

Werk

Titel: Über die Entwicklung des menschlichen Herzens während der Kindheit bis zum erwach...

Autor: Schiefferdecker, P.

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log248

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

11. Mai 1917.

Heft 19.

Über die Entwicklung des menschlichen Herzens während der Kindheit bis zum erwachsenen Zustande und über individuelle und Rassenunterschiede.

Von Prof. Dr. P. Schiefferdecker, Bonn.

Die hier mitgeteilten Befunde sind gewonnen worden durch eine Methode, bei der die Größen- und Massenverhältnisse der Herzmuskelfasern zu ihren Kernen festgestellt wurden.

Der menschliche Körper baut sich, wie der aller Tiere und Pflanzen, aus mikroskopisch kleinen Lebewesen, den Zellen, auf. Eine jede Zelle enthält in ihrem Körper zwei für sie sehr wesentliche „Organe“: den Kern und das *Zentralkörperchen*. Diese „Zellorgane“ werden auch zum Unterschiede von den „Organen des ganzen Körpers“ als „Organellen“ bezeichnet. Die beistehende Abbildung Fig. 1¹⁾ läßt diese Verhältnisse deutlich

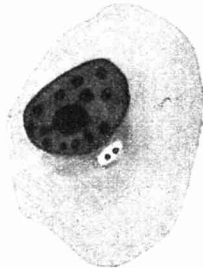


Fig. 1.

erkennen. Der Zellkörper kann sehr verschiedene Formen besitzen, hier ist er etwa rundlich dargestellt, und besteht aus einem lebendigen Stoffe, den man im allgemeinen als Protoplasma bezeichnet. In diesem Zellkörper liegt mehr oder weniger zentrisch oder exzentrisch ein bald mehr rundlicher, bald mehr ovaler Körper, der Kern. Dieser zeigt im allgemeinen eine mehr glatte, gleichmäßige Oberfläche, doch kann er auch mehr oder weniger buchtig oder gelappt erscheinen. In dem Innern des Kernes liegt ein rundliches Körperchen, das Kernkörperchen, und außerdem sieht man mehr oder weniger deutlich und mehr oder weniger regelmäßig angeordnet netzförmige Bildungen. Das *Zentralkörperchen* liegt in dem Zellkörper als ein sehr kleines, punktförmiges Gebilde, das häufig auch doppelt auftritt, meist in

¹⁾ Die hier gegebenen drei Abbildungen sind halbschematische Kopien von Abbildungen aus: J. Sobotta, „Histologie und mikroskopische Anatomie“, 2. Aufl. 1911.

der Nähe des Kernes, doch kann es auch an anderen Stellen des Zellkörpers sich befinden. Diese beiden Organe sind für das Zelleben von der größten Bedeutung; der Kern regelt unter anderem auch die Tätigkeit der Zelle. Man wird annehmen können, daß die Einwirkung des Kernes auf den Zellkörper im wesentlichen eine chemische ist. Man wird weiter annehmen dürfen, daß die Größe des Zellkernes in einem bestimmten Verhältnis steht zu der Größe der Zelle. Es erscheint daher möglich, durch die Bestimmung der Größe des Kernes und der Größe der Zelle Einblick zu erhalten in die Bedeutung dieses Größenverhältnisses, wenn man Zellen verschiedener Organe und verschiedener Lebewesen untersucht und vergleicht. Selbstverständlich wird auch der chemische und physikalische Aufbau des Kernes bei verschiedenen Zellen und bei verschiedenen Lebewesen verschieden sein können, ebenso wahrscheinlich in verschiedenen Zuständen der Zelle, doch weiß man hiervon noch zu wenig und kann vor allem auch noch zu wenig davon durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen, um die chemische und physikalische Beschaffenheit des Kernes zu derartigen vergleichenden Untersuchungen zu benutzen. Bei meiner oben erwähnten Untersuchungsmethode bestimme ich nun die Größe der Kerne und die Größe der Zellen und kann so zahlenmäßig eine ganze Reihe von Beziehungen der Kerngröße zu der Zellengröße feststellen. Diese „zahlenmäßige Feststellungsmöglichkeit“ ist ein sehr wesentlicher Vorteil dieser Methode gegenüber anderen Untersuchungsmethoden, da ich auf diese Weise wirklich objektive, zahlenmäßige Ergebnisse erhalte. Als Organe für diese Untersuchungen habe ich zunächst die *Muskeln* gewählt. Selbstverständlich würde aber auch ein jedes andere Organ in dieser Weise zu untersuchen möglich sein. Die Muskeln bieten für diese Art der Untersuchung verschiedene Vorteile: sie bestehen aus langen Fasern, welche einander parallel verlaufen, und von denen man daher leicht Quer- und Längsschnitte erhalten kann, und eine jede Faser entspricht in ihrer Wertigkeit einer größeren Anzahl von Zellen und enthält daher auch eine größere, der Anzahl der Zellen entsprechende Anzahl von Kernen. Ob ich nun das Verhältnis des Kernes zu dem Zellkörper bei einer einzelnen Zelle untersuche oder bei einem Gebilde, das einer großen Anzahl von Zellen entspricht, ist im Prinzip gleich, die Untersuchung dieser größeren Gebilde aber bietet den großen Vorteil, daß ich die Größenverhältnisse von weit mehr Zellen auf einmal, durch die Ausmessung eines einzigen Faserquerschnittes feststellen kann,

und der Aufbau des Muskels aus parallel verlaufenden Fasern bietet den weiteren großen Vorteil, daß ich eine große Anzahl von genauen Querschnittsbildern von Kernen und Fasern, also von Kernen und Zellen, auf demselben Schnitte unter dem Mikroskop nebeneinander untersuchen kann. Da die Kerne der Muskelfasern im wesentlichen langoval bis stäbchenförmig sind und mit ihrer Längsachse der Längsachse der Muskelfaser im wesentlichen parallel verlaufen, so erhalte ich mit den Querschnitten der Muskelfasern auch gleichzeitig die Querschnitte der Kerne und kann auf den Längsschnitten der Muskelfasern die Länge der Kerne durch direkte Ausmessung unter dem Mikroskop bestimmen. Unsere Skelettmuskeln sind also in der Tat für diese Art der Untersuchung außerordentlich gut geeignet. Dazu kommt noch etwas weiteres. Die Skelettmuskeln sind Organe, welche durch Tätigkeit und Übung, durch Untätigkeit und Krankheiten sehr leicht und rasch verändert werden und bei denen man daher leicht die Veränderungen der Kerne bei solchen Veränderungen des Muskels feststellen kann, was natürlich für die Erkenntnis der Bedeutung des Kernes für das Leben der Zelle sehr wesentlich ist.

Im Jahre 1903 habe ich zuerst eine derartige Muskeluntersuchung¹⁾ veröffentlicht und seither eine ganze Reihe von solchen ausgeführt. Diese Untersuchungen bezogen sich auf gesunde und kranke Muskeln des Menschen und auf gesunde Muskeln von Wirbeltieren der verschiedenen Klassen, so auf die von Fischen^{2) 5)}, Amphibien⁴⁾, Vögeln⁶⁾ und Säugetieren^{1) 2) 3)}. Von menschlichen Muskeln wurde außer einem Augenmuskel und einigen Armmuskeln noch besonders untersucht das Zwerchfell³⁾, da dieses als wichtigster Atmungsmuskel für das menschliche Leben von der größten Bedeutung ist. Ich habe also Gelegenheit genug gehabt, diese von mir gefundene Methode auf ihren Wert hin zu erproben und über ihre Wirkungsweise und die mit ihr zu erhaltenden Ergebnisse sowie über ihre Grenzen Erfahrungen zu sammeln. So glaubte ich denn, mich an die Untersuchung eines sehr wichtigen Muskels heranzuwagen zu können, nämlich an das Herz⁷⁾, das ja einen großen Hohlmuskel darstellt und für das menschliche Leben von der größten Bedeutung ist. In einer vor kurzem erschienenen Arbeit habe ich den durch meine Methode festzustellenden Aufbau des menschlichen Herzens während der kindlichen Entwicklung bis zum erwachsenen Zustande hin eingehend beschrieben, ebenso Erfahrungen bei verschiedenen Menschenrassen mitgeteilt und will hier diejenigen Ergebnisse besprechen, welche anthropologisch wichtig sind.

Der Herzmuskel besteht ebenfalls aus Fasern, die aber von denen der Skelettmuskeln dadurch wesentlich abweichen, daß sie durch Verästelungen ein großes, engmaschiges Netz bilden, welches eben den Herzmuskel bildet (Fig. 2). In den

Faserquerschnitten des Herzmuskels sieht man ferner (Fig. 3) stets nur *einen* Kern oder auch gar keinen, falls der Kern auf dem Faserquerschnitte nicht getroffen worden ist, während man auf den Querschnitten der Skelettmuskelfasern meist mehrere Kerne findet, mitunter natürlich gleichfalls keinen. Endlich steht der Herzmuskel seinem feineren Aufbau und seiner Tätigkeit nach zwischen der Skelettmuskulatur und der Muskulatur der Eingeweide, der sogenannten „glatten Muskulatur“. Es war also durchaus möglich, daß sich auch bei meiner Methode nach dieser letzteren Richtung hin Abweichungen von den Skelettmuskeln nachweisen ließen. Auf Fig. 2 erkennt man deutlich die netzförmigen Verbindungen der

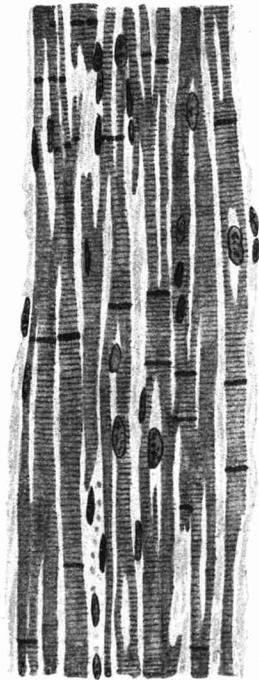


Fig. 2.

Fasern mit den langen, schmalen, so entstehenden Maschen, und sieht die dunkel gefärbten, ziemlich breiten Kerne in den Fasern liegen, mit ihrer Längsachse wieder parallel zu der Längsachse der Fasern. Bei dieser Betrachtung des Längsschnittes versteht man leicht, daß auf den Querschnitten vielfach keine Kerne zu finden sind, da der Kern ja immer weit kürzer ist als der zugehörige Faserabschnitt, geradeso wie auch in der einzelnen Zelle der Kern immer kleiner ist als der Zellkörper. Außerdem sieht auf Fig 2 noch eine feine Querstreifung, welche den Herzmuskelfasern ebenso eigentümlich ist wie den Skelettmuskelfasern, und zwischen diesen Querstreifen hin und wieder dickere, quer verlaufende Streifen, die sogenannten „Kittlinien“ oder „Schaltstücke“,

deren Bedeutung noch unbekannt ist. Diese letzteren fehlen den Skelettmuskeln.

Die Untersuchung des menschlichen Herzens mit meiner Methode lieferte nun außer anderen die folgenden anthropologisch wichtigen Ergebnisse.

Die *Größe des Faserquerschnittes* nimmt während der kindlichen Entwicklung im allgemeinen bis zum erwachsenen Zustande hin mit dem Alter zu. Eine besonders starke Zunahme der Querschnittsgröße findet sich vom ersten zum zweiten Lebensjahre, sie betrug 25 %. Eine weitere, besonders starke Zunahme fand sich vom 15. oder 16. Lebensjahre bis zum erwachsenen Zustande hin, sie betrug sogar 41 %. Das sich entwickelnde Herz erhält also immer dickere Fasern, es muß dementsprechend im ganzen an Größe zunehmen, und es ist auch anzunehmen, daß es dementsprechend an Kraft zunimmt, denn unter sonst gleichen Umständen wächst die Kraft eines Muskels mit der Größe seines Querschnittes.



Fig. 3.

In dieser Hinsicht ist nun die schnelle Entwicklung während des ersten Lebensjahres besonders interessant und ebenso natürlich auch die außerordentlich starke Entwicklung vom 15. oder 16. Lebensjahre bis zum erwachsenen Zustande hin, d. h. bis etwa zu 23 oder 24 Jahren. Allerdings erstreckt sich diese letztere Zunahme über einen Zeitraum von etwa 8 Jahren und ist daher verhältnismäßig weit geringer als die im Laufe des ersten Lebensjahres eingetretene. Ich muß hier indessen bemerken, daß das von mir verarbeitete Material natürlich mehr oder weniger lückenhaft war und daß ich zwischen dem 15. und 16. Lebensjahre einerseits und dem 23. und 24. Lebensjahre andererseits keine Zwischenstadien untersuchen konnte, so daß es wohl möglich ist, daß die Faserdicke des Erwachsenen schon früher erreicht wird und die Zunahme um 41 % sich also auf eine kürzere Reihe von Jahren verteilt.

Außer den Deutschen wurden noch zwei *Exoten* untersucht, ein *Kamerunneger* von 21 Jahren und ein *Chinese* von 30 Jahren. Beide gehörten also zu den „Erwachsenen“ im kräftigsten Alter. Beide zeigten weit dickere Fasern als die Deutschen, im Durchschnitt war bei ihnen der Faserquerschnitt um etwa 40 % größer als der der Deutschen. Noch stärker war der Unterschied ausgesprochen bei den Maxima der Faserquerschnitte, hier betrug er sogar etwa 69 %. Die Faserquerschnitte der Skelettmuskeln sowohl wie des Herzmuskels sind niemals alle gleich groß, sondern zeigen im Gegenteil oft recht bedeutende Unterschiede, daher kann man Maxima feststellen, und die Vergleichung dieser ist unter Umständen nicht unwichtig, wie das auch hier der Fall war. Ferner war das Verhältnis der Zahl für die durchschnittliche Querschnittsgröße zu der für das Maximum bei den Deutschen 100 : 195, bei den beiden Exoten 100 : 236. Es folgt aus dem Gesagten, daß die Herzmuskelfasern bei den Exoten augenscheinlich nicht nur im ganzen größer, sondern auch unregelmäßiger ausgebildet sind, beides spricht aber für einen primitiveren Bau des Herzens, also für eine tiefere Stufe der Entwicklung, was anthropologisch sehr interessant und wichtig ist. Es würde das übereinstimmen mit den Beobachtungen, die Stigler*) an Negern aus Uganda gemacht hat. Er teilt mit, daß sich bei Schwarzen durch Überanstrengung gerade Gefäß- und Herzerkrankungen so häufig einstellen, daß man das Gefäßsystem des Schwarzen nicht als dem des Weißen überlegen bezeichnen kann, wozu man zuerst geneigt sein könnte in Anbetracht der Strapazen, welche die Neger aushalten. Außerdem seien unregelmäßige Herztätigkeit und frühzeitige Arterienverkalkung sowie Herzmuskelerkrankung und Herzhypertrophie bei den Schwarzen sehr häufig. Dieser Größenunterschied fällt um so mehr ins Gewicht, als das Herz im Vergleiche zu den Skelettmuskeln des Menschen Fasern besitzt, die zu den kleinsten menschlichen Muskelfasern gehören. Je feinfaseriger ein Muskel aber ist, um so reichlicher ist im allgemeinen seine Nervenversorgung und um so feiner kann infolgedessen wieder seine Tätigkeit abgestuft werden. In dieser Beziehung würde also das Herz sehr günstig stehen, das Herz der Exoten aber voraussichtlich weniger günstig als das der Deutschen. Daß das Herz auf Veränderungen des Zustandes des Körpers sehr rasch und fein reagiert, ist ja allgemein bekannt und an der Zahl und Beschaffenheit des Pulsschlages leicht festzustellen. Schon geringfügige Änderungen der Körperhaltung, das Liegen, Sitzen oder Stehen, verändern die Pulszahl, noch mehr jede Muskel-tätigkeit und Muskelanstrengung. Auf solche ist die Pulsveränderung bei den verschiedenen Körperhaltungen ebenfalls zu einem Teile zurückzuführen. Bei stärkeren Muskelanstrengungen treten sehr wesentliche Veränderungen der Herztätigkeit ein. Daß auch die Psyche stark auf das Herz einzuwirken vermag, ist ja ebenfalls be-

kannt. Die Blutzirkulation, die durch das Herz bewirkt wird, ist die Quelle des Lebens für den gesamten Körper, so versteht es sich leicht, daß das Herz sehr anpassungsfähig sein muß an die verschiedenen Körperzustände, und hierzu ist eine reiche Nervenversorgung das passendste Mittel.

Infolge des starken Wachstumes der Herzmuskelfasern vom Kinde bis zum Erwachsenen hin wird der Kern, dessen Größenzunahme schon im 10. Lebensjahre, oder vielleicht noch früher, aufzuhören scheint, im Verhältnis zur Größe der Zelle immer kleiner. Man wird annehmen dürfen, daß infolgedessen auch die Einwirkungsfähigkeit des Kernes auf die Zelle eine immer geringere wird. Nun hört ja allerdings im erwachsenen Zustande auch das Wachstum der Herzmuskelfasern auf, und infolgedessen wird die Einwirkung des Kernes auf die Zelle ebenfalls geringer werden dürfen, da der Kern für das Wachstum der Zelle nicht weiter zu sorgen hat, sondern nur noch für die gewöhnliche Zelltätigkeit, für die er ja während der Entwicklung noch neben dem Wachstum zu sorgen hatte. So versteht man es, daß die erwachsene Herzmuskelfaser ganz gut mit einem kleineren Kerne auskommen kann, als die noch wachsende.

Bei den beiden Exoten entfällt aber wieder im erwachsenen Zustande auf einen Kern mehr Fasermasse, also mehr Zellmasse, als bei den Deutschen, das Verhältnis bei ihnen ist also auch in dieser Hinsicht wieder ungünstiger.

Der Kern nimmt während der kindlichen Entwicklung an Größe zu durch das Wachstum seines Querschnittes, er wird also allmählich immer dicker, während die Länge dieselbe bleibt. Diese Querschnittsgröße des Kernes zeigt aber während der Entwicklung wesentliche individuelle Verschiedenheiten. Es ist dies eine sehr wichtige Tatsache, da es wohl das erste Mal ist, daß es gelungen ist, solche individuelle Verschiedenheiten für das Wachstum eines Zellteiles während der Entwicklung objektiv festzustellen.

Ein anderer sehr wichtiger Muskel des Menschen ist das Zwerchfell, der Hauptatmungs-muskel, den ich schon früher mit meiner Methode untersucht habe²⁾. Sowohl das Zwerchfell wie das Herz sind während des ganzen Lebens dauernd rhythmisch tätig. Nun ergab es sich, daß die Querschnittsgröße des Kernes bei dem Neugeborenen bei dem Zwerchfelle schon recht gut übereinstimmte mit der des Erwachsenen und damit überhaupt die Kerngröße. Das Zwerchfell zeigte also in dieser Hinsicht schon sehr früh eine weit vorgeschrittene Entwicklung, während beim Herzen noch eine wesentliche weitere Entwicklung, etwa bis zum 10. Lebensjahre, nötig zu sein scheint, um den entsprechenden Zustand zu erreichen. Es müssen also zwischen Herz und Zwerchfell funktionelle Unterschiede bestehen, welche einen solchen Unterschied in dem Verhalten der Kerne verstehen lassen, doch sind uns diese bis jetzt noch unbekannt. Es würde sehr

interessant sein, auch das Zwerchfell von Exoten zu untersuchen, namentlich auch während der kindlichen Entwicklung, um festzustellen, wie sich dieses gegenüber dem Zwerchfelle der Deutschen verhält. Ich bin mit derartigen Untersuchungen beschäftigt, doch ist es sehr schwer, das nötige Material dazu zu erhalten.

Berechnet man das prozentuale Verhältnis der Kernmasse zur Fasermasse, die „Relative Kernmasse“, wie ich dieses Verhältnis genannt habe, so ergibt sich, daß vom jungen Kinde bis zum Erwachsenen hin eine wesentliche Abnahme derselben stattfindet. Zu zwei Zeitpunkten ist diese Abnahme besonders stark: während des 1. Lebensjahres bis zum 2. Lebensjahre hin und während der Entwicklung der Halbwüchsigen bis zu den Erwachsenen hin. Vom 2. Jahr bis zum 10. Jahre scheint das Verhältnis dagegen annähernd gleich zu bleiben. Es läßt sich das verstehen, wenn man das berücksichtigt, was ich oben über das Verhältnis des Faserwachstumes zum Kernwachstume gesagt habe. Dabei sind die Zahlen für die „relative Kernmasse“ beim Herzen ganz außerordentlich hohe, weit größere als bei den Skelettmuskeln, nur die Augenmuskeln stimmen etwa mit den Zahlen für den erwachsenen Herzmuskel überein. Während der kindlichen Entwicklung des Herzens aber sind die Zahlen noch weit höher und besonders hoch im ersten Lebensjahre. Man kann hieraus schließen, daß die Herzmuskelfaser, also die Zelle, von ihrem Kerne verhältnismäßig sehr stark beeinflusst wird, und daß dieser Einfluß besonders stark im ersten Lebensjahre ist. Die Augenmuskeln des Menschen sind, wenigstens während des wachen Zustandes, so gut wie unausgesetzt tätig und besitzen in dieser Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Herzen, die noch dadurch vermehrt wird, daß sie ebenfalls sehr feinfaserig sind und ebenfalls eine sehr reichliche Nervenversorgung aufweisen. Auch sonstige Erfahrungen sprechen dafür, daß die Muskeln, die eine andauernde Tätigkeit entfalten, verhältnismäßig hohe Zahlen für die „relative Kernmasse“ besitzen. Es ist das ja auch verständlich, denn eine andauernde Tätigkeit bedingt einen lebhaften Stoffwechsel, und dieser wird wieder durch den Kern beeinflusst.

Wenn der Kern einen solchen Einfluß auf die Zelle, hier also auf die Muskelfaser, ausübt, so wird auch seine Form nicht gleichgültig sein. Nimmt man an, daß der Einfluß des Kernes auf die Zelle auf chemische Ursachen zurückzuführen ist, so wird ein Stoffaustausch zwischen Kern und Zelle stattfinden. Ein solcher wird um so leichter und energischer stattfinden können, je größer die Oberfläche des Kernes ist, die mit dem Zellkörper in Berührung steht. Die Oberfläche eines Körpers im Verhältnis zu seinem Inhalte ist um so geringer, je mehr sich der Körper der Kugelform nähert; die Kugel hat die geringste Oberfläche im Verhältnis zu ihrem Inhalte. Je stärker also die Form des Kernes von der der Kugel abweicht,

um so größer wird seine Oberfläche im Verhältnis zum Inhalte, um so günstiger für die Beeinflussung des Zellkörpers. Wenn ein Kern also verhältnismäßig lang und schmal ist, wenn er verhältnismäßig flach ist, wird seine Oberfläche größer sein. *Nun zeigt es sich, daß während der kindlichen Entwicklungsperioden eintreten, in denen der Kern von der Kugelform stärker abweicht, als zu anderen Zeiten, in denen seine Oberfläche also größer wird.* Eine solche Periode fand sich bei meinem Materiale im 2. bis 4. Lebensjahre, eine weitere bei den Halbwüchsigen im 15. und 16. Lebensjahre, doch war mein Material zu lückenhaft, um diese Perioden genauer begrenzen zu können. Man könnte daran denken, daß in diesen Perioden der kindlichen Entwicklung eine besonders lebhaftere Kerntätigkeit nötig sei, und hieraus würde dann folgen, daß die Zeit der kindlichen Entwicklung in verschiedene Perioden zerlegt werden könne, in denen die Größe der Kerntätigkeit verschieden ist, Stratz hat in seinem Buche über den Körper des Kindes und seine Pflege ebenfalls verschiedene Perioden der kindlichen Entwicklung angenommen, wie weit sich diese aber mit den durch die Herzentwicklung festzustellenden decken würden, läßt sich bei der Lückenhaftigkeit meines Materiales bis jetzt nicht sagen. Es müßten noch weit mehr Herzen aus verschiedenen kindlichen Lebensjahren nach meiner Methode untersucht werden, um in dieser Beziehung Klarheit zu schaffen. Es ist indessen die Beschaffung des nötigen Materials so schwierig und die Art der Untersuchung nach meiner Methode so ungemein mühsam, daß ich, vorläufig wohl wenigstens, noch nicht eine Fortsetzung dieser Untersuchungen werde ermöglichen können.

Nun ist die *Kernform bei dem erwachsenen Herzmuskel* eine für die Einwirkung des Kernes auf die Zelle verhältnismäßig ungünstige, der Kern ist im Verhältnis zu seiner Länge sehr dick, dicker und der Kugel näher stehend als die Kerne der Skelettmuskeln. Das Volumen des Herzmuskelkernes ist überhaupt sehr bedeutend, weit größer als das der Skelettmuskeln. Es ist wieder im wesentlichen die Querschnittsgröße, welche diesen Größenunterschied bedingt, daher eben auch die stärkere Annäherung an die Kugelform. *Eine solche Kernform entspricht einer mäßig großen, aber andauernden und kräftigen Tätigkeit des Herzmuskels*, wie wir sie ja auch für die gewöhnlichen Verhältnisse annehmen können. Es ist aber wohl denkbar, daß zu bestimmten Zeiten der kindlichen Entwicklung eine stärkere Einwirkung des Kernes auf die Zelle erwünscht ist, z. B. für stärkere Wachstumsvorgänge, das würde dann für die oben erwähnten Perioden in der kindlichen Entwicklung zutreffen können. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß bei Muskelübungen, bei sportlicher Tätigkeit, das Herz ganz allmählich an die nötige verstärkte Arbeit gewöhnt werden muß. Bei der nötigen Vorsicht nimmt die Leistungsfähigkeit des

Herzens fortdauernd zu, bei einem zu schnellen Vorgehen wird das Herz zu stark angegriffen und geschädigt. Das für eine mehr gleichmäßige, aber andauernde Tätigkeit eingestellte Verhältnis von Kern zu Zelle verlangt eine ganz allmähliche Umänderung. Die Kernform des Herzens ist eben, wie schon oben erwähnt, stark abweichend von der der Skelettmuskeln, und auch von diesen ist es bekannt, daß nur eine ganz allmählich fortschreitende Übung zu dem besten Ergebnisse führt. Wieviel mehr gilt dies noch für das Herz, das außer für die stärker arbeitenden Muskeln noch für den gesamten übrigen Körper zu sorgen hat, dessen Stoffwechsel durch die vermehrte Muskel-tätigkeit ebenfalls zunimmt und daher wiederum eine erhöhte Tätigkeit des Herzmuskels erfordert. Ob nun in solchen Fällen, bei einer solchen sportlichen Ausbildung des Herzens, wiederum eine Änderung der Form des Kernes eintritt, ist bis jetzt ganz unbekannt; es würde sehr wichtig sein, das festzustellen, doch dürfte die Untersuchung auf ungemein große Schwierigkeiten stoßen, da das nötige Untersuchungsmaterial nur sehr schwer zu beschaffen sein würde. Vielleicht sind auf dieses besondere Verhältnis des Kernes zur Zelle bei den Herzmuskelfasern auch jene Herzerscheinungen zurückzuführen, die jetzt im Felde bei so vielen Soldaten aufgetreten sind, infolge der sehr starken und andauernden Marsche. Der hierbei verlangten plötzlich gesteigerten Zell-tätigkeit entsprechen eben nicht die Kernverhältnisse. Auch bei der Ausbildung der Soldaten würde auf das eben Gesagte Rücksicht zu nehmen sein und eine zu schnelle und starke Steigerung der Ansprüche an den Körper, wie sie jetzt bei der abgekürzten Ausbildungszeit vielfach vorzukommen scheint, würde möglichst zu vermeiden sein.

Ich habe jetzt noch auf eine weitere sehr wichtige und interessante Beobachtung einzugehen, welche *Unterschiede betrifft, die sich bei verschiedenen Menschen* feststellen lassen.

Schon vor 14 Jahren, in der ersten Muskelarbeit¹⁾, die ich mit meiner Methode ausgeführt hatte, war es mir wahrscheinlich geworden, daß die *Volumgröße* des Kernes eine wesentliche Bedeutung für die Muskeln besitzt. Die folgenden Muskelarbeiten bewiesen diese Annahme durchaus: die Größe des Kernvolumens war spezifisch für den betreffenden Muskel. Diese Größe des Kernvolumens konnte aber geringe Verschiedenheiten zeigen bei demselben Muskel verschiedener Individuen. Daß solches vorkommen konnte, war mir ebenfalls schon in meiner ersten Muskelarbeit als möglich erschienen. Ich sagte damals auf S. 129 bis 130: „Nehmen wir nun an, daß die Volumengröße desselben Muskels bei verschiedenen Menschen innerhalb bestimmter Grenzen schwanken kann, so würde ein Mensch X ein kleineres, ein Mensch Y ein größeres Kernvolumen bei demselben Muskel besitzen können. Nun wäre es ganz gut denkbar, daß bei sämtlichen Muskeln des X die Kernvolumina (jedes Mal natürlich

innerhalb der bestimmten Grenzen) verhältnismäßig niedrig, die Kernvolumina des Mannes Y verhältnismäßig hoch sein könnten, so würden wir für die einzelnen Muskeln oder Muskelgruppen charakteristische Kernvolumina haben, und doch würde ihnen gleichzeitig der individuelle Stempel aufgedrückt werden. Wir würden von Menschen mit großen und von Menschen mit kleinen Muskelkernen reden können, und es wäre ja wohl denkbar, daß dadurch auch gleichzeitig ein charakteristisches Kennzeichen für den gesamten übrigen Körperbau gegeben wäre, *das erste individuelle Kennzeichen, welches wir besitzen würden*. Wir wissen ja sehr genau, daß jeder Mensch von dem anderen verschieden ist in dem gesamten Verhalten seines Körpers. Jeder Arzt weiß sehr genau, wie verschieden die Menschen auf Krankheiten und Arzneiwirkungen reagieren. Jeder Arzt sehnt sich danach, ein Kennzeichen zu haben, nach dem er die Menschen ihrer Beschaffenheit nach erkennen und einteilen kann; aber wenn der Anatom und Physiologe auf die Frage nach einem solchen Kennzeichen antworten soll, so kann er höchstens bedauernd seine Unwissenheit eingestehen. Es ist also ein dringendes Bedürfnis, irgend ein objektives Kennzeichen zu haben. *Vielleicht wäre eine solche Feststellung der Kerngröße der erste Anfang zu einer weitergehenden Aufdeckung solcher Kennzeichen, die schließlich auch dem Arzte von Nutzen sein können*. Um derartige Dinge festzustellen, dazu gehören aber natürlich ungemein ausgedehnte Untersuchungen. Vielleicht gibt diese Arbeit die Anregung zu solchen. Was ich hier soeben besprochen habe, ist ja zurzeit alles nur als möglich zu bezeichnen; es sind Möglichkeiten, welche durch weitere Untersuchungen geprüft werden müssen; mir scheinen diese Möglichkeiten aber wichtig genug zu sein, um sie hier kurz zu erörtern.“ Meine Hoffnung, daß meine Arbeit die Anregung zu entsprechenden Untersuchungen geben würde, hat sich leider nicht erfüllt. Es ist dies ja allerdings zu verstehen, da meine Methode so außerordentlich mühsam und zeitraubend ist. Ich selbst habe aber während dieser 14 Jahre meine Untersuchungen fortgesetzt und habe dabei natürlich eine Menge von Tatsachen und Erfahrungen gesammelt. *Es hat sich da zunächst immer wieder bestätigt, daß ein jeder Muskel sein spezifisches Kernvolumen besitzt*. Weiter habe ich aber bei vergleichenden Untersuchungen desselben Muskels bei verschiedenen Menschen gefunden, *daß das Kernvolumen in der Tat individuelle Verschiedenheiten zeigt, daß die Zahlen aber mit verhältnismäßig geringen Abweichungen um eine Mittelzahl schwanken*. Zweifellos besitzen also verschiedene Menschen für denselben Muskel ein verschiedenes großes Kernvolumen, das aber in der Breite der Schwankungen für ein spezifisches Kernvolumen liegt. Solche vergleichenden Untersuchungen beim Menschen habe ich ausgeführt bei einem „Augenmuskel“⁴²), dem oberen geraden

Augenmuskel (Rectus oculi superior), bei dem „Zwerchfelle“⁴³) und jetzt bei dem „Herzen“⁴⁷). Bei dem „Augenmuskel“ lagen die Zahlen bei vier verschiedenen Erwachsenen zwischen 93 μ und 107 μ (107; 93; 97; 103), die höchste Zahl war also um 13 % größer als die niedrigste⁴¹). Beim „Zwerchfelle“ lagen die Werte für die erwachsenen Deutschen zwischen 66 μ und 92 μ (73; 66; 70; 71; 75; 92). Es war also die höchste Zahl um 38 % größer als die niedrigste. Es fiel bei diesen Zahlen aber noch etwas anderes auf: der sehr große Unterschied zwischen der Zahl 92 einerseits und den übrigen Zahlen andererseits. Wie man sieht, liegen diese letzteren ziemlich nahe aneinander, der größte Unterschied liegt zwischen 66 und 75, die letztere Zahl ist um 14 % größer als die erstere. Dieses entspricht genau dem Verhalten bei dem Augenmuskel. Nimmt man die Mittelzahl aus den kleineren Zahlen für das Zwerchfell, so beträgt diese 71; vergleicht man diese mit der höchsten Zahl (92), so ist die letztere um 30 % größer. Das ist ein sehr viel größerer Unterschied, als ich ihn damals kennen gelernt hatte. Bei dieser Zwerchfellarbeit konnte ich mit den verschieden großen Unterschieden noch nicht viel anfangen, da das vorliegende Vergleichungsmaterial noch zu gering war. Nachdem ich im vorigen Jahre die Untersuchung über das „Herz“ ausgeführt habe, liegt die Sache anders. Von dem 10-jährigen Kinde an, bei dem, wie ich oben angegeben habe, der Kern schon seine volle Größe erreicht hat, fand ich durch die Gruppe der Halb- wüchsigen und Erwachsenen für die Größe des Kernvolumens die folgenden zwei Zahlenreihen: erstens: 194; 172; 177; 196; und zweitens: 227; 230; 303; 253; 296. In der ersten Zahlenreihe beträgt der größte Unterschied 14 %, in der zweiten 13 %. Diese Unterschiedszahlen entsprechen genau den oben für den Augenmuskel und für die kleinere Zahlenreihe des Zwerchfelles gefundenen: 13 % und 14 %. Diesen *kleinen* Unterschieden steht hier beim Herzen gegenüber der *große* Unterschied zwischen den Durchschnittszahlen aus den beiden Reihen: 185 und 262, der 41 % beträgt. Bei dem Zwerchfell hatte ich für diesen „großen“ Unterschied 30 % gefunden. Es fanden sich also beim Zwerchfelle und beim Herzen zwei graduell verschiedene Unterschiede, ein „kleiner“ und ein „großer“. Wie ist das nun zu deuten? Ich bin nach eingehender Überlegung zu folgender Deutung gelangt: es gibt *zwei Arten von Unterschieden* in bezug auf die Größe des Kernvolumens: „individuelle“ und „Gruppenunterschiede“; die ersteren sind weit kleiner als die letzteren. Die ersteren betragen, soweit ich aus meinen bisherigen Untersuchungen schließen darf, 13 bis 14 %. In dieser Breite würden also die Zahlen für die Kerngröße desselben Muskels bei den verschiedenen Menschen, zunächst bei den Deutschen, schwanken können.

⁴¹) Ein μ ist gleich 0,001 mm.

Wie sich andere Völker und Rassen in dieser Beziehung verhalten, muß erst durch ausgedehnte Untersuchungen festgestellt werden. Selbstverständlich ist es möglich, daß auch bei den Deutschen noch größere Unterschiede gefunden werden, wenn noch mehr Individuen untersucht werden. Weiter muß es aber *zwei große Gruppen* von Menschen geben: solche mit „kleinen“ Kernen und solche mit „großen“. In jeder von diesen beiden Gruppen gibt es dann wieder die „individuellen“ Unterschiede. Daß diese beiden Menschengruppen durch ihre „Großkernigkeit“ und „Kleinkernigkeit“ scharf voneinander geschieden sind, ist klar. Es ist weiter höchst wahrscheinlich, daß diese Kernunterschiede sich nicht auf die Muskalkerne beschränken, sondern den sämtlichen Geweben und Organen zukommen werden. Eine Beschränkung auf die Muskeln allein würde nicht zu verstehen sein. Man ist weiter gezwungen, anzunehmen, daß sich diese Eigenschaft *vererben* wird, und daraus folgt dann wieder, daß sie *erbt* ist. Man wird daher gezwungen sein, die Annahme zu machen, daß *zwei „Urrassen“* existiert haben mit dieser Eigenschaft, große und kleine Kerne zu besitzen. Diese Urrassen müssen natürlich schon bestanden haben vor der Bildung unserer jetzigen Rassen, sie müssen in ihren Ursprüngen also sehr weit zurück liegen. Durch die Vermischung dieser beiden („großkernigen“ und „kleinkernigen“) Urrassen ist eine Mischrasse entstanden, in welcher bald die großen, bald die kleinen Kerne hervortreten. Von dieser „*Urmischrasse*“ stammen die von mir untersuchten Deutschen ab, d. h. also wohl die Deutschen überhaupt. Wieviel weitere Völkerstämme zu dieser weißen Rasse, der die Deutschen angehören, und die diese Eigenschaft besitzt, zu zählen sein würden, läßt sich vorläufig bei unsren so unsicheren Anschauungen über die Rassen nicht angeben. Das müßte erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Ich habe mich daher hier möglichst vorsichtig ausgedrückt. Wie weit die sonst noch jetzt vorhandenen Rassen von dieser Urmischrasse oder von den beiden Urrassen je für sich abstammen, läßt sich vorläufig nicht sagen. Von den beiden zu der Herzarbeit untersuchten Exoten war der *Neger* „kleinkernig“, der *Chinese* „großkernig“; das könnte ein Rassenmerkmal sein, es könnte aber ebenso gut ein Zufall sein, daß von diesen beiden Rassen, wenn sie „gemischt kernig“ sind, gerade ein klein- und ein großkerniger Mensch zur Untersuchung gelangt sind. Hierüber müssen weitere Untersuchungen bei den verschiedenen Rassen erst noch Auskunft geben. Sollten unsere jetzigen Rassen in der Tat zum Teile von je einer der beiden Urrassen herkommen, also von der klein- oder von der großkernigen, so würde es nach meinem Befunde leicht sein, ihre Abstammung und ihre Verbreitung zu verfolgen. Man wird übrigens als höchstwahrscheinlich, ja man kann wohl sagen, als sicher annehmen dürfen, daß diese Verschiedenheit der Urrassen sich nicht

auf die Verschiedenheit der Kerngröße beschränkt haben wird, und ebenso, daß der jetzige Unterschied zwischen den zurzeit vorhandenen beiden großen Menschengruppen *sich nicht auf die Kerngröße beschränken wird*, sondern daß *noch weitere Unterschiede im feineren Baue vorhanden sein werden*, wahrscheinlich auch *im gröberen Aufbaue*, die durch weitere Untersuchungen zu finden sein würden. Sehr wahrscheinlich wird auch das *Äußere* dieser beiden Menschengruppen Verschiedenheiten aufweisen. Leider wird es nicht leicht sein, dies festzustellen; man würde zu diesem Zwecke eine größere Anzahl von Menschen auf ihre Kerngröße untersuchen müssen, nachdem man vorher ihr Äußeres genau beschrieben hat, das würde eine nicht leicht durchzuführende Aufgabe sein. Würde eine derartige Untersuchung wirklich durchgeführt werden, und zwar natürlich am besten an einer recht großen Anzahl von Individuen, so würde sie allerdings zu recht interessanten Ergebnissen führen können, da man auf das Aussehen der beiden Urrassen und die zwischen ihnen in dieser Beziehung bestehenden Unterschiede Schlüsse ziehen können, allerdings mit großer Vorsicht.

Ob die Größe des Kernunterschiedes bei den jungen Kindern unterhalb des 10. Lebensjahres schon ebenso groß ist, wie bei den Erwachsenen, ließ sich nach meinem Materiale noch nicht mit Sicherheit feststellen. Bei der Kindergruppe zwischen 2 und 4 Jahren fanden sich drei große Kerne und ein kleiner, die Durchschnittszahl der großen betrug 144, die Zahl für den kleinen 107, der Unterschied also 35 %. Dieser nähert sich also schon sehr der Zahl für die ausgebildeten Kerne. Bei den Kindern aus dem ersten Lebensjahre waren die Unterschiede der Zahlen nicht genügend ausgeprägt, um sie für diese Frage verwenden zu können. Daß der Unterschied bei den 2- bis 4-jährigen Kindern schon deutlich vorhanden war, spricht aber auch für einen *grundlegenden* Unterschied. Auch hierüber müßten weitere Untersuchungen noch genauere Aufschlüsse ergeben.

Das die „großkernigen“ und „kleinkernigen“ Menschen sich auch *physiologisch in ihrer ganzen Lebenstätigkeit* voneinander unterscheiden müssen, ist klar. Welche Unterschiede in dieser Beziehung vorhanden sind, müßte aber auch erst noch festgestellt werden. Eine derartige Untersuchung würde aber erst einsetzen können, wenn man die Unterschiede im Äußeren der beiden Menschengruppen kennen gelernt hat.

Die hier mitgeteilten Beobachtungen bilden einen wesentlichen Beitrag zu der Kenntnis der Verschiedenheit der „Konstitutionen“ der Menschen. In neuerer Zeit hat man sich mit dieser eingehender beschäftigt und die Unterschiede auf verschiedenen Wegen festzustellen versucht. Ich habe damals, vor 14 Jahren, schon diese Frage in Angriff genommen, allerdings, ohne das Wort „Konstitution“ zu gebrauchen. Es handelt sich