Es ist zu hoffen, dass auch letztwillige Zuwendungen dem gemeinsamen Vermögen zufliessen werden und die Ansammlung eines ausreichenden Kapitals möglich machen werden.

Eine solche Organisation müsste die notwendige Ergänzung zu dem monarchischen Erbrecht werden, indem die Haupterben, denen der Grundstock des Vermögens zum Zwecke besserer Erwerbsmöglichkeiten in die Hand gegeben ist, die auch voraussichtlich nicht in die Lage kommen werden, die Unterstützung der Körperschaft in Anspruch nehmen zu müssen, durch besonders hohe Beiträge einen Entgelt dafür geben, dass sie sich einer günstigen Erwerbsmöglichkeit erfreuen. Etwas Vollkommenes ist dies allerdings immer noch nicht, denn die Mitglieder der Familienorganisation müssten in sie hineingeboren werden. Dies ist bekanntlich etwas anderes als erbliche Mitgliedschaft, wie sich dies ja an dem Unterschied zwischen dem Recht auf den Familiennamen und dem Erbrecht am Vermögen zeigt. Eine solche Bestimmung fehlt uns noch, aber immerhin lässt sich wenigstens mit den Bestimmungen über das Vereinsrecht arbeiten.

Arbeitskraft und Arbeitsleistung des Menschen.

Vortrag, gehalten im Westfälischen Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst zu Münster i. W. am 26. November 1906 von Dr. Rudolf Rosemann, o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Münster.

Dass ein Mensch seine Gliedmassen zu bewegen vermag, dass er sich mit Hülfe seiner Beine fortbewegen kann, sowohl auf ebenem Boden, als eine Anhöhe hinauf, dass er dabei sogar ausser dem Gewicht seines eigenen Körpers noch eine kleine oder grössere Last tragen kann, kurz, dass er Arbeit zu leisten vermag, — das erscheint uns allen als die selbstverständlichste Sache von der Welt. Und vielleicht hat mancher von Ihnen, als er zunächst das Thema meines heutigen Vortrags: „Arbeitskraft und Arbeitsleistung des Menschen“ hörte, sich im Stillen gefragt: was kann man über eine so selbstverständliche Sache sagen, und welchen Zweck hat es von so alltäglichen Dingen zu sprechen? Und doch geht es mit unserm Gegenstande so wie so häufig, dass gerade die gewöhnlichsten Erscheinungen des täglichen Lebens, bei denen sich für den unbefangenen Menschen alles von selbst versteht, der wissenschaftlichen Forschung eine Welt von Rätseln aufgeben. So ist auch das Thema, mit dem wir uns heute beschäftigen wollen, bei all seiner scheinbaren Einfachheit ein sehr kompliziertes, — trotz eifrigster Forschungsarbeit sind wir von einer wirklich befriedigenden Erkenntnis desselben noch weit entfernt und die Zeit des heutigen Abends würde nicht im Entferntesten ausreichen, wenn ich den Gegenstand in all seinen Beziehungen behandeln wollte. Wenn ich also nicht leicht in Verlegenheit geraten würde gegenüber

der Frage, was sich hierüber wohl sagen lasse, so erledigt sich auch nicht weniger leicht die Frage, zu welchem Zweck man so alltägliche Dinge untersuchen soll. Freilich, dem Forscher gegenüber wäre eine derartige Frage an sich unangebracht. Denn die wissenschaftliche Forschung lässt sich nicht leiten von praktischen Nebengedanken, die ganze Welt der Erscheinungen ist für sie Gegenstand der Untersuchung und ihr gilt es gleichviel, ob die gewonnene Erkenntnis sich nachher auch in die praktische Münze des täglichen Lebens umsetzen lässt. Die Natur unseres Gegenstandes aber bringt es mit sich, dass sich die Beziehungen zur Praxis von selbst ergeben. In dem Zeitalter der Maschinen, in dem wir leben, könnte es allerdings auf den ersten Blick so scheinen, als ob menschliche Arbeitskraft und Arbeitsleistung sehr in den Hintergrund gedrängt sei. Und doch ist dem nicht so. Mag auch die Maschine an vielen Stellen die Arbeit des Menschen ersetzen, sie selbst bedarf zu ihrer Anfertigung wie zu ihrer Bedienung und zur Förderung der von ihr verarbeiteten Materialien der menschlichen Arbeitskraft, und die beispiellose Entwicklung der Technik hat unsere Ansprüche an das, was die Maschinen und durch sie die Menschen uns leisten sollen, so erweitert und gesteigert, dass man wohl getrost behaupten darf, dass die Zahl derer, die durch körperliche Arbeit ihr Brot erwerben, gegen früher eher zu als abgenommen hat. Die Klasse der Fabrikarbeiter drückt ja mit ihren Leistungen für die Gesamtheit wie mit ihren Forderungen an sie dem sozialen Leben unserer Zeit den Stempel auf und ein Streik — die Verweigerung körperlicher Arbeitsleistung in grossem Masse — vermag den gewaltigsten wirtschaftlichen Organismus ins Wanken zu bringen. Wenn aber körperliche Arbeitsleistung im Frieden immerhin nur die Aufgabe eines Teiles des Volkes darstellt, so kann ein Krieg die gesamte leistungsfähige männliche Bevölkerung dazu aufrufen, mit der Kraft ihres Körpers dem Vaterlande zu dienen. Freilich wird heut zu Tage das Glück der Schlachten nicht mehr durch die physische Kraft der Kämpfenden allein entschieden: die Kriegskunst des Führers und die zahllosen Hülfsmittel, die die Technik in den Dienst der gegenseitigen Vernichtung der Menschen stellt, spielen eine ausschlaggebende Rolle. Aber doch kann kein Heerführer eine Schlacht schlagen, ohne die physische Kraft seiner Soldaten, und wie die deutsche Felddienstordnung hervorhebt, ist es „oft schon entscheidend, dass eine Heeresabteilung zur rechten Zeit schlagfertig auf dem ihr angewiesenen Punkt eintrifft.“ So wird es ein wichtiges Ziel der militärischen Ausbildung, die körperliche Leistungsfähigkeit jedes Mannes auf ihren höchsten Punkt zu bringen und sie nach Möglichkeit darauf zu erhalten. Dass eine derartige körperliche Ausbildung, wie sie im Geltungsbereich allgemeiner Wehrpflicht der bei weitem grösste Teil der männlichen Bevölkerung erfährt, nicht nur in kriegerischen Zeiten ihre segensreichen Früchte trägt, liegt auf der Hand. Jedenfalls hat dieser Umstand wesentlich dazu mit beigetragen, dass das Interesse an körperlichen Übungen und körperlichen Höchstleistungen im Laufe des letzten Jahrhunderts gewaltig zugenommen hat. Ich brauche sie nur an die

weite Verbreitung zu erinnern, die Turnen und Sport in unserer Zeit gewonnen hat. Längst hat körperliche Betätigung aufgehört, ein Vorrecht des männlichen Geschlechtes zu sein oder nur auf die Jugend beschränkt zu bleiben. Wenn einer unserer Vorfahren aus der Zeit vor 100 Jahren es erleben könnte, wie bequem man heute mit einer Zahnradbahn die höchsten Gipfel der Berge erreichen kann, so würde er gewiss kein Verständnis dafür haben, dass es eine nicht geringe Zahl von Menschen gibt, denen es ihre Mittel sehr wohl erlauben, die Bahn zu benutzen, und die es gleichwohl vorziehen, aus eigener Kraft die Spitze zu erklimmen. Und wenn unsere Vorfahren sehen könnten, wie heut zu Tage eine junge Dame ihr Rad besteigt und mit ungeahnter Geschwindigkeit aus eigener Kraft 30—40 Kilometer zurücklegt, — sie würden gewiss nicht nur verwundert, sondern auch recht missbilligend die Köpfe schütteln. Derartige Beispiele dafür, in wie vielfacher Weise körperliche Betätigung in unser Leben eingreift, heute mehr denn je, liessen sich leicht noch mehr anführen. Aber sie mögen genügen, um es zu rechtfertigen, wenn ich es unternehme, diese körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen heute einmal vom Standpunkt des Wissenschaftlers ins Auge zu fassen.

Alle körperliche Arbeit, die ein Mensch leistet, vollbringt er mit Hülfe seiner Muskeln. Die Muskeln sind das, was wir bei unsern Schlachttieren als Fleisch zu bezeichnen pflegen. Die Fleischstücke, wie sie in die Küche kommen, stellen allerdings meist nur einen Teil eines oder mehrerer Muskeln des betreffenden Tieres dar und geben daher keine Vorstellung von der Form eines solchen Muskels. So kommt wohl der weitverbreitete Irrtum zu Stande, als ob das Fleisch unserer Gliedmassen eine gleichförmige, nicht weiter gegliederte Masse sei, die ringsum die darin steckenden Knochen umgäbe. In der Tat bildet aber dieses Fleisch zahlreiche, von einander durchaus getrennte Organe, eben die Muskeln. Jeder Muskel stellt im Allgemeinen ein längliches Gebilde dar, welches in der Mitte dicker ist und nach den beiden Enden spitz zulaufend hier in die Sehnen übergeht, mit denen es an die Knochen festgewachsen ist. Dabei läuft der Muskel über ein oder auch mehrere Gelenke weg, setzt sich also an Knochen an, die mit einander nicht starr, sondern gelenkig beweglich verbunden sind. Die Muskeln haben nun die eigentümliche Fähigkeit, sich zusammen ziehen zu können unter gleichzeitiger Zunahme ihrer Dicke. Ihre beiden Enden nähern sich dann also und dabei müssen die Knochen ihnen folgen; so kommt eine Bewegung zustande. Wenn wir z. B. den Arm im Ellbogengelenk biegen, so ist dies die Wirkung eines Muskels, der auf der vorderen Fläche des Oberarms gelegen, mit seinem einen Ende am Schulterblatt, mit seinem andern Ende am Unterarm festgewachsen ist, des sog. Musc. biceps. Zieht sich der Muskel zusammen, so fühlen wir, wie am Oberarm sein mittlerer Teil nunmehr an Dicke zunimmt und dort stärker hervortritt; andererseits verkürzt sich der Muskel in seiner Längenausdehnung, der Unterarm muss ihm folgen und wird gegen den Oberarm gebeugt. Alle Bewegungen, deren unsere Gliedmassen fähig sind,

die einfachsten, wie die kompliziertesten, kommen auf diese Weise zustande. Sie sehen leicht ein, dass dazu eine sehr grosse Anzahl verschiedener Muskeln von verschiedener Verlaufsrichtung notwendig sind, am Arm sind es deren z. B. über 20. Die Tätigkeit jedes einzelnen kann in sehr verschiedener Weise abgestuft und mit der der andern Muskeln in mannigfachster Weise kombiniert werden: so entsteht ebensowohl die gewaltige Kraftleistung eines Athleten, wie die wunderbare Fingerfertigkeit des Jongleurs.

Was aber geht in dem Muskel vor, wenn er sich zusammenzieht? Wie entsteht jene Kraft, die bei seiner Zusammenziehung zu Tage tritt und mit der er auch grosse Widerstände zu überwinden vermag? Wenn wir diese Fragen zu beantworten suchen, ist es zweckmässig, dass wir uns zunächst einmal klar machen, was denn in einer Maschine vorgeht, die ebenfalls Arbeit zu leisten vermag, etwa einer Dampfmaschine. Die naive Betrachtungsweise stellt sich wohl vor, dass diese Kraft von der Maschine erzeugt wird, dass es eben die Aufgabe einer Maschine ist, Kraft zu produzieren. Die Erkenntnis, dass es so nicht ist, sondern dass die Verhältnisse prinzipiell anders liegen, verdanken wir zwei Männern, Julius Robert v. Mayer und Hermann v. Helmholtz, die ungefähr gleichzeitig gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts das Gesetz von der Erhaltung der Kraft aufstellten, ein Gesetz, welches nicht nur für die Erkenntnis der Vorgänge in der unbelebten Natur, sondern auch nicht weniger für das Studium der Lebenserscheinungen von grundlegender Bedeutung geworden ist. Dieses Gesetz lehrt, dass die Kraft, die im übrigen unbekannte Ursache aller Erscheinungen, bei den von uns beobachteten Vorgängen niemals produziert oder vernichtet werden kann, dass die Kraft dabei vielmehr nur ihre Erscheinungsform ändert. Die mannigfachen Kräfte, die wir annehmen, sind alle nur verschiedene Erscheinungsformen einer Kraft und sie können ineinander umgewandelt werden, ohne dass dabei etwas von der vorhandenen Kraft je verloren geht oder hinzukommt. Die Kraft, die in einer Dampfmaschine zu entstehen scheint, wird nicht etwa von der Maschine neu produziert, sondern sie wird nur umgewandelt aus einer andern Kraft, die in den Steinkohlen steckt, die in der Maschine verbrannt werden, aus der sog. chemischen Spannkraft der Kohlen. In dieser Form steckt die Kraft sozusagen in den Kohlen drin, und zwar in einem zunächst untätigen Zustande; sie kann in dieser Form ohne Verlust beliebig lange aufbewahrt oder transportiert werden. Verbrennen wir aber die Kohle im Ofen, so geht die chemische Spannkraft der Kohle in eine andere Kraft über, die Wärme, denn auch die Wärme ist nichts weiter als eine besondere Erscheinungsform der Kraft. In der Dampfmaschine entsteht auch zunächst Wärme; ein Teil derselben aber wird weiter verwandelt in die mechanische Kraft, mit der die Maschine zu arbeiten vermag, das Schwungrad dreht, ein Gewicht hebt u. s. w. Und wenn wir von unserer Maschine etwa eine Dynamo-Maschine drehen lassen, so geht die mechanische Kraft weiter über in Elektrizität, diese können wir wieder in Licht oder Wärme oder chemische Spannkraft umwandeln u. s. f. Aber alle diese Umwandlungen gehen genau

quantitativ vor sich, d. h. es wird niemals etwas von der Kraft, von der wir ausgehen, verloren, geschweige denn etwas hinzugefügt.

Wenden wir uns nun mit dieser Erkenntnis wieder zur Erklärung der Vorgänge im tätigen Muskel, so ist es uns ohne Weiteres klar, dass auch die Kraft des Muskels nicht etwa von ihm aus dem Nichts produziert wird, sondern dass sie aus irgend einer anderen Kraftquelle kommen muss. Der Vergleich mit der Maschine ergibt uns leicht, welcher Art diese Kraftquelle ist. Jedermann weiss ja, dass auch in unserm Körper dauernd Verbrennungen sich abspielen, wie in der Maschine. So wie in dieser die Steinkohlen mit Hülfe des Sauerstoffs der Luft verbrennen, so fallen im lebenden Organismus die verbrennlichen Bestandteile unserer Nahrung der Verbrennung anheim; der dazu nötige Sauerstoff wird aus der uns umgebenden Luft durch die Atmung beständig herbeigeschafft. In der Tat lässt sich zeigen, dass der wichtigste Ort dieser Verbrennungen im Körper die Muskeln sind, und zwar schon im Zustande der Untätigkeit. Wir können die Muskeln in dieser Hinsicht etwa vergleichen mit der Lokomotive eines Eisenbahnzuges, der auf der Station hält. Auch während des Haltens werden dauernd Kohlen in der Maschine verbrannt, aber die chemische Spannkraft wird nur in Wärme umgesetzt. So produzieren auch unsere Muskeln, so lange sie sich im Zustande der Ruhe befinden, aus den chemischen Spannkräften der in ihnen verbrennenden Nahrungsstoffe nur Wärme, die ja erforderlich ist, um unserem Körper gegenüber der kühleren Umgebung seine höhere Eigentemperatur zu erhalten. Setzt nun der Lokomotivführer die Maschine in Gang, so wird nunmehr ein Teil der Spannkräfte der Kohlen in mechanische Kraft umgewandelt und der Zug setzt sich in Bewegung. Ebenso führt der Muskel, wenn er sich zusammenzieht, einen Teil der Spannkräfte in mechanische Kraft über, und so entsteht die Arbeitskraft des tätigen Muskels. Es ist selbstverständlich, dass der tätige Muskel mehr Nahrungsstoffe verbrennen wird, wie der ruhende, so wie die Lokomotive mehr Kohlen verbraucht während der Fahrt als während des Haltens. In der Tat gibt es kein Moment, welches die Verbrennungen in unserm Körper so in die Höhe treibt, wie die Muskelarbeit. Die Blutgefässe, die dem Muskel mit dem Blut das Material zur Verbrennung, also Nahrungsstoffe und Sauerstoff zuführen, erweitern sich, um einem lebhafteren Zustrom des Blutes Platz zu machen, das Herz schlägt schneller und kräftiger, die Atmung wird häufiger und tiefer. Bestimmt man bei einem Menschen die Menge des von ihm aufgenommenen Sauerstoffs und der abgegebenen Kohlensäure in der Ruhe und während der Arbeit, so zeigt sich, dass der Betrag bei Arbeitsleistung den Ruhewert um das vier-, fünf- und mehrfache übersteigen kann.

Aus der chemischen Spannkraft der verbrennlichen Bestandteile unserer Nahrung stammt also die Kraft der Muskeln, ebenso wie die der Maschine aus der chemischen Spannkraft der Steinkohlen. Von woher kam aber jene chemische Spannkraft in unsere Nahrungsmittel hinein? — Alle unsere Nahrung stammt in letzter Instanz aus dem Pflanzenreiche, denn wenn wir auch

einen grossen Teil unserer Nahrung dem Tierreiche entnehmen, so haben doch wieder die Tiere, welche uns Nahrung liefern, ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche entnommen. Die Pflanzen nehmen nun auch Nahrungsstoffe in sich auf, aber das sind im Gegensatz zur Nahrung der Tiere und Menschen sehr einfache chemische Körper: Wasser, Kohlensäure und einfache mineralische Stoffe, die selbst keine chemische Spannkraft enthalten. Wenn also die Pflanzen die Fähigkeit haben, aus diesen einfachen, spannkraftleeren Körpern die spannkraftreichen Bestandteile unserer Nahrung aufzubauen, so müssen sie notwendiger Weise eine Kraftquelle besitzen, aus der sie die dazu nötige Kraft beziehen. Diese Kraftquelle ist das Licht der Sonne. Die Pflanzen haben die Fähigkeit, mit ihren Blättern die von der Sonne in Form des Sonnenlichts auf die Erde herabströmende Kraft aufzunehmen und sie umzuwandeln in die chemische Spannkraft der Nahrungsbestandteile; in dieser Form nehmen die Tiere und der Mensch die Kraft in sich auf und verwandeln sie hauptsächlich in ihren Muskeln in Wärme und Arbeit. Wenn ich meinen Arm beuge, so ist die Kraft, die meine Muskeln dabei liefern, irgend einmal in Form eines Sonnenstrahles auf die Erde gelangt, von einer Pflanze aufgenommen, in Form eines Nahrungsstoffes einem Tier weitergegeben und schliesslich wieder in Form eines Nahrungsstoffes von mir aufgenommen worden. So leben alle lebenden Wesen vom Sonnenlicht, und wenn einmal die Sonne am Firmamente erlöschen sollte, müsste auch alles Leben auf der Erde vergehen, weil damit allem Lebendigen die Quelle genommen würde, aus der es die Kraft seines Lebens schöpft.

Wenn so die Bestandteile unserer Nahrung die Quelle der menschlichen Arbeitskraft darstellen, so liegt die Frage nahe, ob denn nicht unter den mannigfachen Körpern, die unsere Nahrung zusammensetzen, bestimmte in besonderer Beziehung zur Kraft der Muskeln stehen. Wir sehen ja bei unserer Maschine, dass jede ihrer Einrichtung nach auf ein bestimmtes Brennmaterial angewiesen ist, die eine auf Steinkohlen, die andere etwa auf Benzin, wieder eine andere auf Gas u. s. f. Bei der feinen Organisation des tierischen und menschlichen Körpers liegt die Vermutung nahe, dass auch die Muskeln auf die Verarbeitung eines bestimmten Nahrungsstoffes eingerichtet sind. Es liegt auf der Hand, welch grosse Bedeutung eine nähere Erkenntnis auf diesem Gebiet für die Frage nach der besten Ernährung, besonders der arbeitenden Klassen haben würde. Unsere Nahrung setzt sich nun aus einer grossen Zahl sehr verschiedener Nahrungsmittel zusammen, die wieder sehr verschiedenartige chemische Bestandteile, sogenannte Nahrungsstoffe enthalten können. Vom chemischen Standpunkt aus lassen sich aber die verbrennlichen Bestandteile, die hier allein für uns in Frage kommen, in drei Klassen sondern: Eiweissstoffe, Fette, Kohlehydrate. Die Eiweissstoffe haben ihren Namen von dem Weissen des Eies; damit soll aber nicht gesagt sein, dass etwa auch in ihrer äusseren Erscheinung die verschiedenen Eiweissstoffe dem Weissen des Eies ähnlich sehen. Im Gegenteil, eine grosse Zahl äusserlich ganz verschiedenartiger Körper gehören auf Grund ihres gleichartigen

chemischen Verhaltens in diese Klasse; ich nenne z. B. die Bestandteile des Fleisches, den Käsestoff in der Milch und im Käse, den Kleber in dem Mehl und den daraus bereiteten Produkten. Was Fette sind ist schon allgemeiner bekannt; Butter, Schmalz und Oel gehören hierher. Die Kohlehydrate endlich umfassen die Zuckerarten und das Stärkemehl, die ebenfalls chemisch sich sehr nahestehen. Sie werden fragen, in welcher Weise man denn feststellen kann, welche von diesen Stoffen im Muskel bei seiner Tätigkeit verbrennen. Ohne in das Detail dieser recht schwierigen Untersuchung einzugehen, möchte ich Ihnen doch wenigstens das zu Grunde liegende Prinzip mitteilen. Wenn Kohlehydrate und Fette verbrennen, so entstehen als Verbrennungsprodukte Kohlensäure und Wasser, die hauptsächlich durch die Lungen und die Haut nach aussen abgegeben werden. Wenn aber Eiweissstoffe verbrennen, so werden ausserdem auch noch andere, eben für die Eiweissverbrennung charakteristische Endprodukte gebildet, nämlich stickstoffhaltige Körper, die durch die Nieren zur Abscheidung gelangen. Wenn man nun bei einem Menschen die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure einerseits, die der ausgeschiedenen stickstoffhaltigen Endprodukte andererseits sowohl bei Ruhe als auch bei Muskeltätigkeit feststellt, so muss sich ergeben, welche von diesen Endprodukten während der Muskelarbeit in erhöhter Menge ausgeschieden, d. h. welche Nahrungsstoffe dabei verbrannt worden sind. Liebig hatte seinerzeit auf Grund der Tatsache, dass der Muskel selbst vorwiegend aus Eiweissstoffen besteht, die Anschauung vertreten, dass die Muskelarbeit auf Kosten von Eiweiss geliefert werde und nicht durch Verbrennung von Kohlehydraten und Fetten. Im Gegensatz dazu stellten nun Pettenkofer und Voit bei ihren berühmt gewordenen Stoffwechseluntersuchungen fest, dass die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure durch Muskelarbeit stark vermehrt wird — ich sagte schon, dass die Vermehrung das Vier- und Mehrfache betragen kann — dass dagegen die Menge der stickstoffhaltigen Stoffwechselendprodukte überhaupt nicht oder doch nur in sehr geringem Masse erhöht wird. Daraus musste also der Schluss gezogen werden, dass gerade Fette und Kohlehydrate die Quelle der Muskelkraft sind, dass dagegen die Eiweisstoffe als solche nicht in Betracht kämen. Ja, es konnte sogar scheinen, als ob das Eiweiss überhaupt ungeeignet sei, Muskelkraft zu liefern. Dass eine derartige Anschauung ebenfalls unzutreffend sein würde, zeigte Pflüger, indem er einen Hund lange Zeit ausschliesslich mit einem Fleisch ernährte, welches sehr arm an Kohlehydraten und Fetten war. Obwohl das Tier also in seiner Nahrung so gut wie nur Eiweiss erhielt, befand es sich nicht nur dauernd sehr wohl, sondern vermochte auch sehr grosse Arbeitsleistungen durch stundenlanges Ziehen eines schweren Wagens zu vollbringen. In diesem Falle konnte also die Arbeit nur durch Verbrennung von Eiweiss geleistet sein. Es ergibt sich also, dass unsere vorhin aufgestellte Vermutung, die Muskeln wären auf einen bestimmten Nahrungsstoff als Kraftquelle angewiesen, nicht zutreffend ist: sowohl Eiweiss wie Fett und Kohlehydrate können hier in Frage kommen. Welcher von diesen Stoffen nun tatsächlich im gegebenen Fall verwandt wird, das hängt davon

ab, in welchem Mischungsverhältnis sie in der Nahrung geliefert werden. Der Mensch vermag sich nicht, wie der Hund, ausschliesslich von Fleisch zu ernähren; in seiner Nahrung sind unter gewöhnlichen Verhältnissen neben Eiweiss stets auch Kohlehydrate und Fette vorhanden; ja sogar der bei weitem grössere Teil der mit der Nahrung eingeführten Kraft wird in Form von Kohlehydraten und Fetten aufgenommen. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass für die menschliche Arbeitskraft als Quelle hauptsächlich Kohlehydrate und Fette in Betracht kommen. Dieses Resultat ist von grosser Bedeutung. Es besteht in weiten Kreisen eine übertriebene Vorstellung von dem Wert der eiweisshaltigen Nahrungsmittel, Fleisch, Milch, Eier für die Ernährung. Gewiss sind die Eiweisskörper wichtige, ja sogar unentbehrliche Bestandteile unserer Nahrung, aber daneben darf der Wert der Kohlehydrate und besonders der Fette als Kraftlieferer keineswegs übersehen werden. In der Nahrung unserer arbeitenden Klassen sind die Kohlehydrate in Form von Kartoffeln und Brot meist schon verhältnismässig reichlich vorhanden, dagegen erscheint ein stärkeres Heranziehen des Fettes als Nahrungsstoff meist sehr wünschenswert. Die Herstellung guter und doch billiger Speisefette ist daher für die Volksernährung von ausserordentlicher Wichtigkeit. — Ich möchte Sie in diesem Zusammenhange an eine Stelle in Freytags „Soll und Haben“ erinnern, die mir in dieser Beziehung immer besonders interessant gewesen ist. Sie erinnern sich der Figur des Aufladers Sturm, der als Mann von gewaltigen Körperkräften geschildert wird. Als der Held des Romans einmal mit Sturm über seine Arbeit redet, spielt sich eine Scene ab, die ich Ihnen in den eigenen Worten Freytags wiedergeben will: „Der Riese streckte den Arm aus und holte ein kleines Glas von dem Gestell, füllte es zur Hälfte mit feinem Baumöl, zur andern Hälfte mit Bier, tat eine Menge Zucker in die Mischung und trank zu Antons Schrecken die widerwärtige Flüssigkeit aus. „„Das macht stark,““ sagte er „„es ist ein Geheimnis unserer Zunft, es erhält die Kraft und macht solche Arme,““ er legte stolz seinen Arm auf den Tisch und versuchte, ihn mit seiner Hand vergebens zu umspannen.“ Wenn Sturm hier sagt: „Das macht solche Arme“, so müssen wir ihm allerdings Unrecht geben. Denn um muskelkräftige Arme zu erzeugen, dazu bedarf es natürlich Eiweiss, da die Muskelsubstanz vorwiegend aus Eiweiss besteht, und Eiweiss enthält das eigenartige Getränk Sturms nicht. Aber Kraft für die Muskeln vermag diese Mischung zu liefern, denn sie enthält im Baumöl und Zucker Fett und Kohlehydrat, die vorwiegende Quelle der Muskelkraft.

Der Muskel wie die Maschine beziehen ihre Kraft aus der chemischen Spannkraft des von ihnen verbrauchten Heizmaterials. Dabei wird, wie ich schon sagte, die chemische Spannkraft nicht einzig und allein in mechanische Kraft umgewandelt, sondern es entsteht zugleich regelmässig Wärme. Diese Wärmeproduktion ist für den Techniker eine sehr unerwünschte Erscheinung. Denn da nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft eine bestimmte Menge chemischer Spannkraft nur eine bestimmte Menge mechanischer Kraft

und Wärme liefern kann, so wird offenbar um so weniger mechanische Kraft entstehen, je mehr Wärme gebildet wird und umgekehrt. Für die Zwecke des Technikers ist aber natürlich nur die mechanische Kraft wertvoll, die entstehende Wärme aber ganz überflüssig, wo nicht gar schädlich. Das Ideal des Technikers würde daher eine Maschine sein, die die gesamte ihr gelieferte chemische Spannkraft, also 100 % in mechanische Kraft umsetzte, ohne irgend einen Verlust in Form von Wärme. Von einer derartigen Vollkommenheit, die übrigens aus theoretischen Gründen niemals erreichbar ist, sind aber unsere Maschinen sehr weit entfernt, sie setzen nur etwa 5—6%, im besten Falle 10% der chemischen Spannkraft des Heizmaterials in mechanische Kraft um, während 90% und mehr als Wärme verloren gehen. Von 100 Zentnern Steinkohlen werden also allerhöchstens 10 wirklich zur Produktion von mechanischer Kraft verbraucht, der Rest von 90 Zentnern liefert nur Wärme. In dieser Hinsicht sind nun die Muskeln den Maschinen erheblich überlegen; denn sie nutzen 25% der chemischen Spannkraft der Nahrungsstoffe als mechanische Kraft aus und dieser Wert kann unter günstigen Verhältnissen auf 33% und gelegentlich sogar noch höher steigen. Die Muskelmaschine ist also ihrer Bestimmung, mechanische Kraft zu liefern, in einem so hohen Masse angepasst, dass sie die Leistungen der von Menschenhand erbauten Maschinen gewaltig in den Schatten stellt. Diese Erkenntnis lässt aber noch eine weitere wichtige Schlussfolgerung zu über die Art und Weise, in welcher im Muskel die chemische Spannkraft in mechanische Kraft umgesetzt wird. In unsern Maschinen erfolgt diese Umwandlung auf dem Umwege über Wärme. Die chemische Spannkraft der Steinkohlen wird ja zunächst bei ihrer Verbrennung ganz in Wärme übergeführt und erst nachher wieder ein Teil dieser Wärme in mechanische Kraft. Nun lässt sich rechnerisch auf Grund von Überlegungen, die ich hier nicht darstellen kann, nachweisen, dass eine so günstige Ausnutzung der chemischen Spannkraft, wie sie in den Muskeln tatsächlich vorkommt, ganz unmöglich wäre bei einer Maschine, die diese Umwandlung auf dem Umwege über Wärme ausführt. Die Vorgänge, die sich im Muskel bei der Umwandlung der chemischen Spannkraft in mechanische Kraft abspielen, müssen also prinzipiell von denen in unseren Maschinen verschieden sein. Die chemische Spannkraft unserer Nahrungsstoffe muss direkt ohne den Umweg über Wärme in mechanische Kraft übergeführt werden. Wie das aber geschieht, das wissen wir nicht, und trotz mehrfacher Versuche, die gemacht worden sind, in diese Vorgänge Licht zu bringen, kann man getrost behaupten, dass wir von einer Lösung dieses Rätsels, die so bedeutsam für das Verständnis der Lebensvorgänge überhaupt sein würde, leider noch weit entfernt sind.

Die Kraft, die wir mit unsern Muskeln zu leisten vermögen, kann einen sehr hohen Betrag annehmen. Wir messen die geleistete Arbeit in kgm, d. h. als Einheit betrachten wir diejenige Arbeit, bei der 1 kg 1 m hoch gehoben wird. Als Sie vorhin von der Strasse in diesen Saal hinaufstiegen, haben Sie jeder eine bestimmte Arbeit geleistet, indem Sie das Ge-

wicht Ihres Körpers durch die Tätigkeit Ihrer Muskeln von der Strasse bis zu der Höhe, in der wir uns befinden, emporhoben. Nehmen wir das mittlere Körpergewicht zu 70 kg an und setzen wir die Höhe dieses Saals über der Strasse zu 10 m, so hätte jeder hierbei eine Arbeit von $70 \times 10 = 700$ kgm geleistet. Die Arbeit eines mittleren Arbeiters im Laufe eines Tages kann man auf 300000 kgm veranschlagen. Man rechnet diesen Wert, um ihn vergleichen zu können, zweckmässig in Wärmeeinheiten oder Calorien um; denn da wir alle Kräfte in Wärme überführen können, so gibt uns auch die Wärme das beste gemeinsame Mass für die verschiedenen Erscheinungsformen der Kraft. Dabei versteht man unter einer Wärmeeinheit oder Calorie diejenige Wärmemenge, durch welche 1 kg Wasser von 0 auf 1° C erwärmt wird. Der Wert für die tägliche Leistung eines Arbeiters würde in diesem Wärmemass 700 Cal. betragen. Da aber, wie wir eben sahen, unsere Muskeln immer nur einen Teil der ihnen gelieferten chemischen Spannkraft in nutzbare Arbeit umsetzen können, im besten Falle $^1/_3$, so ist der dreifache Wert an chemischer Spannkraft erforderlich, um eine Arbeit entsprechend 700 Calorien zu liefern, also 2100 Calorien. Bei unsern am schwersten arbeitenden Klassen, bei Schmieden, Lastträgern usw. kann der Wert der für die tägliche körperliche Arbeit aufzuwendenden Kraft bis auf 3000 Calorien steigen. Bei absoluter Ruhe würde ein Mensch 1500 Calorien zur Bestreitung seiner übrigen Körperbedürfnisse notwendig haben; für die körperliche Arbeitsleistung allein kann also das Doppelte dessen an Kraft aufgewandt werden, was für den ganzen ruhenden Körper erforderlich ist. Dieser Wert stellt aber keineswegs die Grenze des überhaupt Erreichbaren dar; er wird von den beim Sport vollbrachten Höchstleistungen noch weit in den Schatten gestellt. Bei einem in Amerika gefahrenen Rennen über 2000 englische Meilen, welches wissenschaftlich überwacht wurde, fuhr der Sieger an den ersten fünf Tagen durchschnittlich pro Tag 539 km in 19 Stunden 41 Minuten. Das ist eine Arbeitsleistung von 1600000 kgm und entspricht einem Kraftaufwand von 11300 Calorien, also beinahe dem Vierfachen dessen, was ein kräftiger Arbeiter pro Tag leistet. Und diese unglaubliche Arbeit wurde $5^1/_2$ Tage hinter einander bei kaum 2—3stündigem Schlaf vollführt, 4—5 andere Teilnehmer des Rennens leisteten fast dasselbe wie der Sieger, und dabei war der körperliche Zustand der Teilnehmer am Ende der Fahrt überraschend gut. Eine ähnliche grosse Leistung wurde bei dem letzten grossen Dauermarsch von Dresden nach Berlin ausgeführt. Der Sieger legte die 202 km lange Strecke in 26 Stunden 58 Minuten zurück; der Kraftverbrauch für die hierbei geleistete Arbeit berechnet sich wie bei den Amerikanern auf 11000 Calorien pro Tag. — Es ist vielleicht von Interesse, hervorzuheben, dass diese Höchstleistungen das, was uns aus dem Altertum oder Mittelalter an körperlichen Leistungen berichtet wird, gewaltig übertreffen. Man trifft ja wohl zuweilen die Anschauung, als ob die Menschen der Vorzeit uns an Körperkräften überlegen gewesen wären, als ob die Menschheit im Laufe der Jahrhunderte mehr und mehr körperlich degeneriert sei. Das ist so wenig zutreffend, dass wahrscheinlich

das gerade Gegenteil der Fall ist. Die Ritter des Mittelalters waren keineswegs von so imponierender Körpergrösse, wie man sich an ihren Rüstungen heute noch leicht überzeugen kann, und es fehlt uns heute nicht an Menschen, die es in körperlicher Hinsicht mit ihnen oder den Helden des Altertums aufnehmen könnten. Und was noch mehr sagen will: auch die mittlere körperliche Leistungsfähigkeit der Menschen hat gegen früher eher zu- als abgenommen.

Wir haben gesehen, woher die Kraft unserer Muskeln stammt und wie sie entsteht. Aber die Arbeitskraft allein macht noch keine Arbeitsleistung. Wenn wir einen geübten Arbeiter bei seiner Arbeitsleistung beobachten oder wenn wir uns unsere eigenen täglichen Muskelbewegungen, das Stehen und Gehen, das Schlittschuhlaufen, das Tanzen — denn auch das alles sind Arbeitsleistungen — vergegenwärtigen, so fällt vor allen Dingen auf die Feinheit, mit der jede einzelne Bewegung dem Zweck des Ganzen angepasst ist, die Exaktheit, mit der das Ziel der Arbeitsleistung erreicht wird. Nichts kann mehr in die Augen fallen, als der Unterschied in der Art und Weise, in der der Geübte und der Ungeübte eine Arbeitsleistung vollführt. Denken Sie einmal daran, wie ein Gepäckträger einen Koffer trägt, und wie wir uns gegenüber dieser Aufgabe verhalten. Bei dem geübten Träger sehen wir nicht eine Bewegung, die nicht für das Tragen des Koffers erforderlich wäre, und bei den Bewegungen, die er ausführt, wendet er gerade nur so viel Kraft auf als nötig. Wie anders verhält sich der Ungeübte! Er reisst den Koffer mit einem Ruck in die Höhe, viel zu hoch, sodass der Koffer beim Zurückfallen den ganzen Menschen erschüttert, er biegt den Körper weit nach der Seite über und mit dem andern Arm macht er rudernde Bewegungen: kurz man gewinnt den Eindruck, als ob die ganze Muskulatur des Körpers in Tätigkeit wäre, wo doch die Arbeit einer sehr viel kleineren Zahl von Muskeln genügt hätte. So haftet der Arbeit des Ungeübten der Charakter des Unvollkommenen, des Unharmonischen an. Aber der Unterschied liegt nicht etwa blos in diesem Schönheitsfehler. Die Arbeit des Ungeübten ist auch viel weniger ökonomisch. Jenes Übermass der Kraftentfaltung, jene überflüssigen Bewegungen, sie verbrauchen natürlich Kraft, ganz überflüssige Kraft. In der Tat lässt sich zeigen, dass für ein und dieselbe Arbeitsleistung von dem geübten und ungeübten Arbeiter ein ganz verschiedener Kraftaufwand benötigt wird, und doch leistet der Geübte bei sparsamem Verbrauch der Kraft die Arbeit weit vollkommener als der Ungeübte trotz reichlicher Kraftvergeudung. Sie sehen nun, was es heissen sollte, wenn ich sagte: die Arbeitskraft allein macht noch nicht die Arbeitsleistung; die Kraft muss auch in der richtigen, dem Zweck des Ganzen angepassten Weise aufgewandt werden, damit jene Vollkommenheit unserer Bewegungen erreicht wird, die unsere höchste Bewunderung verdienen sollte, und die doch im gewöhnlichen Leben kaum noch als etwas Besonderes auffällt.

Bei unseren Arbeitsleistungen handelt es sich kaum je um die Tätigkeit nur eines Muskels, immer greifen mehrere zu gleicher Zeit oder in be-

stimmter Reihenfolge an, und gerade erst die Kombination der Tätigkeit verschiedener Muskeln ermöglicht die zweckmässige Ausführung einer bestimmten Arbeitsleistung. Wie kommt es nun, dass gerade bestimmte Muskeln in Tätigkeit treten, dass andere, deren Tätigkeit für den vorliegenden Zweck nicht in Betracht kommt, in Ruhe bleiben, dass jeder Muskel im richtigen Moment und mit der dem ganzen Bewegungsvorgang angepassten Kraft wirkt? Sie sehen, diese Frage setzt die andere voraus: wie kommt es überhaupt, dass ein bisher ruhender Muskel in einem bestimmten Augenblick nunmehr in den tätigen Zustand übergeht? Der Antrieb dazu wird dem Muskel von aussen zugeführt auf der Bahn eines Nerven. Die Nerven stellen strangförmige Gebilde dar, die meist ein mattweisses Aussehen haben; sie entspringen von den Central-Abschnitten unseres Nervensystems, Gehirn und Rückenmark, und verlaufen von da zu allen Teilen unseres Körpers. Man darf sich dabei nicht etwa vorstellen, wie es wohl zuweilen geschieht, dass die Nerven mikroskopische Gebilde seien,die man also mit blossem Auge nicht sehen könnte. Ganz im Gegenteil sind die Nerven des Menschen auf der bei weitem grössten Strecke ihres Verlaufs deutlich sichtbare Stränge, der Schenkelnerv erreicht etwa die Dicke eines dünnen Bleistiftes und Nerven, die so dick sind, wie eine Stricknadel, gibt es im menschlichen Körper eine ganze Zahl. Je mehr sich die Nerven allerdings in die Peripherie des Körpers erstrecken, umsomehr verteilen sie sich, und ihre letzten Ausläufer werden dann freilich so zart, dass sie nur mikroskopisch nachzuweisen sind, ja selbst unter dem Mikroskop nur mit besonderen Hilfsmitteln dargestellt werden können. Ein Teil dieser Nerven, die Sinnesnerven, verlaufen von unsern Sinnesorganen von Auge, Ohr, Nase, Zunge, sowie von der ganzen Haut unseres Körpers zum Centralnervensystem; sie übertragen die Reize, die unsere Sinnesorgane treffen, auf Rückenmark und Gehirn, wo sie als Sinnesempfindungen zu unserm Bewusstsein kommen. Ein anderer Teil der Nerven, die Bewegungsnerven, verlaufen von Gehirn und Rückenmark zu den Muskeln, sie tragen den Muskeln die Impulse zu ihrer Bewegung zu. Wenn ich wieder meinen Arm im Ellbogengelenk beuge, so spielt sich der dazu notwendige Willensakt in meinem Gehirn ab; im Anschluss daran läuft dann ein Etwas durch den Armnerven hindurch zu den Muskeln meines Arms und setzt sie in Bewegung. Dieses Etwas nennen wir den Reiz, wir wissen aber nicht, was es ist. Wir können diesen Reiz experimentell nachahmen; wenn wir auf einen freigelegten Bewegungsnerven mechanische, chemische, thermische, elektrische Einflüsse einwirken lassen, so bewegt sich der zugehörige Muskel ebenfalls. Aber es lässt sich zeigen, dass diese künstlichen Reize dem natürlichen Reiz nicht gleich sind; dieser ist etwas Besonderes, was uns seiner Natur noch so gut wie völlig unbekannt ist. — Wenn also bei einer bestimmten Arbeitsleistung eine ganze Anzahl verschiedener Muskeln — meist sind es deren viel mehr als man glaubt — ineinander greifen, so müssen zahlreiche Reize vom Nervensystem ausgehen und jeder auf der ihm zukommenden Bahn zu den verschiedenen Muskeln hingeleitet werden. Für die vollkommene Ausführung der

Bewegung wird es daher von grösster Wichtigkeit sein, dass die zugehörigen nervösen Prozesse sich in der richtigen Weise vollziehen, und so nimmt an jeder Arbeitsleistung nicht nur das Muskelsystem, sondern nicht weniger auch das Nervensystem hervorragenden Anteil. Man darf sich aber diesen Anteil des Nervensystems an dem Bewegungsvorgang nicht etwa auf den motorischen Abschnitt des Nervensystems, auf die Bewegungsnerven beschränkt denken. Gerade die sensiblen Nerven spielen bei der vollendeten Ausführung unserer Bewegungen eine wichtige Rolle. Denn von dem ersten Moment einer Bewegung an werden fortgesetzt Empfindungsreize an den bewegten Teilen ausgelöst und auf der Bahn der Gefühlsnerven dem Central-Nervensystem zugeleitet. Die Haut unserer Gliedmassen kommt mit Gegenständen in Berührung, die Kleidung verschiebt sich auf ihr, aus den Muskeln selbst, aus den Sehnen und Gelenken, ja selbst aus den Knochen strömen zahllose Reize verschiedenster Art unserm Nervensystem zu. Die Bedeutung dieser sensiblen Reize für die vollkommene Ausführung der Bewegungen wird klar in den Fällen, wo diese Gefühlsnerven gelähmt oder in Versuchen an Tieren, wo sie experimentell durchschnitten sind. Solche Menschen und Tiere können natürlich ihre Gliedmassen noch bewegen, sind ja doch die Bewegungsnerven intakt. Aber die Bewegungen, die sie ausführen, sind eigenartig ungeschickt und unvollkommen. Es fehlt ihnen eben die Kontrolle über die Ausführung der Bewegung durch die Nachrichten, die dem Gesunden andauernd auf der Bahn der Gefühlsnerven aus den bewegten Teilen zuströmen Keineswegs werden wir uns dieser Reize im einzelnen bewusst, und doch kommen wir erst mit ihrer Hülfe zu der richtigen Innervation unserer Muskeln und damit zu jener vollkommenen Ausführung der Bewegungen.

Für das Verständnis dieser Vorgänge ist nun eine Tatsache von grösster Bedeutung, nämlich die, dass wir überhaupt keine Bewegung gleich beim ersten Male, wo wir sie ausführen, in vollkommener Weise auszuführen im Stande sind. Diese Vollkommenheit erlangen wir erst durch fortgesetzte Übung. Das Kind lernt seine Gliedmassen bewegen, es lernt nach einem Gegenstande greifen, ihn vor die Augen, in den Mund führen, es muss stehen und gehen lernen, dann lernt es schlittschuhlaufen und tanzen und so fort. Alle diese zum Teil sehr komplizierten Bewegungen sind im Anfang gar nicht oder nur in sehr unvollkommener Weise ausführbar. Erst die fortgesetzte Übung bringt sie zur Vollkommenheit. Man darf aber nicht glauben, dass die Übung nur für derartig komplizierte Bewegungsvorgänge notwendig wäre, — auch die allereinfachste Bewegung führen wir beim ersten Male sehr unvollkommen aus. Man sieht es einem Menschen, der zum ersten Mal raucht, von weitem an, dass er ein Anfänger ist, und doch handelt es sich dabei nur um so einfache Bewegungen wie das Halten der Zigarre, das zum Munde führen derselben, das Einziehen und Ausstossen des Rauches. Es würde gewiss sehr schwer sein, genau zu sagen, worin sich diese Bewegungen beim Anfänger von denen des geübten Rauchers unterscheiden und doch sind die Unterschiede so augenfällig.

Was leistet nun die Übung bei dieser Vervollkommnung unserer Bewegungen? Wir haben gesehen, dass für eine bestimmte Arbeitsleistung sowohl die Muskeln wie auch das Nervensystem in Tätigkeit treten müssen, und so erstreckt sich auch die Wirkung der Übung auf beide Systeme. Durch wiederholte Arbeitsleistung wird der Muskel immer arbeitsfähiger. Er nimmt zu an Dicke, d. h. an arbeitsfähigem Material und damit an Arbeitskraft. Es ist auch das wieder ein bemerkenswerter Unterschied der Muskelmaschine von unsern künstlichen Maschinen, die bekanntlich vom ersten Moment ihrer Arbeitsleistung an sich abnutzen. Worauf diese Vervollkommnung des Muskels durch vielfältige Arbeitsleistung beruht, ist nur schwer zu sagen, obwohl die Tatsache so allgemein bekannt ist. Ganz ebenso wird ein Muskel, der längere Zeit nicht gearbeitet hat, arbeitsunfähig und wohl jedem ist es aus der Erfahrung bekannt, wie schwer nach einem längeren Krankenlager, d. h. nach einer längeren körperlichen Untätigkeit die gewöhnlichen Bewegungen wie Stehen und Gehen uns werden. Der wohltätige Einfluss der Übung beschränkt sich dabei aber durchaus nur auf diejenigen Muskeln, die bewegt werden, nicht zugleich auf die andern, die in Ruhe bleiben. So kann es kommen, dass ein durchaus muskelkräftiger Mensch von einer Bewegung, die an sich kaum wesentliche Kraft erfordert, an die er aber nicht gewöhnt ist, stark mitgenommen wird. Die geringfügigen Bewegungen, wie sie bei chemischen Arbeiten vorkommen, z. B. das Drehen eines Hahnes an einer Bürette, können gelegentlich Menschen, die im übrigen durchaus leistungsfähig sind, nach kurzer Zeit mehrfacher Ausführung so schwer fallen, dass sie sich davon ausruhen müssen, wie ich bei unsern Studenten mehr wie einmal beobachtet habe.

Der fördernde Einfluss der Übung auf die Entwickelung unserer Muskulatur ist es auch, der die körperliche Betätigung so notwendig für die Gesundheit des ganzen Körpers macht, denn nur regelmässige Inanspruchnahme verbürgt die normale Beschaffenheit unserer Muskeln. Vielleicht könnte hier jemand, der körperlicher Betätigung nicht besonders geneigt ist, den Einwand erheben, er brauche gar keine besonders kräftigen Muskeln, sein Beruf erfordere nur geistige Arbeit von ihm, und eine besonders entwickelte Muskulatur wäre für ihn, von dem kaum je eine körperliche Arbeit verlangt würde, ganz überflüssig. Dieser Einwand würde übersehen, dass unsere Muskeln nicht nur Arbeitsmaschinen sind. Ich habe ja vorhin hervorgehoben, dass auch in der Ruhe fortgesetzte Verbrennungsvorgänge in unsern Muskeln sich abspielen. Diese Prozesse liefern uns die für das Leben notwendige Körperwärme. Sie stellen aber überhaupt den grössten Teil der Stoffwechselvorgänge dar, die unsern Lebensvorgängen zu Grunde liegen. Ein schlecht entwickelter Muskel wird nicht nur unfähig zur Arbeitsleistung, sondern ebenso auch zu jenen Ruhevorgängen, die für das gesunde Funktionieren unseres Körpers sicher von grösster Bedeutung sind. So ist körperliche Betätigung nicht nur ein Hülfsmittel um arbeitskräftige Muskeln zu erlangen, sondern eine notwendige Forderung für einen jeden, der auf die allgemeine Gesundheit seines Körpers, auf Frische und Leistungsfähigkeit Wert legt.

Der Einfluss der Übung ist aber keineswegs auf das Muskelsystem beschränkt, sondern erstreckt sich womöglich in noch höherem Masse auf jene nervösen Vorgänge, die bei jeder Arbeitsleistung eine Rolle spielen. Wir sahen ja, dass für die vollkommene Ausführung einer Bewegung das Ineinandergreifen der einzelnen Muskeln, die an derselben beteiligt sind, von allergrösster Bedeutung ist. Wenn wir eine Bewegung zum ersten Male ausführen, so gelingt diese notwendige Kombination der Tätigkeit verschiedener Muskeln nicht; diejenigen Muskeln, die in Tätigkeit treten sollen, bleiben zurück und andere, deren Tätigkeit überflüssig oder gar schädlich für die Bewegung ist, mischen sich ein. Der Anfänger im Klavierspiel weiss sehr wohl nach dem, was ihm der Lehrer gesagt hat, wie er seinen Körper, wie er seinen Arm halten, mit welcher Kraft er die Tasten anschlagen, welche Finger er bewegen, welche Tasten er niederdrücken soll. Aber beim besten Willen, den er vielleicht darauf verwendet, gelingt ihm dies nicht in erwünschter Weise. Die Haltung seines Körpers, seines Armes bleiben fehlerhaft, der Anschlag ist zu schwach oder zu kräftig, er gebraucht nicht den richtigen Finger, ja er schlägt vielleicht sogar eine falsche Taste an. Machen wir uns klar, wie diese Fehler zu Stande kommen. Im Gehirn des Schülers ist der Wille zur richtigen Ausführung der Bewegung vorhanden, die sensiblen Eindrücke von seinen Fingern, seinem Arme her fliessen ihm in normaler Weise zu. Aber er vermag diese sensiblen Reize mit seinen willkürlichen Impulsen noch nicht in der richtigen Weise zu verarbeiten, er vermag die motorischen Reize, die zur Auslösung der Bewegungen nötig sind, noch nicht in richtiger Stärke zu produzieren und auf die richtige Nervenbahn hinzuleiten. So kommt es, dass ein Muskel sich bei der Bewegung einmal zu stark, einmal zu schwach kontrahiert, und dass sogar Muskeln an der Bewegung teilnehmen, deren Tätigkeit überflüssig oder gar schädlich ist. Mit fortschreitender Übung wird das besser. Wir sagen wohl, der Schüler übt seine Finger, — aber in Wahrheit übt er vielmehr sein Nervensystem, bis er zuletzt im Stande ist, die nervösen Impulse in richtiger Stärke und richtiger Kombination dem Muskel zuzuführen. Was dabei im Nervensystem vor sich geht, das wissen wir nicht und alle Erklärungen beschränken sich eigentlich nur auf eine Umschreibung des Tatbestandes. Wir können uns vorstellen, dass die verschiedenen Nervenbahnen, durch welche die Reize für die Bewegung hindurch geleitet werden, zunächst der Fortleitung dieser Reize einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Durch häufigere Inanspruchnahme wird dieser Widerstand immer geringer und die Fortleitung immer leichter. Man spricht in diesem Sinne davon, dass die Nervenbahn ausgeschliffen oder ausgefahren werden, ein Vergleich, der uns natürlich über die sich dabei wirklich abspielenden Vorgänge nichts sagt. Aber er trifft das Tatsächliche. Bei unserm Anfänger im Klavierspiel setzen zunächst alle Nervenbahnen der Fortleitung der Reize einen gleich grossen Widerstand entgegen und so kommt es, dass der Reiz auch einmal eine falsche Bahn einschlägt. Aber bei immer wiederholter Übung wird schliesslich die richtige

Bahn am häufigsten in Anspruch genommen, die andern sehr viel seltener, die richtige Bahn wird daher immer mehr ausgeschliffen und der Widerstand auf ihr immer geringer. Wenn jetzt die Impulse vom Gehirn ausgehen, finden sie nicht mehr auf allen Bahnen wie im Anfang den gleichen Widerstand und sie werden sozusagen von selbst die Bahn einschlagen, die am besten ausgefahren ist, d. h. die richtige. Gewiss ist diese Vorstellung vom Ausschleifen der Bahnen ein gewisses Hülfsmittel, um uns überhaupt eine Anschauung von den Veränderungen im Nervensystem bei der Übung zu geben, aber den tatsächlichen Vorgängen gegenüber bleibt sie doch ein armseliger Notbehelf. Sie zeigt uns wohl, wie es kommt, dass die Reize schliesslich die richtigen Bahnen einschlagen, aber sie lässt uns doch ratlos gegenüber der Tatsache, dass auch die zeitliche Aufeinanderfolge der Reize und die Abstufung ihrer Stärke immer besser dem beabsichtigten Endziel der Bewegung angepasst werden. Von wie grosser Bedeutung aber gerade diese Elemente der Innervation sind, liegt auf der Hand.

Aber die Wirkung der Übung auf unser Nervensystem geht noch einen Schritt und zwar einen sehr bedeutsamen weiter. Unser Anfänger im Klavierspiel kann nach genügender Übung das geübte Stück in richtiger Körperhaltung mit richtigem Anschlag und ohne Fehler spielen, aber es gelingt ihm dies zunächst doch nur dann, wenn er mit seiner ganzen Aufmerksamkeit bei der Sache ist, wenn er sich zusammennimmt, wie wir sagen. Die Veränderungen, die die Übung in seinem Nervensystem bedingt hat, genügen allein noch nicht, der Schüler muss auch durch seine Aufmerksamkeit mit dazu beihelfen, dass die Reize in zweckmässiger Folge, in angemessener Stärke und in richtiger Bahn den beteiligten Muskeln zugeleitet werden. Bei weiterer Übung wird dieser Anteil seiner Aufmerksamkeit immer geringer, und der vollendete Spieler spielt schliesslich ein ihm geläufiges Stück ohne besondere geistige Anstrengung, ja er kann vielleicht mit seinen Gedanken mit etwas ganz anderem beschäftigt sein als mit der Aufmerksamkeit auf die Bewegung seiner Finger. Diese letzte Wirkung der Übung, dass die Bewegungen sich zum Schluss sozusagen von selbst abspielen, ohne eine besondere, darauf gerichtete geistige Anstrengung unseres Bewusstseins ist eine der am schwersten begreiflichen, um nicht zu sagen: eine ganz unbegreifliche, Einrichtung unseres Nervensystems, aber von allergrösster Bedeutung für die Ökonomie unseres geistigen Lebens. Das Ergreifen eines Gegenstandes erfordert zunächst für das Kind eine mühevolle geistige Tätigkeit, es steht und geht zunächst mit geistiger Anstrengung, Schlittschuhlaufen und Tanzen sind im Anfang nur möglich, wenn unsere Aufmerksamkeit ganz bei der Ausführung der Bewegung ist, und so geht es bei jeder Bewegung, die wir lernen. Der Anfänger im Zigarrenrauchen muss darauf achten, wie er seine Zigarre handhabt, und wenn er es nicht tut, so kommt es ihm wohl vor, dass er sie fallen lässt oder wohl gar mit dem brennenden Ende in den Mund steckt. Wenn es so bliebe, dass wir alle unsere körperlichen Arbeitsleistungen nur so weit zu lernen im Stande wären, dass wir schliesslich mit unserm Bewusstsein immer dabei sein müssten, uns bliebe keine Zeit übrig,

unsern Geist mit andern Dingen zu beschäftigen. Man muss es sich klar machen, dass wir Dank dieser bewunderungswürdigen Eigenschaft unseres Nervensystems eigentlich die Mehrzahl der Bewegungen, die wir überhaupt ausführen, der Arbeitsleistungen, die wir vollbringen, unbewusst vollführen. Wir stehen und gehen ohne dabei an die Tätigkeit unserer Beine zu denken, wir erheben uns morgens aus unserm Bett und kleiden uns an und sind dabei mit unsern Gedanken ganz wo anders als bei der gerade ausgeführten Bewegung. Wir greifen nach einem Gegenstande und brauchen die Bewegung unserer Finger nicht mehr mit unserer Aufmerksamkeit zu verfolgen, — wir tanzen und können uns dabei unterhalten und so fort. Ich habe absichtlich Bewegungen aus dem täglichen Leben gewählt, weil man sich an ihnen am leichtesten davon überzeugt, wie gering der Anteil ist, den unser Bewusstsein an der Ausführung derselben hat. Aber man sieht leicht, dass ganz dasselbe für jede Bewegung, für jede Arbeitsleistung gilt. Diese wunderbare Einrichtung unseres Nervensystems gewährleistet uns die Vollkommenheit der Bewegungen beim geringsten Kraftverbrauch, ohne doch unser Bewusstsein zu belasten.

Der wesentliche Anteil, den somit unser Nervensystem an den Arbeitsleistungen unserer Muskulatur nimmt, bedingt weitere gewichtige Vorzüge der Muskelmaschine vor unsern künstlichen Maschinen. Wenn ein Arbeiter eine eingeübte Bewegung fast ohne Anteilnahme seines Bewusstseins ausführt, so verhält er sich allerdings fasst ganz wie eine künstliche Maschine. Aber wenn auch die bewusste Tätigkeit fast völlig ausgeschaltet ist, sie kann in jedem Augenblick wieder wachgerufen werden und mit Überlegung eingreifen. Tritt z. B. eine unvorhergesehene Störung im Mechanismus ein: die Maschine arbeitet ruhig weiter, das Unheil womöglich durch ihre eigene Tätigkeit vermehrend, während der Mensch mit seinem Bewusstsein und vernünftiger Überlegung in jedem Augenblicke einzugreifen vermag. Die künstliche Maschine, und mag sie so kompliziert gebaut sein, wie nur immer denkbar, ist stets nur auf bestimmte Fälle eingerichtet, die menschliche Muskelmaschine sozusagen auf alle.

Dass der Mensch die verschiedenartigsten Muskelbewegungen erlernen kann, und zwar in einem Grade, dass sie schliesslich fast unbewusst ablaufen, zeichnet ihn auch in bemerkenswerter Weise von dem Tiere aus. Das Tier bringt freilich gleich bei der Geburt eine Reihe von Bewegungen fertig mit auf die Welt; es kann sofort stehen und gehen, sein Futter suchen u. s. f. Man hört zuweilen wohl den Menschen beklagen, dass er ohne solche Mitgabe in die Welt trete, auf sich allein angewiesen, um alles erst zu lernen. Dafür hat er aber auch das hohe Vorrecht, dass seiner Ausbildungsfähigkeit kaum eine Grenze gezogen ist. Das Tier kann wohl vieles, aber es vermag wenig oder gar nichts dazu zu lernen; der Mensch kommt auf die Welt, ohne etwas zu können, aber mit der Fähigkeit, alles zu lernen.

Wir haben gesehen, eine wie bedeutsame Rolle bei jeder Arbeitsleistung auch das Nervensystem spielt. Da liegt zum Schluss wohl eine Frage nahe:

wie steht es denn mit jener Arbeit, die sich einzig und allein im Nervensystem vollzieht, mit der geistigen Arbeitskraft und geistigen Arbeitsleistung? Ich werfe diese Frage nur auf, um mein Unvermögen einzugestehen, sie zu beantworten. Wir wissen wohl, dass auch der geistigen Arbeitsleistung Stoffwechselvorgänge zu Grunde liegen, wir kennen auch den sehr beschränkten Bezirk unseres Centralnervensystems, in welchem sie sich vollziehen: die wenige Millimeter dicke graue Substanz, die die Hemisphären unseres Grosshirns überzieht. Aber schon der quantitative Nachweis dieser Stoffwechselvorgänge begegnet bisher unüberwindlichen Schwierigkeiten. Und selbst wenn es glücken sollte, wir würden nur wieder vor Rätseln stehen, von denen wir nicht nur sagen müssen: sie sind noch nicht gelöst, sondern vielmehr: sie sind unlösbar. Wie aus Stoffwechselvorgängen in unserm Gehirn, also aus materiellen Prozessen psychische Vorgänge sich entwickeln sollen, bleibt immer unbegreifbar; das Problem, wie Materie denken kann, liegt jenseits der Grenzen des Naturerkennens, und wir müssen uns bescheiden mit den berühmten Worten Du Bois-Reymonds: Ignoramus, ignorabimus, wir wissen es nicht und werden es nicht wissen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst

Jahr/Year: 1906-1907

Band/Volume: 35_1906-1907

Autor(en)/Author(s): Rosemann Rudolf

Artikel/Article: Arbeitskraft und Arbeitsleistung des Menschen. XXXIV-LI