zwei Kurven die in ungefähr gleichem Tempō wellenförmig auf und abgehen, und sich bei jedem Aufsteigen und bei jedem Absteigen einmal schneiden. Die Kurve der Muskeltemperatur schneidet die Kurve der Mastdarmtemperatur beim Aufsteigen von unten nach oben, beim Absteigen von oben nach unten, weil der ersteren Wellenberge höher und Wellenthäler tiefer sind. Nach den obigen Betrachtungen kann nun kein Zweifel mehr sein, dass, wofern überall die Temperatursteigerung beim Tetanus vermehrter Wärmebildung verdankt wird, der Sitz dieser letzteren vorzugsweise das Muskelgewebe ist. Sahen wir ja doch eine Muskelgruppe, deren Normaltemperatur in der Ruhe $0,^{\circ}3$ unter der des Rektums liegt, nahezu $0,^{\circ}6$ wärmer werden als das letztere. Ein so schlagendes Resultat durfte man kaum hoffen.

Wir haben soeben noch einmal ausdrücklich hervorgehoben, dass unser Versuch nur einen eventuellen Beweis für den Satz liefert, dass die Steigerung der Wärmeproduction im Tetanus wesentlich auf das Muskelgewebe fällt. Unser Versuchsergebniss liesse sich nämlich rein physikalisch auch unter der Annahme erklären, dass die Temperatursteigerung beim Tetanus wesentlich bedingt sei durch Behinderung des Wärme-

abflusses aus dem Körper. Mit dieser Annahme nämlich würde sich unser Versuch ganz gut vereinigen, wenn man noch die Annahme hinzufügte, dass überall das Muskelgewebe ein Hauptheerd der thierischen Wärmebildung wäre. Dieser Hilfsannahme würde auch der Umstand keineswegs logisch widersprechen, dass trotz dem oberflächlich gelegene Muskelgruppen geringere Normaltemperaturen zeigen, als andere tiefer gelegene Gewebe. Um sich dies anschaulich zu machen denke man sich ein Zimmer mit einem Fenster, darin zwei Oefen, den einen dicht am Fenster stärker geheizt (oberflächliche Muskelgruppe), den andern in der Tiefe des Zimmers etwas schwächer geheizt (die Gewebe um das Rektum). Man sieht hier sofort, dass der stärker geheizte Ofen am Fenster, wofern die Differenz eine gewisse Grenze nicht überschreitet, kälter sein wird, als der wenig stark geheizte. Denkt man sich aber jetzt, das Fenster würde vermauert, so würde auch alsbald die Temperatur des stärker geheizten Ofens die des andern übersteigen. Das Vermauern des Fensters wäre offenbar die Analogie zu unserm Versuche unter der Annahme, dass Tetanus die Wärmeausfuhr hemmt. Man sieht also, dass unser Versuch die eigentliche Cardinalfrage: ist die Ausfuhr gehemmt? oder die Zufuhr vermehrt? nicht endgültig entscheidet, und es ist gut zu bemerken, dass hierüber, so viel wir sehen, blosse Temperaturbestimmungen überall nicht entscheiden können.

Unser Versuch gibt nun ferner eine eventuelle aber ganz unzweideutige Antwort auf die letzte oben aufgeworfene Frage. Er zeigt nämlich, dass regelmässig das Temperatur-Maximum im Mastdarm später

fällt als das im Muskel. Dieses fällt im Allgemeinen auf den Zeitpunkt, wo der Tetanus durch Stillstellen des Induktionsapparates abgebrochen wird, nur einmal sinkt schon vor diesem Augenblicke die Muskeltemperatur (Siehe Tab. II. 4^b54'). Wir vermuthen, dass in diesem Falle der Tetanus eben vor Stillstellen des Apparates aus irgend einem verborgenen Grunde bedeutend nachgelassen hat, obgleich in den ursprünglichen Aufzeichnungen Nichts derart bemerkt ist. Aber auch in diesem Falle fängt die Temperatur des Mastdarms erst 3 Minuten später an zu sinken. Wir haben in unserm Versuche demnach keine Erscheinung vor uns, welche der von Solger beobachteten „nachträglichen Erwärmung“ des Muskels analog ist. Diese hat zwar möglicherweise Statt gefunden, konnte aber wegen zu grosser Flüchtigkeit mit unsern Beobachtungsmitteln nicht wahrgenommen werden. Unsere Erscheinung ist offenbar der handgreifliche Beweis der schon von Leyden ausgesprochenen Vermuthung, dass zu Ende des Anfalles die Muskeln — besonders die tief im Innern gelegenen — heisser sind als die übrigen Gewebe, und dass nun nach Aufhören der überschüssigen Wärmebildung in den Muskeln die Temperaturen streben sich auszugleichen, wobei natürlich unter günstigen Bedingungen die Temperatur des Mastdarms noch fortfahren muss zu steigen auf Kosten der Wärme, welche von den wärmeren Muskeln her zugeleitet wird.

Ganz derselbe Vorgang kann recht wohl auch nach dem Tode statt finden und die in diesem Zeitraume von Andern und von uns beobachtete Steigerung der Temperatur im Rektum bedingen. Auf den

ersten Blick könnte man gegen diese Erklärung einwenden, dass der zeitliche Verlauf der Temperatursteigerung nach dem Tode zu verschieden sei von dem der Temperatursteigerung nach einem Tetanusanfälle während des Lebens. In der That dauert die letztere höchstens 2—3 Minuten, während die erstere in unsern Versuchen am Hunde schon so lange dauerte, dass das merkliche Sinken der Mastdarmtemperatur im Versuch Tab. I. erst 22 Minuten nach dem Tode im Versuche Tab. II. 10' nach dem Tode anfang. Beim Menschen verstrichen sogar in dem Falle von Wunderlich 55' nach dem Tode, ehe ein merkliches Sinken der Temperatur an der beobachteten Stelle eintrat. Der erhobene Einwand ist aber durchaus nicht stichhaltig, denn der Tod setzt wirklich Bedingungen, welche die Ausgleichung der Temperaturen innerhalb des Körpers verzögern. Offenbar nämlich muss die Einstellung des Blutkreislaufes in diesem Sinne wirken. Sie muss aber zweitens auch dahin wirken, den Wärmeabfluss aus dem Körper nach aussen zu verzögern. Ebendahin wirkt das gleichzeitige Aufhören der Athmung. Man kann gar nicht bezweifeln, dass die Leiche eines Menschen oder Thieres sich in unvergleichlich kürzerer Zeit abkühlen würde, wenn die Blutbewegung und der Luftwechsel in den Lungen fortbestünde, ohne dass immer neue Wärme gebildet würde. Es ist daher auch durchaus nicht widersinnig, anzunehmen, dass umgekehrt in Wirklichkeit die Muskelmassen eines an Tetanus gestorbenen Geschöpfes sehr lange Zeit ihre enorm hohen Temperaturen behaupten — Temperaturen, welche die des Mastdarmes übersteigen, so dass die letztere während dieser ganzen Zeit

immer noch zunehmen kann durch Zufuhr von Wärme, die aus dem in den Muskeln aufgespeicherten Vorrath geschöpft wird.

Leider ist es uns nicht möglich, vorstehende Betrachtungen thatsächlich zu belegen, obwohl der in Tab. II. dargestellte Versuch auch hierauf angelegt war. Der Beweis würde geliefert sein, wenn die Temperatur einer Muskelgruppe bis zum Augenblicke des Todes gestiegen und von da an gesunken wäre, wenn ferner der Maximalrath beim Tode die erst nach dem Tode eintretende maximale Temperatur im Mastdarm noch merklich übertroffen hätte. Das Misslingen dieses Nachweises war in unserm Versuche höchst wahrscheinlich bloss durch einen lokalen unglücklichen Zufall bedingt. Beim tieferen Einschleichen des Muskelthermometers (Siehe Tab. II. 5^h 32') war vielleicht der Nerv beschädigt worden, so dass die Erregung nicht mehr in vollem Maasse der Muskelgruppe zukam, und bloss darum stieg wahrscheinlich ihre Temperatur im letzten Anfalle nicht mehr über die des Mastdarmes hinaus. Dies wird besonders bei graphischer Darstellung des Ganges der Temperaturen ersichtlich, wo sich um 5^h 37' in der Kurve der Muskeltemperatur ganz deutlich ein besonderer Punkt zeigt. Es hat gar nichts Widersinniges, anzunehmen, dass in sehr tief gelegenen Muskelmassen zur Zeit des Todes die Temperatur viel höher als die des Mastdarmes (43°,6) war. Wäre sie z. B. nur 44°,5 gewesen, so könnte man sich leicht denken, dass der hier aufgespeicherte Wärmevorrath zur nachträglichen Erwärmung des Rektums nach dem Tode gedient hätte.

Wir haben später noch einen Versuch unternom-

men, eigens zu dem Zwecke um die postmortale Temperatursteigerung im Rektum als rein lokales Phänomen nachzuweisen. Aber auch dieser Versuch wurde durch eine zufällige Störung getrübt. Es gelang nämlich nicht das Thier plötzlich zu tödten durch Application der einen Elektrode dicht am verlängerten Marke, was sonst sehr gut gelungen war. Wir wollen daher den Versuch nicht mehr ausführlich mittheilen. Nur das eine Ergebniss wollen wir hervorheben: Die nach dem Tode noch steigende Temperatur im Rektum erreichte in diesem Versuche nicht ganz diejenige Höhe, welche während des Lebens einige Minuten lang im Muskel beobachtet war. Diese Thatsache giebt gewiss unserer Ansicht eine an Gewissheit grenzende Wahrscheinlichkeit, aber da in der betreffenden Muskelgruppe während der Agonie die Temperatur schon ein wenig niedriger war als im Rektum nach dem Tode, so ist es kein ganz strenger Beweis. Diesen müssen wir wie gesagt schuldig bleiben, denn wir können uns nicht entschliessen den ziemlich grausamen und doch nicht sicher gelingenden Versuch ins Unbestimmte zu wiederholen.

N o t i z e n.

Törbjer-Sonnenuhr. An den langen Tagen des Brachmonats und Heumonats von den Hirten und Bauern bei der Feldarbeit und Wässerung ihrer Wiesen, Gärten und Aecker, noch immer gebräuchlich, wie vielleicht vor hundert und hundert Jahren es ihr Gebrauch war.

