wird die links bereits als kühl empfundene Temperatur von 28° plötzlich wieder als lau angegeben u. z. sogar wärmer als an der rechten Gesichtsseite; einige Sekunden später zeigt sich 28° bilateral gleich lau, nach 7—10 Sekunden wieder wie Eingangs, links kühl, rechts lau. Ein Anblasen der rechten Seite ruft keine Veränderung der Temperaturempfindung hervor. Um die Grösse der durch Anblasen der Nasenschleimhaut herbeigeführten Steigerung der Temperaturempfindungen in diesen Falle kennen zu lernen, trachtete ich die Temperaturgrenze zu bestimmen, bis zu welcher durch den Reiz der Nasenschleimhaut eine Steigerung der Empfindung von kühl in warm möglich war. Eine grössere Reihe von Versuchen ergab übereinstimmend, dass eine Steigerung der Temperaturempfindung hierbei um $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R. erfolgte; während nämlich unter gewöhnlichen Verhältnissen $28\frac{3}{4}^{\circ}$ R. links schwach lau und $28\frac{1}{2}^{\circ}$ bereits als neutral empfunden wurde, vermochte eine Lufteinblasung in die linke Nasenhöhle noch bei einem Abfall der Temperatur bis auf $27\frac{1}{4}^{\circ}$ R. momentan die Empfindung von lau hervorzurufen; erst bei einer Thermometer-Temperatur von unter $27\frac{1}{4}^{\circ}$ R. war die Empfindung von lau nicht mehr zu erzeugen.

Damit glaube ich aber mit hoher Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, dass die bei Mittelohrerkrankungen auftretenden Störungen des Tast- und Temperatursinnes reflektorischer Natur sind, nämlich auf einer Beeinflussung der betreffenden sensorischen Centren beruhen, seitens der durch die Ohrentzündung in einem veränderten Erregungszustand befindlichen sensitiven Trigeminus-Aeste.

Ein Beitrag zur Muskelchemie.

Von

cand. med. **W. Gleiss**
aus Hamburg.

Bekanntlich ist durch ältere Untersuchungen von Du-Bois-Reymond und Heidenhain festgestellt worden, dass der Muskel während seiner Thätigkeit eine Säure entwickelt, die sich als Milchsäure erwies, und zwar um so mehr Säure, je stärker unter sonst gleichen Bedingungen seine Spannung ist. Nach neueren

Untersuchungen von Marcuse und Röhmann¹⁾ ist die Milchsäure wiederum unzweifelhaft aus tetanisirten Froschmuskeln dargestellt worden.

Auf Anregung von Herrn Professor Grützner benutzte ich die mir leider nur knapp zugemessene Zeit in den Monaten März und April 1887 um die Frage zu entscheiden, wie sich betreffs der Milchsäurebildung die rothen und weissen Muskeln verhalten, sowohl während der Todtenstarre wie namentlich bei der Thätigkeit und stellte unter seiner Anleitung eine Reihe dahingehender Versuche im Tübinger physiologischen Institut an, deren durchsichtige Ergebnisse ich hier in Kürze mittheile.

Um zunächst handliches Material zu haben, verwendete ich die Wadenmuskeln von Fröschen und Kröten. Die Nerven der beiden Muskeln waren auf eine reizzuführende Vorrichtung neben einander gelegt und wurden durch einen mit physiologischer Kochsalzlösung getränkten Wattebausch vor Vertrocknung geschützt. Die Muskeln, in Klemmen befestigt, trugen Gewichte, die mit einem Häkchen an der Achillessehne eingehakt waren. Durch ein Metronom wurde den Nerv-Muskelpräparaten in entsprechenden Pausen eine Reihe tetanisirender Inductionsschläge zugesendet, welche die Muskeln zu kurzen tetanischen Zusammenziehungen anregten. Hierauf wurden sie in Lakmuslösung, welche mit Kochsalz gesättigt war, wie es Heidenhain²⁾ angegeben, zerquetscht, und ihr Säuregehalt aus der Färbung der Lakmuslösung beurtheilt.

Als gemeinschaftliches Ergebniss von zahlreichen Versuchen stellte sich heraus, dass unter sonst völlig gleichen Bedingungen (gleich lange und gleich grosse Arbeit), der sich langsamer zusammenziehende Krötenmuskel regelmässig weniger Säure entwickelte als der schneller arbeitende Froschmuskel. Um gleich den am nächsten liegenden Einwand zu entkräften, dass etwa der Krötenmuskel von vornherein mehr Alkali besässe als der Froschmuskel und demzufolge gleiche Säuremengen nicht die Lakmuslösungen gleich stark färbten, wurden die entsprechenden ruhenden Muskeln in schwach angesäuerter Kochsalz-Lakmuslösung zerquetscht. Einen nennenswerthen Unterschied habe ich hierbei niemals feststellen können.

1) Dieses Archiv Bd. 39. S. 426.

2) Mechanische Leistung u. s. w. bei der Muskelthätigkeit, Leipzig 1864.

Der Froschmuskel musste also bei gleicher Thätigkeit mehr Säure entwickelt haben als der Krötenmuskel. Nicht selten konnte ich bemerken, dass der von seinem Nerven aus schwerer erregbare Krötenmuskel viel weniger schnell ermüdete und sein Gewicht noch kräftig hob, während der Froschmuskel es nur noch ein klein wenig in die Höhe brachte, dass, sage ich, in diesen Fällen trotz stärkerer Arbeit doch weniger Säure vom Krötenmuskel entwickelt wurde als vom Froschmuskel.

Zum Belege mögen folgende Versuche dienen:

Versuch 7 (meines Versuchsprotokolls) vom 15. März 1887.

Nerv-Muskelpreparat einer grossen *Rana temporaria*: Gastrocnemius wog 0,7 gr. Ebenso ein solches einer Kröte: Gastrocnemius wog 0,3 gr. Beide Muskeln belastet mit je 10 gr. Von ihren Nerven aus 5 Minuten gereizt. Dann der Froschmuskel in $3\frac{1}{2}$ cm, der Krötenmuskel in $1\frac{1}{2}$ cm Kochsalz-Lakmuslösung zerquetscht.

Die Farbe derselben wird durch den Froschmuskel violettroth gefärbt, durch den Krötenmuskel dagegen wird das Blau nur eine Spur geröthet.

Frosch- und Krötenmuskel hoben ihre Gewichte nahezu gleich hoch, leisteten also dieselbe Arbeit, die aber, weil der Krötenmuskel wohl viel weniger Fasern hatte als der Froschmuskel, für den ersteren als verhältnissmässig grössere Arbeit bezeichnet werden muss, gerade wie jeder von zehn Männern, die zusammen eine bestimmte Arbeit leisten, noch einmal so viel zu thun hat, als wenn die Arbeit von zwanzig Männern ausgeführt wird. Trotz dieser verhältnissmässig grösseren Arbeitsleistung des Krötenmuskels lieferte er viel weniger Säure.

Um auch wenigstens durch eine Reaktion die Natur der gebildeten Säure festzustellen, wandte ich zum Nachweis eine sehr schwache Lösung von neutralem Eisenchlorid an, das, wie bekannt, mit Milchsäure und milchsauren Salzen eine deutlich citrongelbe Farbe giebt. Die Muskeln wurden in kleine Mengen siedenden destillirten Wassers geworfen, aufgeköcht und dann in demselben Wasser zerquetscht. Die Brühe wurde einfach mit Eisenchlorid versetzt. Die Froschmuskeln ergaben eine deutlich citrongelbe, die Krötenmuskeln dagegen eine schmutzig graugelbe Farbe, die viel weniger Gelb enthielt. Es stellte sich also heraus, dass der Froschmuskel mit grösster Wahrscheinlichkeit mehr Säure und zwar Milchsäure entwickelt hatte als der Kröten-

muskel; auch war eine etwaige stärkere Bindung der Milchsäure im Krötenmuskel durch Alkali, unter der Annahme, dass beide Muskeln verhältnissmässig gleich viel Milchsäure entwickelt hätten, ausgeschlossen, da die Milchsäure im Krötenmuskel als milchsaures Alkali durch die Reaktion angegeben worden wäre.

Versuch 39 vom 1. Mai 1887.

Nerv-Muskelpreparat von *rana temporaria* wog 0,55 gr, von Kröte 0,31 gr. Beide Muskeln belastet mit je 10 gr. Von ihren Nerven aus 5 Minuten gereizt. *Temporaria* ermüdet, Kröte nicht. In entsprechenden Mengen destillirten Wassers aufgekocht und mit 5,5 cem und 3,1 cem verdünnter Eisenchloridlösung versetzt. Beide zeigen die Milchsäurereaktion, doch bleibt Kröte sehr mattgelb, während Frosch hoch citrongelb erscheint.

Bei den entsprechenden ungereizten Muskeln tritt die Reaktion nicht ein, und ist kein Farbenunterschied bemerkbar.

Dass die Menge der im Krötenmuskel gebildeten Milchsäure bedeutend geringer ist als die im Froschmuskel, zeigt sich schliesslich auch noch darin, dass, wenn der kleinere Krötenmuskel absolut weit mehr gearbeitet hat als der Froschmuskel, er doch nicht verhältnissmässig mehr, sondern häufig noch weniger Säure aufweist als der Froschmuskel, was durch folgenden Versuch bewiesen wird.

Versuch 4 vom 15. März 1887.

Nerv-Muskelpreparat von *rana esculenta* wog 0,3 gr, von Kröte 0,35 gr. Vom Nerven aus gereizt. 40 Reizungen in der Minute. Nach 4 Minuten hört Frosch auf zu arbeiten, nach 10 Minuten Kröte noch nicht ermüdet. Beide Muskeln in Kochsalzlakmuslösung zerquetscht. Kein wesentlicher Farbenunterschied.

Da nun die von mir gebrauchten Wadenmuskeln der Kröte sich viel langsamer zusammenziehen als die der Frösche — ich habe die Untersuchungen wesentlich an Temporarien und nur ausnahmsweise an Esculenten angestellt — machte ich mich nun daran die langsam und schnell arbeitenden Muskeln von Säugethieren nach der gleichen Richtung hin zu prüfen.

Freilich ist es hier kaum möglich, die von den verschiedenen Muskeln geleisteten Arbeiten in der Weise festzustellen wie bei den isolirten Kaltblütermuskeln. Ich konnte also immer nur ganze Muskelgruppen tetanisiren und hin und wieder der Zusammenziehung der Muskeln ein Hinderniss durch Festhaltung der Glieder oder Belastung entgegenstellen. In welcher Art sich dieses Hinderniss auf die verschiedenen Muskeln vertheilte, bin ich ausser

Stande anzugeben. Verwendet wurden im übrigen solche Muskeln, bei denen die Vertheilung eine möglichst gleiche war. Ich bediente mich nämlich der weissen Antheile des Gastrocnemius (Gastrocn. medialis) und seines rothen Antheiles, des Soleus. Die Versuche stellte ich an Kaninchen, Meerschweinen, weissen Ratten und einer Katze an. Sie hatten durchweg dasselbe Resultat: Immer war in Folge der Thätigkeit der weisse Muskel saurer als der rothe.

Zum Beleg zwei Versuchsbeispiele:

Versuch 13 vom 15. März 1887.

Weisse Ratte. Strychnininjection in die Schwanzwurzel. Starke Krämpfe. Nachdem diese eine geraume Zeit heftig fortgedauert haben, Tod durch Verblutung. Gleiche Mengen rothen und weissen Muskels in siedendem Wasser aufgeköcht, hierin zerquetscht und die Brühe mit gleicher Menge Lakmuslösung versetzt. Der weisse Muskel färbt stark roth, der rothe kaum¹⁾.

Um die Ausspülung der gebildeten Milchsäure durch den Blutstrom zu verhindern, stellte ich die Mehrzahl der Versuche an Thieren, die durch Verblutung getödtet waren und deren Nervus ischiadicus nachher durch Induktionsströme gereizt wurde, während man die Pfote in starker Beugstellung festhielt. Ausserordentlich deutlich trat die Verschiedenheit der Reaktion an einer Katze hervor, deren Muskeln nach dem Tode 10 Minuten lang vom Nerven aus mit gutem Erfolge gereizt werden konnten.

Versuch 30 vom 6. April 1887.

Kräftige Katze durch Verblutung getödtet. Reizung wie angegeben. Pfote hierbei mit der Hand kaum in Beugstellung festzuhalten. Gleiche Gewichtstheile vom weissen Gastrocnemius und rothen Soleus in siedendes Wasser geworfen und erhitzt, dann geprüft mit Lakmuslösung. Weisser Muskel röthet stark, rother viel weniger.

Entsprechende Muskelstücke des nicht gereizten Beines ebenso behandelt. Weiss röthet eine Spur, roth gar nicht. (Leicht begreiflich, weil die Verblutungskrämpfe nicht unbedeutend waren.)

1) Die mir kürzlich im Referat zu Gesicht gekommenen Untersuchungen von J. Moleschott und A. Battistini (siehe Centralblatt für Physiologie 1887 S. 9), welche den Säuregehalt von thätigen Muskeln verschiedener Thiere innerhalb bedeutender Grenzen schwanken sahen, dürften wohl zum grossen Theil auf obiger Thatsache beruhen. Die wesentlich weissen Kaninchenmuskeln entwickelten z. B. eben viel mehr Säure, als die mehr rothen der Hunde.

Aehnliche Ergebnisse erhielt ich am mit Blut durchströmten Muskel des lebenden Thieres.

Versuch 29 vom 2. April 1887.

Kaninchen mit Aether-Chloroform narkotisirt. N. ischiadicus präparirt und durchschnitten; mit mittelstarken Induktionströmen in Pausen von 10 bis 20 Sekunden tetanisirt. Starke Streckungen des Unterschenkels. Im ganzen ca. 15 Minuten gereizt. Dann gleiche Mengen vom Gastrocnemius (weiss) und Soleus (roth) mit siedendem Wasser und Lakmus behandelt. Hiernach die tetanisirte Extremität im ganzen saurer als die ruhende. Bei beiden weiss saurer als roth.

Da bei diesen Warmblüternversuchen auch der weisse ruhende Muskel häufig schwach sauer reagierte im Verhältniss zum rothen ruhenden Muskel¹⁾, musste auch festgestellt werden, ob wirklich in Folge der Thätigkeit der weisse Muskel einen Säureüberschuss aufwies, oder ob er nicht von Haus aus ärmer an Alkali war. Aufschluss hierüber gab wieder die Reaktion mit Eisenchlorid. Der Auszug des thätigen weissen Muskels färbte das Eisenchlorid deutlich gelb, der des rothen sehr viel weniger.

Versuch 35 vom 29. April 1887.

Kaninchen durch Verbluten getödtet. Eine Extremität vom N. ischiadicus aus gereizt. Gleiche Muskelmengen abgebrüht und zur Brühe je 5 ccm verdünnte Eisenchloridlösung zugesetzt. Bei der gereizten Extremität wird weiss stark gelb, roth sehr viel weniger. Bei der ungereizten weiss vielleicht eine Spur gelb, roth nicht.

Es scheint mir also aus allen diesen Versuchen hervorzugehen, dass der langsamer arbeitende rothe Muskel auch sparsamer arbeitet und weniger Zersetzungsprodukte liefert als der weisse. Da mit der Bildung der Zersetzungsprodukte die Wärmebildung Hand in Hand geht, dürfte dasselbe von letzterer wohl auch als wahrscheinlich angenommen werden, worauf übrigens bereits Beobachtungen von Heidenhain und namentlich von Fick hinweisen und was hoffentlich in bestimmter Weise durch Arbeiten im hiesigen physiologischen Institut klargestellt werden wird.

Betreffs der Bildung der Milchsäure bei der Todtenstarre, die, wie unter anderem die Versuche von Böhm gezeigt haben, nicht durchaus mit der Bildung bei der Thätigkeit zusammengeworfen werden darf, habe ich folgende Erfahrungen mitzutheilen. Wurde ein sonst unverletztes Thier durch Verbluten getödtet und

1) Siehe obige Anmerkung.

die todtenstarren Muskeln desselben auf ihren Säuregehalt mit Lakmus untersucht, so enthielten die weissen Antheile in der Regel etwas mehr Säure als die rothen. Der Unterschied war aber lange nicht so bedeutend wie zwischen dem thätigen weissen und rothen Muskel.

(Aus dem Institut für Experimental-Physiologie der Universität Strassburg.)
(Prof. Dr. Goltz.)

Zur Physiologie des Froschgehirns.

(Vorläufige Mittheilung.)

Von

Dr. Max E. G. Schrader,

Assistent.

I. Vorderhirn (Grosshirn).

1. Auf dem so viel bestrittenen Gebiet der Gehirnphysiologie gilt als durch consensus omnium gesicherte Thatsache, dass ein grosshirnloser Frosch für immer die „Spontaneität“ der Bewegung verloren hat, dass er „willenlos“ geworden ist. Er soll zu Wasser und zu Lande bewegungslos bleiben, wenn man ihn nicht reizt, die Lage seines Schwerpunktes ändert oder an der freien Athmung hindert. Diese fast zum Dogma erstarrte Lehre von dem Sitz der Willkürbewegungen im Grosshirn bedarf einer Revision, denn in ihrer jetzigen Gestalt sind folgende Beobachtungen mit ihr unvereinbar.

Nach vollständiger Entfernung beider Grosshirnhemisphären mit möglicher Schonung des Thalami optici ist in gut gelungenen Fällen jenes Versinken in nahezu absolute Bewegungslosigkeit durchaus nicht zu constatiren, denn:

1. Solche Frösche verlassen „spontan“ auch den erschütterungssicheren Galvanometerpfeiler.