

T

Wiener Stadt- und
Landesbibliothek

622/2A

MA 9 - SD 25 - 50 - 7611 - 39532 - 45

Neu erfundenes

Eisenbahn-System.

Dargestellt

von

Dr. Johann Seala.

Zweites Heft.

Wiener Stadt- und
Landesbibliothek

622 A

MA 9 - SD 25 - 50 - 7611 - 39532 - 45

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
PHYSICS DEPARTMENT

RESEARCH REPORT
NO. 100

BY
J. J. THOMSON

CHICAGO, ILL.
1911

MA

Neu erfundenes
Eisenbahn = System,

welches

nebst der Beseitigung aller bisher gefühlten
Mängel und Hindernisse

auch

das mystische Räthsel der Bergfahrten mit gewöhnlichen
Locomotiven in beliebigen Steigerungen bis zur mathematisch
möglichen Gränze von 1:4, sammt größerer Last, als bis
jetzt an der Ebene möglich gewesen, vollständig,
einfach und natürlich löset.

D a r g e s t e l l t

von

J o h a n n S c a l a,

Dr. der Theologie und Cooperator.

Nicht mehr der Berge Höhe,
Nicht mehr der Wägen Last
Vermag zu herrschen: stehe!
Und hemme deine Hast!

Zweites Heft.

W i e n.

Gedruckt und in Commission bei Carl Gerold.

1843.

A
622



Das wichtige Geschäft der Beschaffung der
Büchereien in bestimmten Leistungen die zur
möglichsten Erhöhung von 1:1 - kommt
nicht an der Stelle möglich gewesen, vollständig
einfach und natürlich ist.

Bestellt

Bestellt

der die Bibliothek und Bibliothek

Nicht mehr der Bibliothek
das mehr der Bibliothek
Bücher in Bibliothek: Best
die Bibliothek Best

IN. 275.526

1818

Bestand und in Kommission bei Carl Gerold

1818

Erster Theil

enthaltend

die naturforschenden Elemente.

Erster Theil

ausgegeben

die naturforschenden Elemente

Die Welt ist objectiv sowohl außer uns, als auch in uns, trotz allen Behauptungen neuerer und neuester Idealisten, wie sie immer heißen mögen, subjectiver, objectiver und absoluter; nur das an der objectiven Welt außer uns und in uns als einem Gegebenen Erkannte und in das vernünftige Selbstbewußtseyn Aufgenommene oder aus und nach dem Erkannten Geformte wird subjectiv und unser Eigenthum. Dadurch aber, daß es in uns, in der Form des Gedankens Subjectivität erlanget, hat es weder aufgehört außer uns zu bestehen, wieder für Andere erkennbar, noch ist es ein Theil unsers Ich geworden: denn sonst müßte dessen Apperceptibilität für Andere und für die ganze Zukunft verschwinden; und was dessen frühere Existenz betrifft, bevor es in unserem Gedanken vernünftig ergriffen worden, so bliebe sie völlig unerklärbar und ein großes Räthsel, da doch eine solche bis zum Momente des Innewerdens derselben im Gedanken des idealistischen Pantheisten nicht in Abrede gestellt werden kann. Noch nie hat mit solcher Hast die Philosophie den Gegensatz des Denkens und Seyns auszugleichen und aufzuhellen gesucht, wie in der neuesten Zeit, noch nie hat sie sich der vollständigsten Lösung dieses Problems so sehr gerühmt, wie in unseren Tagen. Hegel machte diesen gewaltigen Sprung, und füllte aus oder glaubte vielmehr ausgefüllt zu haben diese gewaltige Kluft, indem er hochmüthig genug den Menschen, den armen schwachen Menschen einschob zwischen Beides, durch ihn und in ihm die Vermittlung jenes Gegensatzes eingeleitet zu haben wähnend. So wäre denn mit einem Male gelüftet das Mysterium, das bis jetzt das kleinste Steinchen und das winzigste Würmchen umhüllt, das Geistiges und Leibliches, Diesseits und Jenseits, Unendliches und Endliches umgeben. Die Menschen von Sokrates

dem Weisen an waren nichts als Thoren, daß sie sich darüber den Kopf zerbrachen: sie hatten es in sich, in ihrem Gedanken, Kosmisches und Göttliches, beides in sich und durch sich und in einer Person repräsentirt. Solche Philosophie paßt allerdings für unsern ruhmstüchtigen aber nichtsthunwollenden und thatenarmen Zeitgeist. Wozu erst anstrengen sein zartes Gehirn und die schwächlichen Nerven durch geistiges Nachdenken und Arbeit, wozu erst lange speculiren, wie die Natur, wie die höhere Welt zu begreifen — wozu sich abmühen, etwas der Menschheit Nützliches zu schaffen: da ja ohnehin das eigene Bewußtseyn der Träger des Universums und dieses seine Blüthe ist? Ich will Hegel's Gelehrsamkeit nicht zu nahe treten, hier ist auch der Ort nicht dazu; allein ich glaube, daß er sammt seinem göttlich-menschlichen Bewußtseyn noch so manche Frage schuldig geblieben wäre schon für diese Welt, die wir schauen mit dem Auge und fühlen mit dem Finger — geschweige denn über jene Welt, über die uns nur Einer die vollständigsten Aufschlüsse gegeben, so viel als uns für diese Erde nöthig; er hat für die Wahrheit seines Zeugnisses genügendste Bürgschaft geliefert in seiner allseitigen Herrschaft über die Natur als Wunder. Die irdische Philosophie wird nie was zu Wege bringen, so lange sie alles mit einem Schlage zu lösen hofft; denn wer Vieles unternimmt, führt gewöhnlich gar nichts seiner Vollendung zu: weil zwei Herren zugleich zu dienen unmöglich.

Die echte Philosophie, wie sie uns Sokrates vorgebildet, ist bescheidene Neigung des Geistes, mit seinen Kräften, die ihm der Allgütige gegeben, zu forschen in den weisheitsvollen Tiefen des Gegebenen, in den großen Räumen des Vorhandenen; die Kräfte und Formen des Natürlichen, dann des Menschlichen sowohl in seiner leiblichen als geistigen Basis als des allgemein Kreatürlichen aufzufassen und zu erkennen; sich ihrer Schönheit und Zweckmäßigkeit wie auch ihres Creators und Conservators zu erfreuen, und so viel möglich wieder dieselben zum Wohle und zur Freude seiner Mitbrüder zu verwenden und nachzubilden. Der wahre Philosoph wird somit statt allem sterilen Speculiren und Ausgleichen seine Kraft Allem zuwenden, was vorhanden,

um es so viel möglich im Geiste zu ergreifen. Hat er einen besondern Endzweck im Auge, so wird er hauptsächlich diesen verfolgen, die denselben bedingenden Kräfte, Formen und Bewegungen studiren, — jedoch ohne darüber des Übrigen gänzlich zu vergessen; denn alles Wissen, sagt ein großer Mann, steht in einer unlösbaren Verbindung, und es unterstützen die Künste und Wissenschaften einander gegen- und wechselseitig. Nun aber das offene Buch, woraus des Geistes Drang nach Wissen befriediget, die reichlich sprudelnde Quelle, woraus sein Durst gelöscht werden kann, ist, wenn wir von der geoffenbarten Theologie wegsehen, als der Quelle für das Jenseits — die sichtbare Schöpfung, die organisch lebende und unorganische mit ihrem geistigen Centrum, dem Menschen. Viele Blätter sind bereits aufgeschlagen und liegen bereit für den Lernbegierigen zum Einsehen und Aneignen in gedruckten und ungedruckten — mündlichen und schriftlichen Unterweisungen. Viele dieser Blätter aber sind noch nicht aufgeschlagen und entziffert: sie warten und harren der Zukunft, um ebenfalls dem menschlichen Verständniß erschlossen zu werden.

Denn so wie der menschliche Leib materiell alle Grundformen der Erde in sich vereinigt und dadurch in dieser seiner Centralisation dieselben beherrscht, so vermag auch unser Geist alle Formen der Schöpfung in sich aufzunehmen, sie zu begreifen und so zu beherrschen, wie es auch nach dem Worte der Schrift einer seiner ursprünglichen Zwecke, eines seiner ihm angewiesenen Elemente gewesen.

Doch wir würden zu weit von unserm Wege abgehen, wenn wir in dieser Richtung lange verharren, die an der sichtbaren Schöpfung bereits gemachten oder noch zu machenden Beobachtungen besprechen und weiter fortführen wollten. Die Masse des bereits Eruirten ist so groß, und die Gegenstände so verschiedenartig, daß sie unter bestimmte Klassen und Fächer getheilt, den entsprechenden Hauptprincipien unterworfen, um sie gereiht und so zu bestimmten Wissenschaften ausgebildet werden mußten und auch ausgebildet wurden. So wie der Sternenhimmel sein Princip und seine besondere Wissenschaft, so hat solche der Stein,

die Pflanze und das Thier. Diese theilen sich wieder ab in besondere Äste und Zweige, die hierorts aufzuzählen überflüssig wäre.

Aus den Wissenschaften sind die Künste entstanden. Denn wenn ich etwas mit Fertigkeit äußerlich realisiren will zu irgend einem bestimmten Zwecke, so muß mir vorher dieser Zweck, seine Mittel und ihre Verwendbarkeit wohl bekannt oder bewußt seyn; es muß ein Wissen oder Wissenschaft vorausgehen. Durch Zufall ohne früheres Bewußtseyn des Hervorzubringenden entsteht kein Kunstwerk, eben so wenig als daß nach Epikur durch den zufälligen Zusammenstoß der Atome die schöne und herrliche Welt sich zu bilden vermochte. Je mehr in ein Kunstwerk hineingelegt worden, desto mehr zeugt es von dem größeren Wissen und tiefern Studium des Künstlers; daher je künstlicher eine Sache, desto gelehrter, desto gebildeter mußte ihr Werkmeister gewesen seyn, desto mehr mußte er gelernt, gedacht, in sich aufgenommen haben. Deshalb waren auch alle wahrhaft großen Künstler zugleich Gelehrte, welche das zu ihrem Fache Gehörige auch theoretisch tüchtig wußten und verstanden, wie es die hinterlassenen Schriften vieler sattfam darthun. Sie lernten wo nur zu lernen war: daher das Sprichwort des großen Apelles: Kein Tag ohne eine Linie! Von Domenico Zampieri ist es bekannt, daß er, weil er einer der jüngsten und schüchternsten in der Schule der Caracci gewesen, zwar von den übrigen sehr hintangesezt und beinahe gänzlich übersehen wurde; aber in dem verachteten Jünglinge loderte doch am stärksten das Feuer der Kunst und der Drang nach Wissen. Überzeugt von der hohen Wichtigkeit des Ausdruckes, der nach den verschiedenen Leidenschaften der Menschen sich verschieden gestaltet in den Gebärden und Mienen, schlich er sich täglich frühmorgens nach dem Markte, um von einem Winkel aus die Menschen in ihren Äußerungen zu beobachten und zu studieren. So wissen wir von Hannibal Caracci, dem man sonst gewöhnlich im Gegensatz zu seinem Bruder Agostino Vernachlässigung gründlicher theoretischer Studien vorzuwerfen pflegte, daß er einst zugegen gewesen, als sein Bruder Agostino die Schönheit und Vollkommenheit des Laokoon mit

Begeisterung seinen Schülern auseinandersetzte. Er schien unbewegt und theilnamlos zuzuhören, während die Übrigen vom höchsten Enthusiasmus ergriffen waren. Dieß warf ihm sein Bruder vor, ob er denn gar kein Gefühl habe für ein so kostbares Denkmal griechischer Kunst und Vollkommenheit? Allein der junge Mann sprang auf, ergriff eine Kohle und zeichnete im Augenblicke an der Wand die ganze Figur in den edelsten und fließendsten Umrissen zum Erstaunen seines Bruders und der Schüler; ein Zeichen, daß Hannibal bereits seit langem mit dem Studium altgriechischer Werke sich beschäftigt haben müsse; zugleich aber ein Beweis, daß ein großer Künstler schon auch tüchtige Vorstudien machen müsse, wenn auch unbemerkt und ungesehen, wenn er etwas Vollkommenes zu leisten Willens ist.

Was von den Künsten überhaupt gesagt worden, das gilt ebenfalls von der mechanischen, wenn sie nicht zurückbleiben und zum bloßen Handwerk herabsinken will, wenn es ihr Ernst ist mit dem Vorwärts, um das irdische Thranenthal durch ihren Beitrag erträglicher zu machen. Sie muß fortwährend forschen in der Natur, in ihren Kräften und Bewegungen, um daraus neue Nachhilfen, neue Verbesserungen, neue Formen zu abstrahiren. Was schon in unsern Präliminarien angedeutet worden, das muß nach dem bisher Gesagten seine Bestätigung finden. Die volle Bekanntschaft mit dem von der Wissenschaft *) bereits Eruirten und Aufbewahrten muß mit einer ununterbrochen fortgesetzten Beobachtung und Forschung in der Natur Hand in Hand gehen, und in derselben die Bestätigung, nähere Erläuterung und Erweiterung ihres Inhaltes suchen. Dieß lehrt uns ja auch mit wenigen Worten die Schrift, wo es heißt, daß der Herr den Adam auf die Natur aufmerksam gemacht, ihm die Thiere vorgeführt, um ihnen Namen zu geben, daß er ihm gezeigt die Pflanzenwelt seines Aufenthaltes, ihn darüber belehrend. — Dieß war auch die Ursache, warum wir den naturforschenden Theil zum ersten und integranten dieses Systems erhoben haben.

*) Die Wissenschaft lehrt auch dem Künstler die größte Ökonomie, d. h. mit den möglichst geringsten Kräften den größten Nuseffect zu erzielen.

Die Natur aber ist groß und wenigstens für unsere jetzigen groben Sinne ohne Gränzen. Der Blick erhoben nach oben, nach dem nächtlichen Firmamente, sogar bewaffnet mit der schärfsten Rohre, entdecket keine Gränzen, in weitester Ferne bildet der Lichtnebel von Millionen anderer Körper den Hintergrund. Dasselbe, wenn der Mensch seinen bewaffneten Blick gegen den Wassertropfen kehrt, geschöpft aus den Millionen Tropfen eines Meeres. Um daher nicht planlos umherzuirren in den riesigen Steppen der Schöpfung, muß der mechanische Künstler seine Blicke vorzüglich und zuvörderst jenem Theile der Natur forschend zukehren, der mit seinem Zweck, den er zu realisiren sich bemüht, die meiste Ähnlichkeit und Gleichartigkeit besitzt, wenn nicht in der Form, doch wenigstens in der Richtung seiner Kräfte und ihrer Wirksamkeit. Eine solche auffallende Ähnlichkeit aber der Locomotive an sich, so wie auch in ihrer Verwendung als lastziehende Maschine, finden wir unstreitig zwischen ihr und dem Pferde, ja auch selbst in gewisser Hinsicht, was die mechanischen Bewegungen anbetrifft, mit dem Gange des Menschen selbst.

Bevor wir uns jedoch in eine nähere Vergleichung, wie sie eben angedeutet wurde, und die daraus resultirende Naturforschung einlassen können, müssen wir uns mit dem Mechanismus des Menschen und des Pferdes, wie ihn die Anatomie zergliedernd lehrt, vorher etwas mehr vertraut zu machen suchen, um die Wirkungen desselben desto tiefer zu ergreifen, und die Ähnlichkeitspunkte zwischen diesem und jenem der Locomotiv-Maschine desto klarer einsehen zu lernen.

Die Anatomie, als der allgemeine Ausdruck für die Zergliederungskunst der Organismen, zerfällt wie bekannt in die Anthropotomie als Zergliederungskunde des Menschen und in die Zootomie und in specie Hippotomie als Zergliederungskunst des Pferdes. Doch wir brauchen für unseren Zweck nicht die ganze Lehre hier des Breiten zu verfolgen, es genüget, nur den ortsverändernden Mechanismus näher in das Auge zu fassen, als welcher dieselbe Wirksamkeit zum Zwecke hat, wie die Räder der Locomotive. Mittelft der bewegten Füße beweget sich der ganze Körper im Raume fort nach allen Richtungen über die Ebenen, Anhöhen,

Berge und Thäler; mittelst seiner Füße hemmt der Mensch und das Thier seine Bewegung, ja selbst den stärksten Lauf augenblicklich; mittelst derselben versetzen sich Beide aus der Ruhe wieder in Bewegung. Nun fragt der Beobachter zuerst: welche Structur hat dieser herrliche organische so vielseitig verwendbare ortsverändernde und Raum durchreifende Mechanismus erhalten, welche ist seine Zusammensetzung, welche ist die Ursache seiner Wirksamkeit? Structur und Composition lehrt uns die Anatomie, Ursachen der Bewegungen aber die Physiologie sowohl am Menschen wie am Thiere, am letzteren mit gewissen Variationen und Unterschieden vom ersteren.

Der menschliche Organismus besteht theils aus festen, theils aus flüssigen Theilen. Unter den ersten sind die härtesten und solidesten die Knochen, welche zugleich die Basis bilden und das Gerüst des Ganzen, sie sind Träger der übrigen Functionen und Formen. Wenn man das Skelett, als das künstlich zusammengesetzte Ganze von Knochen übersieht, so findet man bei seiner Einfachheit zugleich eine so große Weisheit und Künstlichkeit, daß man auch da wieder ausrufen muß mit der Schrift: O Herr wie wunderbar sind deine Werke! wahrlich wunderbar selbst das, was Er aus Staub hervorgerufen zum Daseyn. Jedoch alle Knochen des ganzen Gerüsts sind für uns nicht von gleicher Wichtigkeit: unser höchstes Interesse nehmen die sogenannten untern Extremitäten in Anspruch.

Der mittlere und zugleich festeste Theil des Menschen, weil in ihm der Schwerpunkt des ganzen Körpers ruht, ist das Becken, welches aus mehreren Knochen sehr künstlich zusammengesetzt erscheint. Die merkwürdigsten und größten darunter sind die beiden ungenannten Knochen, welche zu beiden Seiten des Beckens sich befinden, und in welche der ortsverändernde Mechanismus der untern Extremitäten eingreift. Der obere erhabene Theil eines jeden heißt das Hüftbein, der untere durchbrochene und oval gewölbte das Sitzbein; an den äußeren Flächen gegen die Sitzbeine zu haben beide ungenannte Knochen Concavitäten oder Höhlungen, die man auch Pfannen nennt, und in welchen die

runden Köpfe der Schenkelbeine zu beiden Seiten wie die Achsen in den Nädern sich drehend hin und her bewegen.

Die untern Extremitäten, welche den eigentlichen bewegenden Mechanismus bilden, und gewöhnlich Füße genannt werden, bestehen ihren Grundknochen zufolge aus drei Haupttheilen: aus den obern Schenkelknochen — den untern Schenkelknochen oder dem sogenannten Schien- und Wadenbeine, endlich aus dem eigentlichen Fuße als Regulator der Bewegungen. Der Oberschenkelknochen hat oben einen kugelförmigen Kopf, der in die Pfanne des ungenannten Beines beweglich eingreift, an der andern Seite aber zwei rauhe Auswüchse, den großen und kleinen Trochanter zur Befestigung der Sehnen und Muskeln; am untern Ende gegen das Knie sind zwei Gelenkhügel zu beiden Seiten, die sich wieder in zwei Gelenkhöhlen des oberen Theiles des Unterschenkelbeines beweglich einsenken, und das sogenannte Knie bilden, das vorne noch durch die bewegliche Kniescheibe geschützt ist. Der Unterschenkel besteht eigentlich aus zwei Beinen: einem vorderen, dem Schienbeine, und einem hintern und kleineren, dem Wadenbeine, das ebenfalls oben und unten einfach gelenkig ist; unten am Fuße bildet das Wadenbein mit seinem einfachen Gelenkhügel den äußeren Knöchel, das Schienbein aber den inneren.

Schienbein und Wadenbein aber stützen sich mit ihren untern Gelenken beweglich an die Knochen des eigentlichen Fußes. Dieser ist aus mehreren einzelnen Knochen sehr weise zusammengesetzt. Rückwärts die Basis der Ferse ist das sogenannte Fersenbein; darauf lehnet sich das mit seinen Gelenken sowohl den äußeren als inneren Knöchel bildende Sprungbein. Dieses ist das zweite Bein des Fußes, welches mit seinem obern kugelförmigen Aufsätze dem Gelenke des Schienbeines zur Stütze dienet, hierdurch den innern Knöchel bildend, das andere Gelenke formirt mit dem des Wadenbeines den äußeren Knöchel; weiter vorn ist das Sprungbein von dem fahnförmigen Beine begränzet, unter welchem zur besseren Stütze das Würfelbein sich befindet, das mit dem einen Fortsätze des Fersenbeines in Verbindung steht, jedoch mit einem Würfel keine besondere Ähnlichkeit hat. An

diese setzen sich fort mittelst der drei Keilbeine die fünf Mittelfuß- und dann die Zehenknochen, die uns übrigens weiter nichts angehen.

Unsere größte Aufmerksamkeit müssen wir auf den Bogen richten, der sich an der Fußsohle von der Spitze der Ferse an gegen den Mittelfuß hinwölbet, und der schon von den Griechen eben deshalb die Höhle des Fußes *κωλυτη πους* genannt wurde. Er wird durch die vier Fußknochen: Fersenbein, Sprungbein, durch das kahnförmige und Würfelbein gebildet, und wir müssen ihn hier vorläufig besonders erwähnen, weil die Beobachtung des menschlichen Ganges gerade in diesem Theile am meisten fixirt werden wird.

Die Gebeine als feste Stützen sind unter einander durch die Bänder vereinigt; diese bewirken im Allgemeinen ein Zusammenhalten der unter einander beweglichen Knochen und verhindern jedes Ausweichen derselben. Für uns sind am merkwürdigsten die Bänder des inneren und äußeren Knöchels, die sehr stark und kurz, große Festigkeit und Sicherheit der Bewegungen gestatten. Am inneren Knöchel sind die drei Bänder, die eigentlich von dem einen des Schienbeingelenkes ausgehend sich dermaßen theilen, daß das mittlere das Sprungbein, die beiden anderen jedes das Fersen- und kahnförmige Bein mit jenem Gelenke des Schienbeines einigen. Am äußeren Knöchel sind ebenso viele, die wieder die Vereinigung des Wadenbeines mit den drei genannten Fußknochen bewerkstelligen. Das Fersenbein ist rückwärts durch die größte Fläche des menschlichen Körpers, die Fläche des Achilles genannt, gehalten und regulirt.

Die eigentlichen Motoren des durch Bänder zusammengehaltenen Knochengerrüsts sind die Muskeln. Sie sind sehr zahlreich und umgeben die einzelnen Theile des Körpers nach allen Seiten; ihrer Größe und Wirksamkeit nach werden sie eingetheilt in Muskeln verschiedener (gewöhnlich vier) Ordnungen. Durch ihre Expansiv- und Contractiv-Kraft wirken sie anziehend oder ausdehnend, spannend oder abspannend; viele erstrecken sich von einem Knochen zum anderen, um sie in ihren Gelenken nach verschiedenen Seiten und Richtungen zu bewegen. So haben der

Ober- und Unterschenkel ihre Muskeln; so herrscht zwischen dem Unterschenkel und dem Fuße eine vollkommene Muskelcommunication, um den letztern auszustrecken oder zu beugen, wie z. B. der vordere und hintere Schienbein-, die Wadenbeinmuskeln, und besonders rückwärts die aus mehreren Muskeln gebildete Achilles-Sehne.

Die anatomische Construction der den Körper im Raume bewegenden Werkzeuge des Pferdes wird durch die Vergleichung mit denen des Menschen leicht ersichtlich. Der erste Anblick des Pferdes schon belehrt uns, daß ein wesentlicher Unterschied beider sich in der Zahl jener Werkzeuge vor allem heraus stelle, indem das Pferd auf vier Stützen sich lehnd den Ort verändert, wo der Mensch bloß zwei zu demselben Zwecke nöthig hat. Während daß der menschliche Körper vertikal auf den beiden Füßen ruhet, ist der des Pferdes horizontal auf vier Schenkel gestützt, auf zwei Vorder- und zwei Hinterschenkel. Die unmittelbaren Unterlagen des Körpers über den stützenden Schenkeln bilden ebenfalls feste Knochengeriüste, vorn der Brustkorb, rückwärts das Becken, deren jedes aus mehreren starken Beinen zusammengesetzt erscheinet, die theils unter sich, theils mit dem übrigen Körper, theils nach abwärts mit den Schenkeln in Verbindung stehen, die in Vorder- und Hinterschenkel unterschieden werden.

Die Vorderchenkel, als die tragenden Stützen des Brustkorbes, bestehen ebenfalls wie beim Menschen aus Knochen, Bändern und Muskeln. Die Knochen sind in jedem der beiden Schenkel senkrecht über einander und beweglich mit einander einer Säule gleich verbunden; sie dienen den Brustkasten zu stützen, ihn mit den übrigen Theilen des Körpers vor- oder rückwärts zu bewegen. An der äußeren Seite des Schulterblattes und zwar am unteren Ende desselben befindet sich eine Pfanne oder vertiefte Gelenkfläche, die zur Aufnahme des kugelförmigen Kopfes des Querbeines bestimmt ist. Sie gestattet dem Vorderchenkel mittelst dieses Spieles Bewegungen nach vor- und rückwärts. Das Querbein aber greift mit dem Kopfe in die Pfanne dermaßen ein, daß es eine Richtung und Lage von oben nach abwärts und von vorn nach rückwärts einnehmen muß. Kurz und stark greift es

mit seinem untern Ende, welches die Form eines walzenartigen Gelenkes hat, in die vertiefte Gelenkfläche des oberen Endes des Kegel ein. Der Kegel ist seiner Gestalt nach zylindrisch; er ist der längste unter den Knochen des Vordersehenfels, und geht in gerader Richtung von dem Gelenke des Querbeines bis zum Kniegelenke. Das letztere ist aus sieben Knochen zusammengesetzt, die in zwei Reihen über einander liegen, wovon die obere vier, die untere aber drei in sich fasset. Die obere Reihe stehet in beweglicher Communication mit dem Kegel, die untere mit dem Schienbeine, welches wieder wie der Kegel über, so unter dem Kniegelenke in gerader Richtung nach unten laufet, und an seinem untern Ende an das Fesselbein gelenkig sich anlehnet. Dieses Gelenke ist gleichfalls walzenförmig abgerundet, in der Mitte mit einer Erhabenheit besetzt, und wird von der vertieften Gelenkfläche des Fesselbeines aufgenommen. Das Fesselbein hat die entgegengesetzte Richtung des Querbeines, wie wir sie oben angemerkt haben, denn es gehet schief vom Schienbeingelenke an von oben nach abwärts und von rückwärts nach vorwärts. Es ist zylindrisch, und seine Länge beträgt mehr als ein Drittel des Schienbeines. Überdieß stützt sich das Schienbein mit einem Theile der walzenförmigen Gelenkfläche noch an die Sehnenbeine, und ist mit dem Fesselbein in fast horizontaler Verbindung. Darunter ist das Kronenbein mit dem Kronengelenke am obern Ende, das jedoch nur eine sehr geringe Bewegung zuläßt; endlich beschließt das Hufbein unter dem Kronenbeine die Reihe der Knochen am Vordersehenfel; es ist bereits in dem Hornschuh eingeschlossen. Das Strahlbein unterstützt rückwärts mit dem Hufbeine das über beiden etwas bewegliche Kronenbein. Diese gelenkige Verbindung des obern Kronen- mit den untern Huf- und Strahlbeine wird auch einfach nur das Hufgelenke genannt.

Die Knochen der Hinterschenkel, nachdem wir die des vordern aufgefaßt und begriffen, unterliegen keiner weiteren Schwierigkeit. Sie sind stärker als die der Vordersehenfel, und dienen theils zur Unterstützung des sogenannten Beckens, theils zur Bewegung des hinteren Theiles des Körpers. Das obere und

zugleich stärkste unter allen Körperknochen ist das Schenkelbein, welches schief von rück- nach vorwärts gerichtet ist; es bewegt sich wie der Schenkelknochen des Menschen mit seinem kugelförmigen Kopfe in der Pfanne des Beckens. Der Richtung dieses Knochens entgegengesetzt, also von vorn nach rückwärts ist die Lage der Keule, die mit dem untern Ende des Schenkelknochens mittelst eines Gelenkes zusammenhängt und hier den Namen des Kniegelenkes trägt; am untern Ende lehnt sie sich an das Kollbein des Sprunggelenkes, ist aber länger als das Schenkelbein. Das Sprunggelenk, aus sechs Beinen gebildet, die auf und neben einander liegen, macht ein sehr wichtiges, einiger Bewegung fähiges Gelenke. Endlich unter dem Sprunggelenke finden wir das hintere Schienbein, das oben und unten eine gleiche Verbindung hat, wie am Vordersehenkel, deßhalb wir uns jeder weiteren Auseinandersetzung enthalten, weil die Sache aus der obigen Beschreibung des Vordersehenkels ohnehin einleuchtend ist. Der einzige Unterschied liegt darin, daß das hintere Schienbein länger und fester, als das vordere, und von rück- nach vorwärts gerichtet ist.

Wie im menschlichen, so sind im thierischen Organismus die einzelnen Knochen durch Bänder verbunden, die Motoren aber sind die Muskeln. Ihre Größe und Stärke richtet sich nach der Größe der Verrichtungen, daher am Hintertheile und an den Hinterschenkeln die stärksten und gewaltigsten Muskeln.

Es wäre nun zwar der logischen Folgereihe der Gedanken gemäß, nöthig und erforderlich, an jene anatomischen Betrachtungen alsogleich die physiologischen anzuknüpfen, die uns die Bewegungen und insbesondere die Ortsveränderungen dieser künstlichen Mechanismen näher zur Anschauung brächten. Doch bevor wir diese Bahn weiter verfolgen, müssen wir vor allem noch einen wichtigen Einwurf zu beseitigen uns anschicken, welcher, wenn er Stich halten sollte, unsere gesammte Argumentation in Grund bohren würde. Was hat die todte Locomotiv-Maschine mit einem lebendigen Organismus, und ganz vorzüglich mit dem menschlichen zu thun? wie kommt sie mit diesen in Berührung und Vergleichung? welche Anhaltspunkte von Ähnlichkeit oder

gleichartiger Wirksamkeit können sie einander darbieten? Hartes Eisen ohne Nerv und ohne Blut ist die Substanz des Einen, durch Wärme ausgedehntes Wasser sein dynamisches Princip. Nicht auf gelenkige Schenkel und Füße ist sein Gewicht gestützt, einfache Räder sind es, an denen die todte Maschine von einem Orte zum andern sich beweget.

Der forschende Geist bleibt nie mit seinem Blicke an der bloßen Oberfläche, an der äußeren Schale haften, er senket sich tiefer hinab und dringet durch die Kruste, durch den Nebel des Phänomens, um das innere, das ideelle Nomenon zu ergreifen, den Gedanken voll Weisheit und Güte, den der Allweise hineinversenket. Die Locomotive, als die in ihre zweite Periode versetzte Dampfmaschine, hat ihrem Nomenon zufolge eine große Umwandlung erlitten, wenn auch das äußere Phänomen dem Auge nicht so wesentlich verändert erscheint. Sie ist ausgetreten aus der Reihe träger, durch andere Kräfte bewegter Maschinen, sie hat Bewegung, Bewegtes und Bewegendes in sich aufgenommen, sie ist eingetreten in die Reihe und den Rang der Automate, sie ist geworden ein lebend unorganisches Wesen, nur etwas niedriger als das Thier, doch bereits gehörig zu seinem Geschlechte. Die Locomotive hat somit wie das Thier ihre Anatomie und Physiologie, sie hat aber auch ihre Pathologie, und zwar nicht durch ihr eigenes Verschulden herbeigeführt, sondern hervorgehend aus der Beschränktheit menschlicher Machwerke, die in ihrer ersten Anlage nie so vollkommen werden, wie es waren die Werke des Herrn, so oft er sie übersah und fand: sie wären gut gemacht. Denn in was liegt im Grunde der wesentliche Unterschied des Thieres von der Pflanze und jedem leblosen Dinge? in nichts Anderem als in der Bewegung im Raume, in der willkürlichen Ortsveränderung bewirkt durch eigene innere Thätigkeit, nicht von außen, sondern durch die dem Organismus innewohnende Lebenskraft und unterstützt von der künstlich mechanischen Einrichtung der Bewegungswerkzeuge. Dasselbe aber, dieselbe Eigenschaft und Wesenheit entwickelt die Locomotive: sie beweget sich durch eigene ihr innewohnende Kraft im Raume mit ihren, jene Kraft unterstützenden, sie gleichsam aufnehmenden Bewegungswerkzeugen, den Rädern;

sie ändert selbst den Ort nach vorn- oder rückwärts; die eigene Willkür vertritt der Wille des Menschen, der ihr beliebige Bewegungen anweist nach seinem Ermessen. Hierzu kommt noch der beachtenswerthe Umstand: daß die Locomotive auch lastziehend wirkt, und so schon dem äußeren Augenscheine nach den lastziehenden Thieren, insbesondere den Pferden vollkommen ähnlich ist.

Aber was diese wenigen Betrachtungen kurz und flüchtig angedeutet, das wird ein tieferes Eingehen in die Sache noch vollständiger uns darthun. Die Locomotive ist in ihrer Wirksamkeit und selbst in ihrer Einrichtung ein vollkommenes unorganisches Thier. Im Thiere ist die Grundursache aller seiner inneren und äußeren Veränderungen, die Lebenskraft — die Ursache der Ortsbewegungen oder Locomotionen aber die Lebenskraft wirkend in Vereinigung mit der Schwere und mit beihelfenden Maschinen. Die Lebenskraft können wir zwar nicht ihrem Wesen, ihrem ideellen Gehalte nach definiren, eben so wenig als die Imponderabilien, Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus begreifbar sind. Doch es ist genug und ein Stolz des menschlichen Geistes, daß man wenigstens ihren Grund und ihre Wirksamkeit, also ihre Erscheinung im Ursprung und Leben so ziemlich zu deuten im Stande ist. Sie ist eine besondere Eigenschaft, die gewissen Materien zukommt, wenn sie unter gewissen Formen und Bedingungen zusammengetreten sind. Die Lebenskraft muß eine Materie, einen Träger derselben, worin sie verändert und unter gewisse Formen gebracht werden kann, voraus haben; und ist sie entwickelt, verlangt sie wieder Träger ihrer Wirksamkeit. Dieß bietet der thierische Organismus und die von ihm aufgenommene Materie hinreichend dar. Die Nahrungsmittel werden von dem Magen aufgenommen und zersezt, durch die eingeathmete Atmosphäre mit Sauerstoff geschwängert; sie werden zu arteriösem Blute, das nun im ganzen Organismus vertheilet, zur Erzeugung animalischer Wärme, zur Ernährung d. h. Vermehrung der Masse, zur Reproduction d. h. zum Ersatz an verbrauchtem Stoffe, endlich zur Hervorbringung von Kraft wirksam wird. Von den drei ersteren der eben genannten Wirkungen der Lebenskraft können wir unserem Zwecke zufolge

gänzlich hinwegsehen, denn in der Locomotive kann weder von animalischer Wärme noch von Nutrition und Reproduction eine Rede seyn, wohl aber fesselt die Kräftezeugung zum Behufe der körperlichen Bewegungen unsere ganze Aufmerksamkeit.

Die Lebenskraft, wenn sie bewegend im Organismus wirkt, effectuirt es, den neuesten Erklärungen zufolge, dadurch: daß ein Theil der in ihrer Sphäre befindlichen Muskelsubstanz, zufolge jeder, auch der kleinsten Bewegung, rasch sich umsetzt, aus dieser Sphäre tritt, und zu einem formlosen außerlebenskräftigen Gebilde wird, worauf er sogleich aus dem Körper in neuen Sauerstoffverbindungen austritt, und zwar entweder gasförmig als Kohlensäure, oder dunstförmig als Wasser. Daher finden wir, daß jede Anstrengung, jede Bewegung des Thieres und Menschen mit Schweiß und Ausdünstung verbunden ist, zugleich aber auch mit Ermattung. Denn der durch die Bewegung umgesetzte und in der Form einer unbelebten Verbindung ausgetretene Körpertheil ist nicht mehr da, es entsteht eine Lücke in der Kraft, und somit, wenn diese nicht augenblicklich wieder ersetzt wird, Ermattung und Ohnmacht. Nun lehret aber wirklich die Erfahrung, daß im thierischen Organismus die durch Bewegung verwendete Lebenskraft nicht so rasch und in demselben Verhältnisse zu gleicher Zeit sich ersetzt, als sie ausgetreten; es wird eine größere Zeit und Ruhe hierzu erfordert, und dieß geschieht im Schlafe, wo die Bewegungen ruhen, die Ersetzung aber an Kraft und Substanz fortwährend wirksam ist.

Ganz dasselbe findet sich in ähnlich physiologischer Wirksamkeit an der Locomotive. Sie hat ihre innern Organe, als Träger der Stoffumsetzung, Kräftezeugung und Kraftfortpflanzung. Das Wasser ist ihre Nahrung, der Kessel der Träger der Zersetzung. Die zersetzende Kraft ist die wärmende Kohle, das arteriöse Blut, bestimmt Bewegungen hervorzubringen, der Dampf, seine Träger die Röhren und Zylinder. Die Hand des Führers an den Hebel gelegt, der die Communication zwischen den Zylindern und der Dampf zuführenden Röhre erweitert oder verengt, repräsentirt den thierischen Willen zum Behufe einer größeren oder geringeren Kräftezeugung. Soll nun eine Be-

wegung erfolgen, so muß von der Dampffsubstanz als Lebenskraft etwas verwendet und dann in unkräftiger umgesetzter Form ausgeschieden werden. Dieß geschieht durch die Öffnung des Schiebventils, wo der Dampf eintritt in den Zylinder, und nachdem er den Kolben bewege, wieder austritt als unbrauchbare Substanz, und entweder in den Condensator oder durch den Rauchfang abgeleitet wird. Die verwendete Kraft muß zu neuer Bewegung wieder ersetzt seyn: dieß geschieht augenblicklich durch das wiederholte Öffnen und Schließen des Ventiles, so daß keine Ermattung, keine Ohnmacht zu befürchten, kein Schlaf zur Erholung und Ersehung nöthig wird. Und gerade in diesem bedeutenden Vortheile der Locomotive zeigt sich ihr ausgezeichnete Vorzug vor dem Thiere in dem glänzendsten Lichte. Das, was wir in unseren Präliminarien nur angedeutet, das Pferd, um desto weniger aber der Mensch, seyen vom gütigen Schöpfer zum Lastführen nicht bestimmt, sie hätten ganz andere Zwecke, das folgt aus der Betrachtung ihrer natürlichen Einrichtung nun von selbst. Die todte träge Last soll nicht ein fühlend Wesen, noch weniger ein vernünftig denkendes weiter-schaffen, sich ihm mit seinem viel edleren Antheil nicht sklavisch unterwinden — todte Last soll wieder durch todte Last überwunden werden, und zwar überwunden mit solch glänzendem Erfolge, daß sie werden muß zu Flügeln des Sturmwindes, zu Flossen des Delphins, um mit Blitzschnelle den Herrn der Erde über sein erblich Gut zu tragen. Im Organismus wird die verbrauchte Lebenskraft nicht wieder augenblicklich ersetzt, sie sinket immer tiefer und tiefer, bis zur Ermattung und zum Schlafe; die locomovirende Dampfmaschine hingegen muß ohne Unterlaß mit neuer Kraft sich laden, damit ja nicht unterbrochen werde der Flug nach fernen Gauen, wenn Bruder zum Bruder eilet, von einem Pole zum andern, vom Auf- gen Niedergang.

Wie wir eben in der physiologischen Einrichtung eine theilweis vollkommene Ähnlichkeit zwischen der Locomotive und dem Thiere entdeckten, eine solche sehen wir auch in der Bewegung und in ihrer Äußerung, der Ortsveränderung. Die Schenkel des Thieres und die Füße des Menschen sind Hebel, an die sich

das Gewicht des ganzen Körpers stützend lehnet, das Fallen nach vor- oder rückwärts wie auch nach der Seite verhindernd. Eben so lehnet sich das ganze Gewicht der Maschine an ihre Räder; mittelst der Füße werden Bewegungen nach vor- und rückwärts mit Leichtigkeit erzeugt, mit derselben Leichtigkeit erzeugen sie die Räder als continuirliche Systeme zusammengesetzter Hebel.

Ohne uns aber auf das tiefere Detail dieser Ähnlichkeitspunkte einzulassen, was dem systematischen Gange vorgreifen würde, den so viel möglich zu befolgen wir uns vorgenommen haben, glauben wir in diesen Andeutungen schon hinreichend gerechtfertiget zu haben die Zusammenstellung des menschlichen und thierischen Organismus mit der Locomotive, wie auch den Grund, warum wir zum Zwecke unserer Forschung gerade diese aus dem großen und unermesslichen Bereiche der Natur auserwählet hatten. Deshalb wollen wir nun zur näheren Verständigung und Einsicht der Ortsveränderungen menschlicher und thierischer Körper, oder wie man zu sagen pfleget, ihres Ganges schreiten.

Dem Menschen, als dem schon leiblicher Weise vollendetsten unter den irdischen Geschöpfen, sind zwei Füße zur Stütze und Bewegung seines Körpers gegeben, um, wie schon ein alter Dichter singt, aufrecht den Blick dem Himmel zuzuwenden, während das Thier den Staub zu schauen gezwungen ist. Dieß ist jedoch nur das Zeichen und der äußere Ausdruck seines geistigen Antheils, womit er nicht der Erde, sondern einem schöneren und höheren Jenseits angehöret — mit dem leiblichen Theile aber ist er Staub, irdisch und in allem an die nothwendigen Geseze dieses Planeten gebunden. Sein Körper ist schwer wie jeder andere, durch die Schwerkraft an die Erde gekettet. Er unterlieget demselben allgemeinen Geseze des Falles, daß, wenn er nicht unterstüzet wird, d. h. kein ihn aufhaltendes Hinderniß vorfindet, er dem Mittelpunkte der Erde fallend zustreben muß. Am menschlichen Körper bemerken wir, wie an jedem andern, einen aus der Anziehung Aller resultirenden Punkt, den sogenannten Schwerpunkt, der innerhalb seines Beckens, und zwar beiläufig in die Linie fällt, welche durch die Pfannen gezogen gedacht wird, in denen die

Köpfe der Oberschenkelbeine gelenkig sich bewegen. Daraus können wir nun schließen, daß der Mensch in seiner aufrechten Stellung ein vollkommenes Rad bilde. Denn im Rade fällt dessen Schwerpunkt gerade in den Mittelpunkt, durch welchen die Achse gezogen wird. Der obere Halbkreis hat dasselbe Gewicht wie der untere, und wenn es im Centro aufgehängt worden, so stehen beide wagrecht mit einander im Gleichgewichte. So auch im menschlichen Körper, und man kann sich somit die beiden Köpfe der Oberschenkelbeine in ihren Pfannen als zwei Zapfen einer Achse oder einer Welle denken, welche quer durch das Becken von einer Seite zur andern gezogen ist. Die beiden Füße sind zwei Hebel, oder wie man zu sagen pflegt, zwei Speichen dieses Rades, die aber unter einander und um die Achse beweglich sind.

Im Zustande der Ruhe, wenn der Mensch aufrecht auf seinen Füßen steht, ist der Schwerpunkt auf diesen beiden vertheilet, so daß über einem jeden die Hälfte seines Gewichtes ruhet. Die Unterstützung oder das Verhindern des Falles geschieht mittelst der über einander gebauten Knochen als Säulen, von denen die untersten, das Fersen- und Würfelbein, mit der Erde in unmittelbarer Berührung stehen, und so die Unterstützung des Schwerpunktes bis herab zur Erde vermitteln. Dieser Knochenbau ist aber so stark, daß jeder Fuß für sich die ganze Schwere zu stützen im Stande, und die Gelenkigkeit ist so groß, daß mit Leichtigkeit dies ganze Gewicht bald über den einen, bald über den andern versetzet werden kann. Die Muskeln, indem sie sich steif machen, d. h. gehörig contrahiren, verhüten das Ausgleiten der Knochen von ihren Gelenken, und erhalten das Ganze stabil in vollem Gleichgewichte. Das schwere Becken ruht nämlich in seinen Pfannen an den Köpfen der Oberschenkelbeine, und mittelst dieser am Schien- und Wadenbeine, mittelst dieser beiden aber am Sprung- und endlich durch die Vermittlung dieses am Fersen-, fahnförmigen und Würfelbeine, und mittelst dieser zulezt auf der Erde, als der allgemeinen Stütze aller über ihr befindlichen Körper. Darinnen aber ist die Weisheit und Güte des großen Schöpfers ganz vorzüglich zu preisen, daß er sogar auf die geringsten Umstände Rücksicht genommen im Baue des menschlichen

Organismus, um ja alle Beschwerden von ihm hinwegzunehmen. Unter den Knöcheln bilden die Fußbeine einen Bogen, und durch diesen wird das Gewicht zur Hälfte auf die Ferse und zur Hälfte auf den Mittelfuß an der Fußsohle vertheilt, daß der allzu große Druck des gesammten Gewichtes in der Berührung mit der rauhen harten Erde dem Fuße nicht wehe thue. Auf diese Vertheilung und Regulirung der Schwere werden wir noch öfters zurückkommen.

Will nun der Mensch aus dieser Ruhe sich in Gang setzen, so versetzt er sein ganzes Gewicht mittelst der Wirksamkeit seiner Muskeln augenblicklich in den einen seiner Füße, hebt den andern nicht stützenden in die Höhe, und beweget ihn im Raume weiter, entweder nach vor- oder rückwärts, und setzet ihn auf die Erde. Nun hebt er die über dem einen Fuß concentrirte Schwere seines Leibes etwas in die Höhe, wobei ihm die Gelenke sehr zu statten kommen, indem die einzelnen Knochen in den Gelenken etwas über die schiefen Ebenen derselben gleiten; das so gehobene Gewicht läßt er auf den vorgesezten Fuß niedersinken, wobei wieder die Gelenke gleitend wirksam sind; der so belastete Fuß äquilibrirt die ganze Schwere mit Hilfe der Muskeln und seiner Gelenke vollkommen über sich, während der andere Fuß sich hebt und weiter setzet, und so das vorige Spiel sich von neuem wiederholet.

Aus dieser Betrachtung des menschlichen Ganges ziehen wir nun folgerichtig den Schluß: daß der Körper, er mag in Ruhe oder Bewegung seyn, stets ununterbrochen oder continuirlich unterstützt seyn müsse, und zwar durch seine gewöhnlichen Stütz- und Bewegungsmittel, die Füße. Er kann wohl auch auf anderen Körperteilen sein Gewicht ruhen lassen, wie es im Sitzen, im Liegen, bei anderen gymnastischen Künsten und Übungen der Fall. Da kann er den Schwerpunkt auch durch die Hände und durch den Kopf über der Erde gestüzet erhalten, und je schneller er dieß zu bewerkstelligen vermag, ein desto größerer Künstler ist er; denn Gymnastik ist ja die Fertigkeit, schnell und geschickt den Schwerpunkt seines Leibes durch andere Körperteile zu stützen, und von einer Lage in die andere zu versetzen. Jedoch bei allen diesen Kün-

sten und Sprüngen bedarf er der Beihilfe seiner Füße, und er muß wenigstens seine Schwere so lange über ihnen zu erhalten suchen, bis er dieselbe über den anderen Körpertheilen gestützt und so dem Falle vorgebeuet hatte.

Das, was der Gang beim Menschen ist, nämlich ein continuirlich durch die Füße unterstütztes Fallen des Körpers, das ist er auch beim Thiere und insbesondere beim Pferde. Es herrschet nur der wesentliche Unterschied zwischen beiden, daß der erstere zwei, das Thier hingegen vier Stützen von seinem Schöpfer ursprünglich erhalten hat. Der Grund ist leicht begreiflich. An je mehreren Stellen und Punkten ein Körper unterstützet ist, desto größer ist seine Standfähigkeit, desto weniger bedarf es der Aufmerksamkeit, sich über diesen Stützen im Gleichgewichte zu erhalten. Nun wird aber der Mensch vom Lichte der Vernunft erleuchtet, seine Gefühle und sein leibliches Leben sind höher potenzirt, während das Thier den blinden Instinkt zum Führer hat, auf einer tieferen Stufe des empfindlichen, leiblichen Lebens sich befindet; daher erfordern seine Bewegungen, daß für ihre Sicherheit mehr von der Natur gesorget sey, als bei dem Menschen. Hierzu kommt die länglich - horizontale Form in der Lage des Stammes, während die des Menschen vertikal sich herausstellt. Im Pferde fällt der Schwerpunkt in die Mitte seines Stammes, er müßte also da unterstützt seyn, während die beiden Arme gegen den Kopf und nach rückwärts wie zwei Wagebalken bei jeder Bewegung hin- und herschwingen würden, wozu große Genauigkeit und Feinheit des Gefühles erforderlich wäre, um sich im Gleichgewichte zu erhalten. Deshalb ist sein Schwerpunkt frei, dagegen sicherer an den beiden Körperenden unterstützet, so daß es eine stabile Lage hat nach vor- und rückwärts, und so auch nach rechts und links zu beiden Seiten. Endlich tritt beim Menschen ein anderer äußerst wichtiger Umstand ein, daß er nämlich von Kindheit an eine Erziehung, d. h. vernünftige Anleitung von Seite seiner entwickelten Mitmenschen erhält, während das Thier, aller Erziehung entbehrend, dem bloßen Instinkte überlassen bleibt. Im Anfange, in der frühesten Kindheit nimmt er die sicherste Lage an, das ist die des Liegens; dann

erhebt er sich etwas von der Erde, um die sitzende Lage einzunehmen. Die Mutter erhebt ihn und stellt ihn auf die Füße vertikal, ihn haltend und stützend, daß er sich auch diese Lage angewöhne und einübe. Sind die Füße stärker geworden, so vermag er allein zu stehen, ohne Beihilfe der Mutter; aber er vermag sich noch nicht frei im Gleichgewichte zu erhalten, er muß sich an einen festen Gegenstand anklammern. Hat er auch dieses überwunden, so fängt er an auch gehend sich zu stützen, allein auch da muß das sichere Gängelband oder die Hand der Mutter ihn leiten, bis ihm die mechanischen Operationen der Muskeln und Gelenke geläufiger, sein Gefühl zarter, für richtige Lagen und fehlerhafte Richtungen seiner Schwere empfänglicher geworden. Da nun aber alles dieses beim Thiere wegfällt, deshalb ist ihm dafür gleich vom Anfange eine stabilere Lage über vier Schenkel zuge-theilt worden.

Ist das Pferd in Ruhe und aufrecht auf seinen Schenkeln, so ist sein ganzes Gewicht über denselben gleichmäßig vertheilt. Am vorderen Theile seines Körpers geschieht die Unterstüzung des Brustkastens mittelst der in die Pfannen eingesenkten Querbeine, der Regel- und Schienbeine bis zu den Hufen, welche die Erde unmittelbar berühren, und durch ihre Härte dem schmerzlichen Druck der Schwere vorbeugen. Rückwärts ruhet das Gewicht des Beckens mittelst des Schenkelbeines, der Keule, des Schienbeines wie der übrigen, endlich mittelst des Hufes gleichfalls auf der Erde. Der Gang des Pferdes aber, im Wesentlichen derselben Natur, ist auch dem äußern nach mit dem menschlichen fast völlig gleichartig; nämlich, eigentlich nur ein zweifüßiger. Denn beim Beginnen seiner Ortsveränderung erhebt das Pferd einen der Vorderchenkel um ihn weiter vorwärts zu setzen, in diesem Augenblicke aber, wo es indessen seine Schwere mit den drei übrigen Schenkeln gestüzet, erhebt es auch einen der Hinterchenkel, nicht aber den auf derselben Seite mit dem gehobenen Vorderchenkel befindlichen, sondern den diagonal entgegengesetzten, um ihn ebenfalls weiter zu setzen. In dieser Zwischenzeit aber muß es sein ganzes Gewicht mit den noch nicht gehobenen diagonalen Schenkeln unterstützen, und zugleich ihm eine

fallende Richtung nach vorwärts mittheilen; indessen haben die beiden erhobenen Schenkel den Boden erreicht, und das fallende Gewicht aufgenommen; nun erst kommt der andere Vorder- und sein diagonaler Hinterschenkel in Bewegung, um die Unterstützung vollends herzustellen, zugleich das Gewicht von neuem aufzunehmen, es hebend wieder an die beiden indessen weiter gesetzten zu senken, u. s. f. Hierbei kommt wieder dem Pferde seine Muskelkraft und die Gelenkigkeit seiner Schenkelbeine zu Hilfe. Denn indem vorn das Querbein von vorn nach rückwärts gehend an den Kegel in einem Winkel sich lehnet, und so am Hinterschenkel das Schenkelbein entgegengesetzt von rück- nach vorwärts an der Keule gelenkig anliegt, so hat das Pferd vorn und rückwärts zwei Winkelhebel, die es beliebig und leicht erweitern und verengen kann, und somit sein Gewicht heben und senken nach der Richtung, wo es im Gange seine Unterstützung durch die beiden bewegten Schenkel erhalten hat. Es wirken somit die zwei Diagonal-Schenkel des Pferdes eben so wie der eine Menschenfuß: sie tragen wechselweise mit den beiden anderen das ganze Gewicht, und lassen es wechselweise sinken auf die weiter bewegten. Im Gange können wir somit das Pferd rücksichtlich seiner Bewegungswerkzeuge vergleichen einer Last, gestützt auf zwei Räder, während daß der Mensch nur über einem beweglich erscheint. Jenes hat seinen Grund, wie wir oben sahen, in der größeren Sicherheit und besseren Standfähigkeit des vom bloßen Instincte geleiteten Thieres.

Wenn wir nun gleich die Möglichkeit und Ursächlichkeit menschlicher und thierischer Raumbewegungen aus einander gesetzt: so dürfen wir noch nicht das Feld weiterer Forschungen verlassen; tieferes Nachdenken und fortgesetztes Forschen eröffnet uns noch reichlichere Quellen wichtiger Lehren und Bemerkungen. Wir haben gesehen, daß im Gange des Menschen wie des Thieres die stützenden Organe insgesammt wechselweise Stützendes — und zwar das ganze Gewicht Stützendes und Bewegendes werden. Beim Menschen, und zwar im Beginne und während seiner Locomotion, ist es wechselweise ein Fuß, der stützt und bewegt, beim Pferde aber die diagonalen Vorder- und Hinter-

schenkel, welche stützen, und dann den Fall des gesammten gestützten Gewichtes veranlassend, dasselbe wieder stützen, d. h. bewegen. Daraus erwächst nun die goldene Regel, daß ein jeder Selbstmotor, er mag lebend beweglich oder automatisch seyn, daß er mit seinen gesammten Stützen, worauf er ruhet, zugleich auch bewegen, d. h. seine ortsverändernde Kraft auf sie ausüben müsse. Denn gesetzt der Mensch, bei welchem die Schwere über den beiden Füßen vertheilt ist, würde nur den einen willkürlich bewegen, den andern nicht, so würde er bei der angestrengtesten Bewegung desselben doch nicht weiter kommen. So das Pferd; wenn es drei oder zwei, oder auch nur einen seiner Schenkel unbewegt ließe und seiner Willkür entzöge, es würde mit dem Gewichte, das auf diesen aufruhet, nicht weiter kommen, auch dann nicht, wenn es sein Gewicht auf die anderen hinüber vertheilen würde; denn es würde sein Gang doch ein unnatürlicher, ein unvollkommener bleiben, es könnte auch nicht lange darin verharren. Dieß zeigt sich am deutlichsten, wenn z. B. in der Schlacht einer oder beide Hinterschenkel dem Pferde weggeschossen werden. Sein Becken liegt auf der Erde auf, die kein willkürlicher Motor desselben obgleich seine Stütze ist — daher vermag es sich in solchem Zustande nicht einmal weiter zu schleppen. Die Stützen eines Körpers, soll er einen vollkommenen und somit natürlichen Gang verfolgen, müssen zugleich seine Motoren seyn im Raume, und deshalb mit der bewegenden Lebenskraft in völliger Verbindung und Harmonie. Dieses wird noch augenscheinlicher werden, bis wir das Lastziehen unserer Forschung unterworfen; denn war beim Selbstmotor die Bewegung unvollkommen, wegen der hindernden Trägheit eines Theiles seiner Masse, die von ihrer entsprechenden Stütze nicht zugleich bewegt wurde, um desto unvollkommener und unmöglicher wird sie, wenn andere träge Massen, die ganz außer den Motoren sich befinden, mit bewegt, mit im Raume fortgeschafft werden sollen. Ferner leuchtet aus dem bisher Gesagten von selbst ein: daß der Stützungsact und die Ortsbewegung und zwar sowohl im Beginne, als während des Verlaufes derselben und bei ihrem Ende immer nur auf einer festen Unterlage, gewöhnlich auf der Erde und zwar in unmittelbarer Berührung mit

derselben vor sich gehen könne. Denn das Gehen ist ein continuirliches Fallen und Aufhalten der Schwere über der Erde, ein fluctuirendes Fallen und Nichtfallen des gesammten Organismus. Wo keine Unterlage, da ist ein continuirliches Suchen einer solchen, ein continuirlicher Fall, somit kein unterbrochener, mithin auch kein Gang und keine Raumveränderung. Das Ende der Bewegung oder das Stillhalten ist wieder durch die Schwere und durch die sie stützenden Beweger bedinget. Der Mensch und das Thier haben aber diese ihre Motoren in ihrer Willkür. Besonders das Pferd, um still zu halten, setzt den Schenkel nicht weiter, sondern bleibt über allen vieren an demselben Orte stehen; es erstreckt seinen Willen auf alle seine Motoren, durch welche es vorher aus der ruhenden in die bewegte Stützung war versetzt worden. Sollte die Flugkraft seines Körpers es dennoch weiter drängen, so erweitert es sein Schenkelparallelogramm für größere Standfähigkeit, und mittelst der Winkelhebel an den Vorder- und Hinterschenkeln, die wir aus dem Querbeine und dem Regel- — und rückwärts aus dem Schenkelbeine und der Keule gebildet sahen, gibt es seiner Schwere die entgegengesetzte Richtung, statt für den Fall des Ganges nach vor- und abwärts, schnellt es seinen Leib nach auf- und rückwärts, indem es den vorderen Knochenwinkel erweitert, den an den Hinterschenkeln aber nach abwärts verengt. Daraus ergibt sich nun eine andere goldene Regel, daß es nicht durchaus unmöglich sey, wie so Viele schreien und lärmen, einen Selbstmotor im größten Fluge anhalten zu lassen: er muß nur seine Motoren in Ruhe getrennt von der bewegenden Lebenskraft versehen, und der Flugkraft der Schwere eine andere entgegengesetzte Richtung, den Motoren aber größere Stabilität oder Standfähigkeit schnell zu verschaffen wissen, dann ist augenblickliches Stillhalten eine große Leichtigkeit. Es lehret ja sonst auch die Erfahrung, daß wenn man einem herabfallenden Körper einen horizontal gehenden Stoß versetzet, er seine Fallkraft plötzlich einbüße und verliere; warum nicht das Umgekehrte? wenn man der Flugkraft eines schweren Körpers einen Stoß nach vertikaler Richtung gibt, warum sollte er nicht plötzlich halten, wenn die horizontale in die vertikale der Schwere, somit in Ruhe war auf-

gelöst worden? Alle diese aus unserer bisherigen Forschung abstrahirten Gesetze werden uns im mathematischen Theile noch viel einleuchtender werden.

Nun wollen wir etwas weiter schreiten, und den Menschen wie das Thier beobachten in ihrem Gange, wenn sie sich auf horizontalen oder schiefen Ebenen befinden. Doch weil jeder sich selbst der nächste und somit seiner Beobachtung der zugänglichste, so wollen wir hauptsächlich den Menschen nur ins Auge fassen, indem dann von ihm der Schluß auf das Pferd leicht, übrigens dieses als ziehender Motor in dieser Hinsicht später etwas umfangreicher gleichfalls in den Beobachtungskreis wird gezogen werden.

Die beiden Hauptpunkte, die man sowohl in der Ruhe als im Gange des menschlichen Körpers scharf ins Auge fassen muß, sind oben die Pfannen des Beckens, unten die Knöcheln über dem Fuße. Wir haben bereits bemerkt, daß die Schwere im Zustande der Ruhe über den beiden Schenkeln gleichförmig vertheilt sey, und dieß zu dem Zwecke, daß der Mensch gehörige Standfähigkeit nach den beiden Seiten erlange. Die Standfähigkeit nach vorn und rückwärts bestimmen hingegen die Füße, und vertheilen zugleich das Gewicht auf zwei Punkte der Fußsohle, damit diese nicht zu sehr hierdurch gedrückt werde. Die Füße sind aber auch zugleich Regulatoren für den Gang über schiefe Ebenen bergauf und bergab, was uns bald näher einleuchten soll. Steht der Mensch auf einer horizontalen Ebene, und zwar so, daß seine Schenkel eine senkrechte Richtung haben auf die Berührungsfläche der Fußsohle mit der Erde, so ist das Gewicht eines jeden Schenkels über dem vom Sprungbein gebildeten Bogen dermaßen vertheilt, daß die Hälfte davon von der Ferse und die andere vom Mittelfuße, also vom Fersen- und Würfelbein getragen und gestützt wird. Daß dem so sey, lehret jeden sein eigenes Gefühl, nämlich der gleiche Druck, den die Fußsohle zu beiden Seiten des Bogens vorn und rückwärts erleidet. Allein es zeigt sich auch noch außer diesem ein sehr merkwürdiger, ja wunderbarer Umstand. Der Körper kann in dieser seiner senkrechten Stellung mit seinem ganzen Gewichte sich sowohl nach vor- als nach rückwärts neigen, bis zu einer gewissen Grenze,

ohne daß er zu fallen oder sich weiter zu bewegen, d. h. gehend sich von neuem zu unterstützen genöthiget wird. Hiermit erleidet aber zugleich auch der Druck an der Sohle eine merkwürdige Veränderung. In dem Verhältnisse, als sich der Körper von seiner vertikalen Richtung nach vorwärts zu neigen beginnt, in demselben nimmt der Druck an der Ferse ab, hingegen fängt er an der Sohle unter dem Mittelfuße an der anderen Basis des Fußbogens an, zu wachsen, und dieß gehet fort bis die Neigung zu der möglichen Grenze gelangt ist, über welche hinaus der Fall resultiren oder der Gang eingeleitet werden müßte. An dieser Neigungsgrenze bemerkt man aber zugleich, daß der Druck gänzlich von der Ferse weg und insgesammt an der Mittelfohle sich concentrirt hatte. Diese muß nun das ganze Gewicht des Körpers stützen. Das Umgekehrte ergibt sich, wenn man den Körper wieder zurückführt; da fängt der Druck an der Fersensohle wieder an zu wachsen, bis er in der vertikalen Stellung des Leibes mit dem andern gleich wird; neigt sich der Körper noch weiter rückwärts, so wird der Druck an der Mittelfußsohle noch schwächer, bis er sich an der Neigungsgrenze nach rückwärts vorn gänzlich verloren, hingegen in der Ferse concentrirt hatte. Der anatomisch-physiologische Grund dieser Erscheinung ist bald gefunden. Die ganze Last des Körpers ruhet im Knöchelgelenke auf dem Sprungbeine, und zwar von außen mittelst des Waden-, von innen mittelst des Schienbeines. Das Sprungbein aber lehnt sich wie eine zweiarmlige Wage einerseits an das Fersen-, andererseits an das kahnförmige und Würfelbein; wie nun der Körper sich vor- oder rückwärts neiget, wird bald der eine bald der andere Arm dieser Wage mehr belastet, und daher auch ein größerer Druck an einer oder der anderen Basis des Fußbogens ausgeübet. Doch diese Erscheinung führt noch zu weitern ebenso bewundernswerthen Resultaten.

Wir können uns das Verfahren, das wir eben besprochen, umgekehrt denken. Statt daß wir den Körper vor- oder rückwärts über dem Fuße sich neigen lassen, denken wir ihn in seiner vertikalen Lage unbeweglich bis zu den Knöcheln, dagegen den Fuß aus seiner horizontalen Lage beweglich wie einen Wagebalken mit

dem einen Arme nach auf- und mit dem anderen nach abwärts. Den Versuch kann man machen, indem man ein Bret wagrecht unterstützet, den Körper darüber so aufstellt, daß sein Gewicht in der horizontalen Lage des Bretes und vertikalen seiner Richtung über die Unterstützung fällt, d. h. daß die Mitte des Fußbogens mit dieser Unterstützung zusammenfällt. Steht das Bret horizontal, so wird zu beiden Seiten der Druck des Körpers gleich seyn; wird es vorwärts geneigt, neiget sich der Vorderfuß mit ihm, während die Ferse in die Höhe gehet, da mindert sich der Druck an der letzteren, während er vorne zunimmt. Dieses Neigen kann man so lange fortsetzen, bis der ganze Druck nach vorn sich vereiniget, von der Ferse aber verschwunden ist. Wie dieß eingetreten, da bemerkt man zugleich am Körper auffallende Erscheinungen: es entsteht plötzlich ein ängstliches Gefühl, als dunkle Ahnung des unvermeidlichen Falles, die Sehne, mittelst welcher der vordere Schienbeinmuskel mit dem Fuße zusammenhängt, hat ihre größte Spannung erreicht, und dieß gibt sich durch einen Schmerz an dem Fußwinkel zu erkennen, der durch das Schienbein mit dem Fuße vorn gebildet wird. Dasselbe schmerzhaftes Gefühl der Überspannung verursachen die Kreuzbänder, die Achillessehne hingegen durch ihre größte Contraction; an den Fußsohlen entsteht eine Empfindung, wie wenn man alle Augenblicke ausgleiten sollte, der Körper strebt nach dem Falle, und er wird nur mit Mühe zurückgehalten durch den Zehenapparat. Dasselbe Phänomen, wenn das Bret rückwärts geneigt wird. Da ist Zunahme des Druckes unter der Ferse; ist er endlich gänzlich hineinverpflanzt worden, so erscheint wieder dasselbe ängstliche Gefühl des Falles nach rückwärts, die Sehne am vorderen Fußwinkel hat ihre größte Contraction, die Achillessehne die größte Ausdehnung erlitten, sie geben es durch wiederholten Schmerz zu erkennen, daß die Grenze der Hebung und Senkung der Füße und des ihnen parallelen, sie stützenden Bretes erreicht sey. Messen wir diese Neigung, welche das Bret mit den Füßen einnehmen kann, so zwar, daß ein Fall des vertikal unbeweglichen Körpers noch immer nicht eintritt, so finden wir, daß sie sowohl von vorn als von rückwärts gemessen den vierten

Theil der Länge des Fußbogens von einer Basis zur andern an der Fußsohle beträgt, den Zehenapparat weggerechnet. Daraus fließt nun das merkwürdige Gesetz, daß der Mensch auf einer schiefen Ebene stehend noch immer volle Unterstützung findet, so lange nicht ihre Höhe den vierten Theil der Länge, somit ihre Neigung den Winkel von 14° nicht überschritten; es tritt da keine andere Veränderung ein, als daß die Schwere von einem Punkte zum andern fortrückt, bis sie bei dieser größtmöglichen Neigung ganz in einem Punkte nur vereinigt, bei noch größerer Neigung aber über denselben hinaus und den Fall unvermeidlich machet, wenn nicht der Mensch zu anderen Unterstützungsmitteln seine Zuflucht nimmt. Man kann sich somit die Knöcheln als einen vom Körper beschwerten Mechanismus denken, welcher mit seiner Schwere sich bald nach vor- bald nach rückwärts mittelst der Fußsohle an die Erde stützt, je nachdem die Berührungsfläche mit der Erde hinauf oder hinab bis zum Steigerungsverhältnisse von 1:4 erhoben oder gesenkt worden. Hat aber der Mensch und jeder andere Selbstimotor noch immer die volle Unterstützung seines ganzen Gewichtes über seinen stützenden Motoren, so kann er sich wie an der horizontalen fallen lassen und den Fall aufhalten, d. h. weiter bewegen.

Wenn die Neigung nur einen oder zwei Grade beträgt, so fühlt man die Versetzung des Druckes nach einer oder der anderen Seite fast gar nicht, und er erscheint wie an der horizontalen, beinahe gleich vertheilt. Wenn man nun über eine solche Neigung hinschreitet, so erfordert sie eine unmerklich größere Anstrengung, als wie der Gang über die vollkommen horizontale Fläche. Wenn aber die Neigung bedeutender wird, und zwar um wie viel mehr sie sich der Grenze von 14° zuneiget, desto fühlbarer wird der veränderte Druck und desto rapider suchet er sich an einer Basis zu concentriren; hier muß neue gewaltigere Anstrengung der Muskelkraft ins Werk treten. Im Hinaufschreiten muß die Muskelkraft den Vorderfuß andrücken, und so das auf die Ferse fallende Gewicht zurückdrängen, um das Hinüberfallen des Körpers nach vorwärts zu erleichtern — das Umgekehrte im Abwärtsgehen: da muß die Ferse in einem fort ange-

drückt werden, um das rapide Vorwärtsfallen aufzuhalten und aufzuwägen, den Fall zu erschweren, und so den Gang nach jedesmaligem Bedürfnisse zu reguliren.

Aus diesen Andeutungen und Forschungen, die jedweder an sich selbst versuchen und prüfen kann, leuchtet nun von selbst ein die große Wichtigkeit der Knöcheln und der Füße für den menschlichen Gang über horizontale und schiefe Ebenen, ohne diese Regulatoren ganz nahe an der Erde wäre es unmöglich, schiefe Ebenen im gewöhnlichen Gange zu überschreiten, deren Neigungswinkel nur den kleinsten Theil eines Grades überschreitet, und der Mensch würde ohne diesen Apparat einen geringen Kreis um den Ort seiner Geburt beschreiben können — er, dessen Gedankenflug von einem Ende des Alls zum anderen gehet, und von der Kreatur bis zu ihrem Kreator sich erhebet, er wäre beschränkter im Durchreisen der Räume als der Sperling auf seinem Dache, als das Fischlein in seinem Bache. Mittelst seiner untern Regulatoren aber kann er im gewöhnlichen Gange schon fast jede Unebenheit überwinden, ja mit geringer Nachhilfe seiner Schenkel, seines Zehenapparates und mit Hilfe der Kunst ist jede Schiefe von der Horizontalen zur Vertikalen hinauf, und von der Vertikalen zur Horizontalen wieder hinab ihm unterthan. Auf diese weiteren Bewegungsarten können wir uns jedoch nicht einlassen, um ihre mechanische Wirksamkeit zu beleuchten; wir müssen unserer Vorsage getreu bleiben, den Menschen und das Thier in ihrem gewöhnlichen natürlichen Gange zu beobachten, als mit welchem allein Ähnlichkeitspunkte zwischen ihnen und der Locomotive sich anknüpfen lassen.

Betrachten wir das Pferd in seinem Gange über schiefe Ebenen, so finden wir dasselbe, nur mit dem Unterschiede, daß der Fußregulator, der dem Menschen unmittelbar über der Erde in Berührung mit ihr, wo die Schwere am empfindlichsten wirkt, gegeben, beim Pferde aber getheilt ist; etwas hat es in den Beinen über den Hufen, den größten Theil aber am Vorder- und Hinterschenkel in den Winkeln, die vorn das Querbein mit dem Schulterblatt und dem Kegel, rückwärts das Schenkelbein mit dem Becken und der Keule bildet. Beide Winkel sind, wie

wir in der anatomischen Section gezeigt, einander entgegenge-
 setzt; vorn gehet das Querbein von vorn nach rückwärts und bil-
 det mit dem Kegel einen gegen den Kopf offenen — am Hinter-
 schenkel gehet das Schenkelbein von rück- nach vorwärts und
 machet mit der Keule einen mit der Öffnung vom Kopf wegsehen-
 den Winkel. Ist nun das Pferd schreitend über eine schiefe Ebene
 aufwärts, so strebt sein Gewicht wie beim Menschen rückwärts,
 und es muß um desto mehr die hinteren Winkel erweitern, die
 vorderen verengern, damit das Gewicht doch zum Falle nach
 vorwärts gebracht werde. Es hebet die Hufe in den Hufgelen-
 ken desto mehr, damit sein Gewicht desto tiefer jedesmal falle,
 als es an der horizontalen nöthig gewesen. Bergab das Umge-
 kehrte; da wirket es wie beim Anhalten seines Laufes. Die
 vorderen Winkel werden erweitert, die an den Hinterschenkeln ver-
 kleinert, damit das zu viel nach vorwärts strebende Gewicht zu-
 rückgeschoben, und in seiner gewöhnlichen regelmäßigen Richtung
 erhalten werde; daher bemerken wir auch in diesem Falle eine be-
 trächtliche Senkung seines Hintertheiles. Die Gelenke über den
 Hufen wirken mehr nach aufwärts, um den raschen tiefen Fall
 zu verhindern und zu kompensiren.

Es ist somit auch dem Thiere, dem vernunftlosen, vom
 gütigen Schöpfer eine Einrichtung gegeben worden, daß es in
 seinen Bewegungen im Raume durch Unebenheiten und Schiefen
 nicht aufgehalten werde, sein Mechanismus verbunden mit der
 instinkartigen Muskelkraft vermag auch diese Schwierigkeiten zu
 überwinden.

Der Herr hat uns mithin vorgearbeitet, er hat uns den
 Fingerzeig gegeben; das Geschäft der Vernunft ist es, diese
 Fingerzeige aufzugreifen, durchzudringen, anzuwenden. Nur
 eine kleine mechanische Beihilfe, ein einfacher Regulator im
 Menschen und im Thiere, und sich da, es ist vorgesorgt für alle
 möglichen Bewegungen, aufwärts und abwärts, vorwärts und
 rückwärts, für augenblicklichen Stillstand und Ruhe. Wer könnte
 es da noch bezweifeln, daß die Kunst das, vom Allweisen Vor-
 gezeichnete, an ihren Werken nachzuahmen und Ähnliches für ihre
 Selbstmotoren einzurichten, zu erstreben und in Wirksamkeit zu

segen nicht im Stande sey? Nur darf sie bei einer so kühnen und schwierigen Sache von keinem starren, hölzernen Geiste geleitet seyn; sie muß nur den Grund, den Gedanken, die Idee, die sie durch obige Naturforschung gewonnen, behalten und verfolgen, und mit ihren Mitteln, die im Bereiche ihrer Möglichkeit niedergelegt sind, auszuführen sich bemühen. Das Kopiren der äußeren Sache wäre eben so unvernünftig als unausführbar; denn etwas anderes bleibt ein Werk des Herrn, etwas anderes eine Erfindung des Menschen; etwas anderes ein organisches, ein belebtes Wesen, das Gefühl und Empfindung in jedem Theile seines Leibes, das Instinkt und wie der Mensch auch vernünftige Geistigkeit besitzt; etwas ganz anderes ein eiserner, unempfindlicher, auf Rädern daherrollender Selbstmotor, ein nervenloser Automat. Auf diesen kann nur die Idee des Noumenon einer gewissen Wirksamkeit, doch immer nur unter ganz verschiedenen Formen übertragen werden. Auf die Form kommt es übrigens nicht an, es handelt sich nur um die Sache selbst, daß sie, wie der Handwerker zu sagen pfelet, ihre Dienste leiste. Mit solchen, der Natur abgelauchten Gesetzen und Ideen müssen von neuem frische Studien vorgenommen werden, damit sie einem bestimmten, vom Menschen erstrebten Zweck und Ziele können angepaßt werden. Hierin fehlen viele, oft die genialsten Köpfe. Ein Beispiel haben wir an den Flugmaschinen. Sie sollen dem Menschen, ja sogar seiner Waare Flügel geben, daß er hoch in den Lüften, wie der Adler über seinem Horste kreise, hinauf und hinab, vor- und rückwärts, pfeilschnell wie der Vogel sich bewegen könne. In neuester Zeit hat man es in England versucht. Eine Flugmaschine, ganz in Form und Gestalt einem großen antiluvianischen Vogel gleich; zwei Flügel, die ausgespannt und zusammengelegt schnell geschwungen werden können zur Compression der Luft, ein Schweif, ausdehnbar, wie der des Vogels, den Flug zu reguliren; alles treibt eine gewaltige Dampfmaschine. Allein trotz der künstlichsten und kühnsten Einrichtung sind doch Flügel und Schweif der Maschine, und bleiben etwas ganz anderes, als die des Vogels. Es fehlen ihnen die Nerven, die Telegraphie des Instinktes, die überall hier verzweigt die

geringste Unordnung und Störung in den äußeren Einflüssen demselben hinterbringen, von ihm im Augenblicke Ordre und Richtung empfangen. Vermag das ein unempfindlicher Mechanismus? Überhaupt wenn schon das Wasser keine Balken hat, um wie viel gefährlicher das Element der Luft. Wo bleibt die Schwere, und was soll aus ihr werden, wenn ein Flügel plötzlich den Dienst versagt? Zuerst muß für die Schwere vorgesorgt werden, wenn man eine Ortsbewegung leicht und sicher ausführen will, sowohl auf der Erde, als im Wasser, um desto mehr aber in der Luft; die Schwere muß gesichert, gestützt seyn, dann erst lassen sich Apparate verbinden, welche die Bewegung erzeugen und reguliren, ohne dieses Hauptprinzip wird man nie etwas zu Wege bringen, ohne seine Beachtung ist Alles nur leere Spekulation, umsonst vergossener Schweiß, der Menschheit kein Dienst gethan. Will man auch die Luft benützen zum schnellen Communications-Mittel, und warum sollte man es nicht? Der Mensch kann ja alles ausführen auf der Erde, was nur immer möglich — so muß man vorher die Schwere versorgen, wie es das Schiff am Wasser thut; daher ist und bleibt zu Luftfahrten ein Axiom die erste und nothwendigste Bedingung — das Weitere hinzuzufügen, ist Aufgabe des Fortschrittes der Mechanik.

Die Schwere, soll sie in Ruhe bleiben oder regelmäßig bewegt werden, muß fortwährend ihre volle Unterstützung finden; und wir haben gesehen, daß dieß bei den Selbstmotoren an der horizontalen wie an der schiefen Ebene bei unmerklicher Neigung auch vollkommen geschehe, ohne daß eine Störung oder größere Anstrengung der Muskelkraft nöthig wird. Es muß somit die schiefe Ebene, wenn sie nur unmerklich gesteigert ist, sich beinahe genau so verhalten, wie die horizontale, und das volle Gewicht zu stützen vermögen, wie diese, sobald ein Körper gehend sich über sie bewegt. Wird die Neigung größer, und zwar je mehr sie dem Winkel von 14° sich nähert, eine desto größere Veränderung tritt hervor in der Richtung der Schwere an der Berührungsfläche des Körpers mit der schiefen Ebene, d. h. im Drucke; er trifft gewaltiger gewisse andere Punkte, als früher der Fall gewesen, der Körper nähert sich einer andern Richtung;

aus der gestützten sucht er in die nicht gestützte, und somit fallende überzugehen.

Was uns die organischen Selbstmotoren lehren, dasselbe beobachten wir fast an jedem leblosen Körper ohne Unterschied. Wenn man eine glatte schiefe Ebene aus einer Metallplatte bildet, um der Reibung so viel möglich vorzubeugen, und man legt Körper darauf, die in größerer Fläche sie berühren, so kann man diese Ebene steigern bis zum Viertel ihrer Länge; erst gegen diese Gränze zu fangen sie an von selbst eine geringe Bewegung zu machen, über 14° hinaus fangen sie alle an, trotz der Reibung langsam hinabzugleiten, bei noch größerer Steigung schieben sie sich mit gleicher Geschwindigkeit hinab, wie im freien Falle. Walzen- und radförmige Körper fangen schon bei sehr geringer Neigung an unruhig zu werden, oder sich selbst rollend zu bewegen. Es erklärt sich aus der früheren Beobachtung des menschlichen Ganges, wo wir angedeutet haben, daß bei einiger Neigung der größere Druck wegen der Vorrückung der Schwere von einer Basis des Fußbogens zur andern fühlbar zu werden anfängt, und daß die Muskelkraft ihn wieder zurück versetzend reguliren müsse. Dasselbe Übergewicht findet auch bei solchen walzen- und radförmigen Körpern Statt, welches aber nur einen Theil vom eigenen Gewichte Überschuß beträgt; der andere Theil bleibt unterstützt bis erst bei 14° Neigung und über sie hinaus, selbst bei Hemmung der rollenden Bewegung, das gänzliche Hinabgleiten erfolgt. Wir werden es noch einmal berühren und genauer ansehen, bis wir die Forschung über das Zurückstreben der Wagen an schiefen Ebenen werden eingeleitet haben.

Alle bisherigen, über den Gang und über die Bewegungen der organischen Selbstmotoren auf horizontalen und schiefen Ebenen angestellten Forschungen sind von höchster Wichtigkeit, und in keinem Punkte zu übersehen; denn sie geben uns höchst wesentliche Fingerzeige, für den Gang der Locomotive selbst. Näher können wir uns auf das aus dem bisher Eruirten zu Abstrahirende nicht einlassen, bevor wir nicht dasselbe unserer systematischen Partition zufolge vernünftig geprüft, und der ideellen, d. h. mathematischen Schärfe und Deduktion unterworfen haben. Doch

können wir wenigstens die volle Gleichheit der Locomotionen mittelst des Ganges und des Rollens des Rades schon hierorts einigermaßen hervorheben.

Das Rad und seine Erfindung ist in ein undurchdringliches Dunkel gehüllet. Wer war jener große Geist, der diese so einfache, und doch dabei so unentbehrliche geniale Maschine zuerst konstruirt, zuerst nutzbringend verwendet hatte? Ihm ward kein Monument errichtet, und doch sind die Worte Rad und geregeltes kultivirtes Leben von einander fast unzertrennlich. Es ist allerdings nur ein Aggregat von Hebeln, die in einem Ende zusammenlaufen und mit dem andern divergiren, eine ganz leichte und einfache Sache, und doch könnte ohne sie der Bauer und der Fürst nicht bestehen. Wenn das Rad erfunden, so muß es vom menschlichen Gange abgenommen seyn; denn sonst bieten sich in der Natur, wenigstens in der ursprünglichen, dafür wenige Anhaltspunkte dar. Der Erfinder sah nämlich ein, daß die beiden Schenkel des Menschen zwei Stützen wären, auf die er beständig fallen, die er aber immerwährend erneuern, d. h. von neuem heben und zur Unterstützung sich vorsezen müsse. Er setzte sich vielleicht aus zwei oder mehreren Ästen zuerst einen Radbogen, dann mehrere, zuletzt aus diesen ein Rad zusammen. So entstand ein Ganzes kontinuierlicher Stützen, wo kein Kopf und kein Fuß, kein oben und kein unten, sondern jeder Punkt, Kopf und Fuß zugleich in verschiedenen Zeiten. In den ältesten heiligen Urkunden des A. T. finden wir den Erfinder des Rades nicht angemerkt, obzwar Andere erwähnt werden, als Jabel der Vater der Nomaden, dessen Bruder Jubal der Erfinder der Musik, so Tubalkain der erste Mechaniker, der da war, wie es heißt Gen. 4, 22., ein Hammerführer und Schmid jedweden Werkes in Erz und Eisen. Das Rad wird zuerst genannt bei Gelegenheit des Unterganges der Egyptier im rothen Meere, Exod. 14, 25., wo es heißt: » und er (Gott) warf um die Räder ihrer Wagen, und sie stürzten in die Tiefe.« Doch Wagen und somit auch Räder sind schon viel früher im Gebrauche gewesen; die erste Erwähnung geschieht bei Gelegenheit, als Pharaon den Joseph vor dem Volke auszeichnen und ausrufen lassen

wollte als den Ersten nach der Königswürde, Gen. 41, 43, » und er ließ ihn besteigen seinen zweiten Wagen (Wagen des zweiten Ranges), und den Herold öffentlich rufen, daß « 2c. Jener Befehl zeigt uns zugleich, daß Pharaon in seinem Hofstaat viele Wagen gehabt, die dem Range nach unterschieden wurden, als königliche Wagen, Staatswagen u. dgl. Häufig werden Räder genannt in prophetischen Visionen, am meisten im Ezechiel. Dieß nöthiget uns den Schluß zu machen, daß der Gebrauch der Räder, wenigstens an Wagen, uralt, und in die entferntesten Zeiten der ersten Menschheit hinaufreiche. Die Wagen der Alten scheinen insgesammt zweirädrig und hoch gewesen zu seyn. Dieß lehrte sie ihr gesunder Sinn und natürlicher Menschenverstand, daß solche wohl die besten und leichtesten, indem sie die wenigste Zugkraft erfordern; daher im Kriege zum Verfolgen und Fliehen die geeignetesten seyen. In den griechischen Nachrichten finden sich gleichfalls Wagen und Räder, doch ihre ältesten Nachrichten sind mit den Mosaischen im Vergleiche sehr jung, und daher für unsern Zweck von geringem Belange.

Mag aber das Rad auf diese oder jene Weise früher oder später erfunden seyn, es ist genug, daß wir uns seines Besizes erfreuen. Übrigens verrichtet es zur Ortsveränderung gebraucht genau dasselbe was der Gang des Menschen und der Thiere. Der einzige Unterschied liegt darin, daß die Schenkel erst gehoben und weiter gesetzt werden müssen; im Rade reiht sich ein Schenkel an den andern kontinuierlich oder stätig an, stüzet, wenn er die Erde berühret, die auf ihn fallende Last, und nachdem er sie an den nächsten abgegeben, d. h. von neuem hat fallen lassen, macht er von rückwärts, und zwar zuerst von unten nach oben, dann wieder von oben nach unten eine rückgängige Bewegung gegen die Erde, um von neuem als Stütze zu dienen. Dieses soll übrigens im mathematischen Theile noch tiefer erfaßt, klarer und anschaulicher beleuchtet werden.

Mit den bisherigen Forschungen ist die Sache noch nicht abgethan. Wir haben erst den ersten Theil unserer Aufgabe gelöst; die Beobachtung der Geseze des Ganges organischer Selbstmotoren, wenn sie nichts als die eigene Last ihres Körpers zu

bewegen haben; wir haben zugleich die Anwendbarkeit dieser Gesetze an andere Locomotoren für ihre Räderbewegungen angedeutet. Hiermit wäre aber allen Wünschen noch nicht entsprochen, und allen Anforderungen genug gethan. Die Locomotive durchheilet den Raum nicht allein, sie soll auch Lasten mit bewegen, Menschen und Waaren mittelst an sie gespannter Wägen pfeilschnell über horizontale und schiefe Ebenen und mit Sicherheit weiter fördern. Wir müssen daher von neuem den forschenden Blick der Natur zuwenden, um auch für diesen Zweck wo möglich die nöthigen Gesetze zu erlauschen, die daraus sich ergebenden Regeln für die zweckmäßige Construction der Locomotiven aufzustellen und festzusetzen. Hierbei müssen wir uns wieder an den Menschen, hauptsächlich aber an das Pferd halten, denn dieses ist es vorzüglich, das ja seit Jahrtausenden Menschen und Waaren, große und kleine Lasten über Anhöhen und Ebenen befördert, mit größerer oder geringerer Leichtigkeit, Schnelligkeit und Sicherheit.

Unter dem Zuge des Pferdes verstehen wir seine eigene locomovirende Bewegung, und mittelst dieser auch die des mit ihm verbundenen, d. h. an dasselbe gespannten Wagens. Wir wollen vor der Hand von der unvollkommenen Bespannung, wie sie fast allgemein gebräuchlich und von der unvollkommenen Einrichtung der Wägen ganz hinwegsehen, und uns nur mit dem, was gegenwärtig die beobachtete Natur lehret, beschäftigen. Wenn zwei Dinge bewegend auf einander wirken, so heißt das Bewegende die Kraft, das Bewegte aber die Last, und weil man diese Bewegung der Wägen mittelst der Pferde gewöhnlich den Zug nennt, so wird hiebei und zwar am Pferde, als dem Bewegenden, eine Zugkraft, und am Wagen eine Zuglast zu unterscheiden seyn. Die Zuglast ist ein zu bewegendes Gewicht, das Pferd hat auch ein Gewicht; es ist somit eine doppelte Schwere von demselben zu locomoviren: die eine, die eigene ist in ihm und gestützt von seinen Motoren, den Schenkeln, die andere ist außer ihm, und außerhalb seiner Motoren. Nun müssen wir uns an das wohl erinnern, was wir oben über das von den Selbstmotoren

gestützte und zu bewegende eigene Gewicht, als naturgesetzmäßig und als naturgesetzwidrig erkannt und eruiert hatten.

Wir haben gesehen, daß die Automotoren ihr gesamtes Gewicht innerhalb der Sphäre ihrer Stützen und der sie bewegenden Lebenskraft concentrirt haben müssen. Mag der Automotor von zwei oder vier Füßen gestützet seyn, so ist ein regelmäßiges Fallen oder Gehen oder Ortsverändern unmöglich, wenn eine Stütze davon außer dem Bereiche seiner movirenden Kraft, oder wenn ein Theil seines Gewichtes außerhalb seiner movirenden Stützen fällt. Denn dann wird dieser Theil zu einer trägen, nur beständig vertikal abwärts wirkenden Masse ohne Unterstützung fallend zur Erde, somit hemmend und störend. Wir haben es an einem Beispiele gesehen, was erfolgen würde, wenn z. B. dem Pferde seine Hinterschenkel abgeschossen werden. Ja wir sehen es sogar schon bei der geringsten Störung der stützenden Motoren, wenn ein Schenkel im Sumpfe steckt, wenn er luxirt oder auf eine andere Weise aus der Sphäre der willkürlichen Lebenskraft hinausversehet wird. Nun ein solcher störender und hemmend auf den regelmäßigen Gang wirkender Umstand tritt ein, so oft das Pferd an einen Wagen gespannt worden. Eine träge Last ist jetzt mit ihm verbunden, eine träge Schwere, die kein Theil seines Körpers, die außer den stützenden Motoren liegt, und doch mit ihm und durch dasselbe in gleichem Gange weiter bewegt werden soll. Eine andere Sache ist es, wenn dem Pferde eine Last auf den Rücken gelegt worden, diese wird ein Theil seines von seiner Willkür abhängenden Gewichtes, daher weniger hemmend als im Zuge. Dieß ist auch die Ursache, warum ein Reitpferd eine größere Schnelligkeit und Beweglichkeit entwickelt, als im Zuge, wenn auch die Zuglast geringer seyn sollte, als die ihm aufgelegte Schwere.

Diese Betrachtung gibt uns denn einen wichtigen Fingerzeig, daß der Gang des lastziehenden Pferdes immer ein angestrongter, ein in seiner Unregelmäßigkeit von ihm durch seine Muskelkraft und seinen Knochen-Hebelbau zu regulirender seyn müsse. Es folget aber ferners noch, daß die größte Sorgfalt und Aufmerksamkeit eben auf die Vereinerung der Last mit dem

eigenen Gewichte des Pferdes und auf die möglichste Versehung derselben über seine stützenden Motoren zu richten sey. Diese Vereinigung der Zuglast mit dem Pferde pflegt man im gewöhnlichen Leben die Bespannung zu nennen, der Mathematiker nennt sie den Angriffspunkt der Last. Je schlechter dieser angebracht ist, desto weniger wird es ziehen, desto eher wird seine Zug- oder Muskelkraft erlahmen. Wir wollen hierorts die Art und Weise der verschiedenen Bespannungsarten nicht untersuchen, wie sie in verschiedenen Ländern gebräuchlich sind, nur das sey bemerkt, daß die gejochte Bespannung an den Hörnern des Ochsen ein denkender Kopf aus der unmittelbaren Betrachtung der Natur geschöpft haben mußte, denn der Kopf mit dem Nacken ist das Härteste und Muskellöseste an diesem Thiere; es leidet hierdurch keinen Druck, wie das Pferd an seiner Brust, das Thier kann seinen Kopf senken, und im Gange das ganze Gewicht seines Körpers beständig gegen den Angriffspunkt fallen lassen, deßhalb lehrt auch die Erfahrung, daß der Ochse tüchtiger, ausdauernder ist im Zuge als das Pferd, wenn gleich bedeutend langsamer, was jedoch durch seine massenhafte Struktur leicht zu erklären ist.

Mag jedoch die Bespannung des Pferdes was immer für eine Form und Gestalt angenommen haben, das Wesentliche daran ist eine solche Einrichtung derselben, daß das Pferd mit größt möglicher Leichtigkeit die träge, außer ihm befindliche Zuglast in sich aufnehmen, mit seinem Gewichte vereinigen und dieselbe dann regelmäßig fallen und unterstützen, d. h. damit weiter schreiten könne. Wenn das Thier im Zuge ist oder zu ziehen beginnt, so muß man sich die Sache so vorstellen, als wenn die Zuglast vermittelst Hebeln zu eigener Körperlast zuerst hinzugefüget, das Thier um ihr Gewicht schwerer gemacht werden müßte, bevor es sie von der Stelle zu bewegen im Stande sey. Denn jede, auch die geringste Zuglast sucht das Thier als träges, außer ihm befindliches Gewicht zurückzudrängen, es zurückgehen oder zurückfallen zu machen, sie nimmt ihm von dem Vorwärtsfallen des eigenen Gewichtes so viel weg, als ihr Gewicht als Zuglast selbst beträgt. Das Ziehen ist somit zu vergleichen dem Gange auf der schiefen Ebene, wenn die Neigung bereits etwas merklich zu werden be-

ginnet. Denn da haben wir gesehen, daß im Aufwärtsgehen das Gewicht vom Mittelfuße gegen die Ferse sich immer mehr und mehr ansammelt, und somit mehr rückwärts als vorwärts wirkt; da muß nun der Fuß als Regulator wirken, indem er das zurückstrebende Gewicht mittelst seiner Muskelkraft nach vorne drückt, und so regelmäßig wieder zu vertheilen sucht. Am Pferde haben wir gesehen, daß dies Geschäft größtentheils die Knochenswinkelhebel verrichten, sowohl an den Vorder- als Hinterschenkeln. Man kann sich die Sache so vorstellen und veranschaulichen, als würde durch die Zuglast mit dem Pferde gleichsam eine Wage gebildet: das Pferd ist der eine Wagebalken oder Arm, die Zuglast der andere, der Angriffspunkt der Last ist der Unterstützungspunkt der Wage. Der Arm an der Seite des Wagens wirkt mit so viel Gewicht zurück, als dessen Zuglast beträgt. Daraus ergibt sich zugleich, daß jener Arm nie mehr belastet seyn könne, als die bewegende Kraft des Pferdes beträgt, weil sonst ein Überwinden der Zugkraft durch die Zuglast, also eine rückgängige Bewegung oder Stillstand eintreten würde. Wornach aber die Zugkraft zu messen und zu schätzen sey, werden wir später sehen.

Beginnt das Pferd zu ziehen, so verrichtet es instinkartig daselbe, wie wenn es mit seinem Körper über eine Schiefe hinaufschreiten würde. Das zurückdrängende Gewicht, die Zuglast, sucht es in sich aufzunehmen, mit der eigenen zu vereinigen, und so seinen Gang zu reguliren. Es erweitert mächtig den Winkel der Schenkelkeulenbeine, um den Hintertheil nach vorn fallen zu machen, den vordern Winkel der Quer-Regelbeine verkleinert es um desto mehr, um den Fall zu erleichtern; die Muskeln der Schenkeln spannen sich desto stärker, weil ein größeres Gewicht gleichsam auf ihnen ruhet, sie bekommen mehr Straffheit, mehr Festigkeit, die Vorder- und Hinterschenkel entfernen sich mehr von einander, sein Schwerpunkt senkt sich desto tiefer, es erlanget eine größere Stabilität. Ja es gibt gute Zugpferde, die bei großer Zuglast im Anfange der Bewegung sich auf die Spitzen ihrer Hufen werfen, alle Muskeln straff anziehen, und mit dem gesammten Gewichte ihres Körpers vorwärts stürzen, was leicht möglich wird, indem sie alsbald über die Hufenspitzen hinüber-

fallen; daher finden wir aber auch, daß sie beim ersten Angriffe, besonders wenn die Last dennoch nicht überwunden worden, auf die vorderen Knie oder auf die Brust sehr häufig niederfallen, was oft während des Zuges selbst geschieht, wenn die Last auch da noch zu groß, und sie jene Operationen wiederholen müssen. In solchen Fällen können wir mit Recht behaupten, daß das Pferd mit seiner vollen Kraft, die es als größtmöglichste Zugkraft besitzet, gewirkt habe.

Ist einmal der erste Augenblick überwunden und die Last in Gang gebracht, so sinkt die Zuglast von Augenblick zu Augenblick immer mehr. Dieß zeigt sich in der geringeren Anstrengung der Muskeln, in der rascheren und leichteren Fortbewegung des Pferdes, in seiner geringern Straffheit und Standfähigkeit, die es nun einzunehmen bemühet ist. Die vorige Anstrengung wiederholt sich nur, wenn es wieder in Ruhe gekommen und von neuem zu bewegen begonnen. So auch, wenn es mit seiner Last an einer bedeutenderen schiefen Ebene angelangt, wo neue Mühe, bedeutend vergrößerte Zugkraft erforderlich, was sich später aus der Betrachtung der mangelhaften Construction unserer Wagen noch deutlicher ergeben wird.

Nach diesen in das Gebiet der lastziehenden Natur gemachten Excursionen wäre es wieder an der Zeit, einige Gesetze und goldene Regeln für unsere Locomotive, als lastziehenden Selbstmotor uns zu abstrahiren. Damit jedoch diese um desto sicherer und gewisser, damit sie uns desto einleuchtender werden, so dürste es nicht unzumuthlich seyn, uns noch vorher etwas nach dem Menschen umzusehen, und uns mit seiner leiblichen Wirksamkeit in dieser Hinsicht auch etwas zu verständigen, da doch von ihm am besten und am meisten unserem Grundsatz zufolge zu lernen ist.

Zwar sollte der Mensch im Lastziehen sich nie mit dem Thiere in gleiches Verhältniß setzen, als vernünftiger Herr mit seinem vernunftlosen Unterthan, und nie sollte er zu des letzteren Sphäre sich herabwürdigen, die innere Kraft zur mechanischen Bewegung todter Last verwenden. Doch die Bitterkeit des Lebens zwingt ihn, auch zu diesem Mittel Zuflucht zu nehmen,

unter solches Joch seine Natur zu beugen, für das nicht einmal das Thier ursprünglich geschaffen, wie wir es weiter oben aus der Betrachtung der Lebens- und Muskelkraft und ihrer langsamen Ersehung eingesehen hatten. Doch es gibt Umstände und Lagen, wo selbst das Schleppen einer Last aus gewissen Rücksichten zum Bedürfnisse des Menschen wird. Ein Beispiel liefert die Mutter mit ihrem Kinde, das sie ja mit Freuden anfänglich pflegt, stüzet und trägt, so lange es seiner Füße Herr nicht völlig noch geworden.

Und gerade dieses Beispiel soll zugleich ein Bild für unsere gegenwärtige Forschung seyn. Denken wir uns eine Mutter, die mit ihrem unmündigen Knaben über das Feld nach Hause eilet. Der im Gehen noch Ungeübte, an seine Mutter sich Ansmiegende ergreift rückwärts mit seiner Hand die Falten ihres Rockes, um von ihr Richtung und Unterstützung im Gehen zu erhalten. Da er noch ungeübt und weniger rasch sein Fuß, so bleibt er von Zeit zu Zeit zurück; es entsteht zwischen ihm und der Mutter ein größerer Zwischenraum. Dadurch spannen sich die Falten in seiner Hand, der Körper der forteilenden Mutter erhält einen Zug nach rückwärts von dem träger werdenden Gewichte ihres Kindes. Auf diesen Zug erfolgt ein Zurückversetzen eines gleichen Theiles ihres Gewichtes nach der Unterstützungsfläche an der Fußsohle der Ferse, was durch einen größeren Druck sich kund gibt, gerade so, wie es an der schiefen Ebene bergauf zu geschehen pflegt. Allein ihre Muskelkraft regulirt wieder diesen störenden Zug, und versetzt ihn immer von neuem nach der Berührungsfläche der Fußsohle unter dem Mittelfuße, ihr Gang erleidet wohl eine Störung, aber stets eine augenblickliche Ausgleichung und Erleichterung. Endlich aber ist sie angelangt am Fuße einer Anhöhe, deren Steigung schon ziemlich stark und bedeutend ist. Sie legt an den Fuß, und wie immer rückt auch da ihre Schwere nach der Ferse, sie gleicht es mit dem Fuße aus; allein das ungeübte Kind hängt sich desto fester an ihren Rock und läßt ihr den ganzen Zug seines Gewichtes empfinden. Würde ihm das Gehen geläufiger seyn, so würde es seinen Gang selbst besser zu reguliren verstehen, so aber wird es zu einer trägen hemmenden Masse; die Mutter

weicht zurück, denn dadurch ist ihre Schwere plötzlich außer ihre Fersen versetzt, sie muß sich durch das Zurückgehen vor dem eigenen Falle schützen. Was thut nun die mütterliche Liebe, soll sie ihr Kind zurücklassen? sie wird erfinderisch: sie hebt dasselbe auf, nimmt es in ihre Arme, schließt es fest an sich, und schreitet nun rüstig die Anhöhe hinan und hinab, ohne weiteres Hinderniß, ohne fernere Hemmung. Hier hat die Mutter die Zuglast, die hemmend nach rückwärts wirkte, mit ihrem eigenen Gewichte vereinigt, dieselbe über ihren Locomotoren, über ihren Füßen concentrirt, und so ein regelmäßiges Fortbewegen wieder möglich gemacht.

Denselben Kunstgriff, die hemmende Last zur gleichmäßigen Bewegung zu bringen, und sie mit ihrem Körper zugleich im Raume fortzuschaffen, bemerken wir alle Tage an lasttragenden Menschen. Sie laden die Last auf ihre Schultern oder auf ihren Rücken, bringen das Gewicht derselben mit ihrer eigenen Schwere in gleiche Richtung, gestützt von ihren Füßen, und bewegen sich mit ihr gleichförmig fort. Es ist somit dasselbe Verfahren, die Zuglast zu überwinden, wie wir es schon am Pferde bemerkt hatten, jedoch unter einer andern Form.

Der Mensch pflegt aber oft nicht bloß die Last sich aufzuladen und sie zu tragen, sondern er legt sie auch häufig an den Wagen, spannt sich gleich dem Pferde vor denselben, und entwickelt wie dieses eine Zugkraft, die Last weiter zu schaffen strebend. Da ist es nun ebenfalls sehr wichtig, die Formen, unter welchen er es bewerkstelliget, zu erforschen, und die hiebei Statt findende Gesetzmäßigkeit zu eruiren. Es ist eine und dieselbe, wie die des Pferdes im Zuge, nur unter einer andern Form wegen der Verschiedenartigkeit seines körperlichen Baues.

Der Lastzieher, sobald er seine Bewegung beginnen will, und auch während derselben, neiget sich mit seinem Oberleibe nach vorwärts, und dieß um desto mehr, je größer die Last und eine je größere Zugkraft er entwickeln muß. Die letztere hat den größtmöglichen Punkt erreicht, wenn er auch mit seinem Becken, wo der Schwerpunkt des ganzen Leibes seinen Sitz hat, über seine Füße, über die stützenden Berührungen mit der Erde sich hinüber-

geneiget. In diesem Falle hat sein ganzer Körper ein continuirliches Bestreben zu fallen, oder vielmehr zu stürzen, wie wir es am Pferde gesehen, wenn dieses, seine volle Zugkraft anwendend, sich auf die Spitzen der Hufen wirft, und mit dem gesammten Gewichte des Körpers hinüber stürzt. Daß aber der Lastzieher nicht stürzt, verhindert die Zuglast, die nach rückwärts auf sein Körpergewicht ziehend wirkt wie der andere Arm einer Wage, um den stürzenden des Körpers vor dem Falle zu bewahren. Es entsteht somit durch die Zuglast ein anderes Körpergewicht, und die Resultirende aus diesem und dem des wirklichen vorwärts gebeugten Körpers geht durch die Schenkel und Füße, welchen letzteren als Trägern des Ganzen es auf diese Art möglich wird, mittelst der Muskelkraft Körper und Zuglast regelmäßig zu locomoviren und weiter zu fördern.

Diese Beobachtung am Menschen, wie auch die vorigen am Pferde, machen uns auf einen Umstand im Lastziehen aufmerksam, den man bis jetzt ganz aus den Augen gelassen. Auch bei den Locomotiven ist er unbeachtet geblieben. Man ging bis jetzt nur von der Idee aus: die Ursache des Lastzuges sowohl im Pferde als im Menschen liege in der Muskelkraft. Je größer die Muskelkraft sey, eine desto größere Zugkraft könne ein organisches Wesen entwickeln. Etwas Wahres ist daran; denn je größer die Muskelkraft, desto intensiver, compacter, stoffreicher ist die Muskelsubstanz, und mit Zunahme der Substanz wächst auch das Gewicht des Körpers. Allein die Muskelkraft, als die Einleiterin der Bewegungen im Innern des Körpers und des Ganges, vermag nur dem Gewichte des Körpers gewisse Richtungen zu geben, die er nothwendig annehmen muß, um sein Gewicht mit dem zu bewegenden zu identificiren und zu vereinigen. Gesezt es wäre ein Thier mit der Muskelkraft eines Pferdes, hätte aber nur das Gewicht eines Hundes, so würde es nie eine größere Last weiter schaffen im Zuge, als sein Gewicht beträgt; denn die größere Zuglast würde seinen Körper, wie der mehr belastete Arm einer Wage den minder belasteten zurückschnellen. Jedermann kann es durch einen Versuch an sich erproben. Wenn man sich vertikal aufstellt, und die Füße zu-

sammenpreßt, so kann man mit der Hand nur eine kleine Last weiter schieben, ist sie größer, so wird der Körper zurückgedrängt. Man muß also entweder das Fußparallelogramm erweitern, um die Standfähigkeit zu vergrößern, oder auch etwas von seinem Gewichte hinüberneigen, es mit der Hand zugleich auf den zu schiebenden Körper einwirken lassen. Die Muskelkraft der Zugthiere geht nur so weit, daß sie, im Gewichte ausgedrückt, der Schwere ihres eigenen Körpers das Gleichgewicht halten, und somit als Maximum eine Last fortbewegen kann, die diesem Körpergewichte gleich ist; ohne das Gewicht ihres Körpers, in welchem sie erzeuget wird, als der Basis ihrer Wirksamkeit, und den Überwinder der außerhalb befindlichen trägen Last, würde sie für den Zug nicht den geringsten Erfolg zu bewerkstelligen im Stande seyn. Ein jeder Automotor zieht nur mit seinem Gewichte. Eine Zuglast, welche das Gewicht des Automotors übertrifft, wird durch eine selbst größtmöglichst potenzierte Muskelkraft nie überwunden werden.

Etwas anderes ist es, wenn mittelst der Muskelkraft etwas gehoben wird. So wissen wir, daß oft Menschen das Doppelte ihres Gewichtes zu heben, und einige Zeit zu tragen vermögen. In diesem Falle hat der Mensch einen Anhaltspunkt, die Erde: mittelst seiner Füße stüzet er sich auf sie, und mittelst seiner Glieder, die da als langarmige Hebel auf die Last wirken, bringt er sie mit seiner Schwere in gleiche, nach der Erde zu strebende von ihr gestützte Richtung, was beim Zuge nicht der Fall ist, indem die Last horizontal, nicht aber vertikal bewegt und weiter geschafft werden soll.

Bei den Raubvögeln kommt es gleichfalls nur auf die Größe der Muskelkraft an. Es ist bekannt, daß sie oft einen Raub, der gewichtiger ist als ihr Körper, durch die Lüfte tragen. Allein hier wird wieder beides von der Luft gestützt, die Muskelkraft hat nur einen schnelleren und schärferen Flügelschlag zu entwickeln, um die Luft unter den Fittichen dichter zu machen.

Jedoch am augenscheinlichsten und klarsten sehen wir diese unsere Ansicht, daß der Automotor nur mit seinem Gewichte ziehe, das somit primär, die Muskelkraft hingegen jenes erst bewegend,

sekundär genannt werden müsse, durch die Locomotive selbst be-
stätiget. Ihre bewegende Muskelkraft, die so groß! und gewal-
tig, konnte bis jetzt durchaus in kein Verhältniß zur bewegten
Last gebracht werden. Wenn wir den Kolbenstempel nur zu 8''
im Durchmesser annehmen, so daß sein Flächeninhalt $= \frac{3.52}{7} \square''$
oder beiläufig $50 \square''$ ist, so haben wir da einen Druck (die Span-
nung des Dampfes zu 4 Atmosphären angenommen, und den
Druck der letzteren auf einen Quadrat-Zoll gleich 15 engl. Pfd.),
welcher gleich ist $50 \times 15 \times 4 = 3000$ Pfund. Mittelt ein
solchen Kolbens können also 3000 Pfund gehoben werden.

Es darf hier nicht übersehen werden, daß wir theoretisch
redend von der Reibung hinwegsehen. Nun lehret aber die Erfah-
rung, daß man höchstens eine Zugkraft erzielen könne, welche
 $\frac{1}{6}$ des über den Triebädern befindlichen Gewichtes beträgt. Neh-
men wir nun eine Maschine an von 12000 Pfund Gewicht. Wenn
dieses über den drei Achsen vertheilt ist, so kommt $\frac{1}{3}$ auf die
Triebachsen, somit 4000 Pfund. Nun aber von diesem kann nur
erst $\frac{1}{6}$, also bloß 666 Pfund als das Maximum der Zugkraft be-
nützet werden, also beiläufig ein Fünftel nur von der Dampfkraft,
wenn diese bei der obigen Größe der Kolben freihabend, also ohne
Rad wirken würde. Wenn wir nun die Sache einfach überschauen,
heißt das nicht so viel als ein gewichtiges Thier mästen, um nur
die Zunge von ihm zu verspeisen; heißt das nicht einen Elephanten
füttern, um an ihn einen Kinderwagen zu spannen? Eine solche
furchtbare Last wie die von 12000 Pfund, und doch nur der
achtzehnte Theil davon benützet! wenn das beim Pferde so der
Fall wäre, wie theuer wäre seine Erhaltung, wenn man an selbes
nur eine Zuglast von $\frac{500}{13}$ oder höchstens $\frac{600}{13} = 33\frac{1}{3}$ Pfund
spannen könnte? Doch auf diesen Gegenstand werden wir noch
einmal im Verlaufe unserer Forschungen zurückkommen.

Die Locomotive pflegen aber ein größeres Gewicht zu haben,
von 25000—30000 Pfd. und oft noch darüber; im letzteren Falle
wirken sie also gar nur mit $\frac{1}{25}$ ihres Gewichtes, wenn sie die größt-
mögliche Last von 133 Tonnen ziehen, und mit $\frac{1}{11}$ der Muskel-
kraft, wenn die Stempel 14'' Durchmesser, und der Dampf die

Spannung von 6 Atmosphären hat, den Widerstand der Last nur zu $\frac{1}{250}$ angenommen.

Nachdem wir nun das Gebiet der lastziehenden Selbstmotoren so ziemlich überschaut, nachdem wir ihre Wirksamkeit und Gesetzmäßigkeit, die Gränzen ihrer bewegenden Kräfte, so viel es möglich war erforscht, und beobachtet, so ist es denn endlich an der Zeit, diese Gesetzmäßigkeit uns wieder zu abstrahiren und in brauchbare Regeln eingekleidet darzustellen.

Aus dem, was wir am lastziehenden Pferde und selbst am Menschen beobachtet, eruiert sich von selbst, daß hiebei das eigene Gewicht des Selbstmotors eine große Rolle spielt. Die Muskelkraft muß wohl im Verhältnisse zu jenem stehen, denn sie ist das bewegende Prinzip; doch das Gewicht ist hiebei der wichtigste Punkt. Wenn die Muskelkraft noch so groß, steht aber nicht das ganze Gewicht ihr zu Gebote, daß sie dieses als eigentlichen Überwinder der Zuglast nach Belieben verwenden und reguliren kann, so wird sie nie eine bedeutende Last fortschaffen können, ja sie wird alle Augenblicke vielen Hindernissen und unregelmäßigen Zufällen in ihrer Wirksamkeit ausgesetzt seyn.

Ein zweites Gesetz der lastziehenden Motoren ist dieses: daß sie die Zuglast mit ihrem eigenen Gewichte vereinigen, sie über ihre beweglichen Stützen gleichsam versetzen müssen; denn sonst ist eine träge Last mit ihnen vereinigt, die außer ihrer Sphäre, somit hindernd und hemmend im Gange ist. Es kommt somit auf die Art der Bespannung oder auf den Angriffspunkt der Last am meisten an, ist dieser verfehlt, so sind die Hemmungen der Bewegung unvermeidlich.

Ferner haben wir gesehen, daß die Zuglast eben so auf den Automotor wirke, wie es eine bedeutendere schiefe Ebene thut; es muß deshalb für die Regulirung unter derselben Form gesorget werden, wie wir es weiter oben für den Gang über schiefe Ebenen angegeben haben.

Wenn ein lastziehender Automotor die Bewegung beginnt, so wird sein Gewicht um so viel zurückgewogen, als die Zuglast beträgt; er muß somit eine solche Einrichtung erhalten, daß er leicht dieselbe über seine stützenden Motoren zu versetzen und so

mit seinem Gewichte zu vereinigen vermöge, wie wir solches in der Wirksamkeit der Winkelhebel am Vorder- und Hinterschenkel des Pferdes wahrgenommen haben, am Menschen unten in seinem Fuße. Kommt der Automotor mit seiner Last an eine schiefe Ebene, so hat er ein doppeltes Geschäft und somit mehr Anstrengung nöthig, es geschieht aber unter einer und derselben Form. Er muß sein eigenes Gewicht und das der Last vorwärts reguliren, über seinen Motoren zu erhalten suchen; es ist somit eine größere Kräftezeugung im Innern nothwendig. Doch diese wird erst bei etwas größerer Neigung recht fühlbar; aber sie muß es auch bei bedeutenden Neigungen weniger seyn als bis jetzt, wenn nur die Lastträger selbst eine bessere und zweckmäßigere Construction erhalten, daß sie nicht bei größeren Neigungswinkeln gar so gewaltig zurück zu streben beginnen.

Wenn ein lastziehender Automotor eine Zuglast fortzuschaffen hat, die sein eigenes Körpergewicht übertrifft, so vermag er sich nicht weiter zu bewegen, wenn nicht sein Gewicht vergrößert wird, er mag eine noch so große Lebens- oder Muskelkraft, oder was eines und daselbe, Bewegungskraft besitzen. Dieß haben uns die vorigjährigen Versuche gezeigt in Nordamerika mit den gekuppelten Rädern, wo man das Gewicht der Maschine um fünf Tonnen vermehrte und überdieß das Ganze so viel möglich durch Kuppelung der Räder für Adhäsion zu benützen suchte; man hatte eine größere Last fortzubewegen vermocht. Doch wir brauchen dieses Beispiel nicht: jedweder kann es selbst an der lieben Natur beobachten und ersehen. Es ist allgemein bekannt, zu welchem Mittel die Fuhrleute ihre Zuflucht nehmen, wenn sie bergauf fahren sollen, wo die Zuglast des Wagens das Gewicht der Pferde zu übersteigen beginnt, wodurch bewirkt wird, daß bei jedesmaligem Angriff das Pferd von der Last zurückgedrängt, eine rückwärts gehende Bewegung erhält. Es nützet kein Antreiben mittelst der Geißel, wodurch die Muskelkraft zur tüchtigeren Entwicklung gestachelt wird; sie besteigen daher ihre Pferde, oder hängen sich mit dem ganzen Gewichte ihres Leibes an den Hals derselben, und die Pferde beginnen rasch mit der Last vorwärts zu gehen. Hierdurch ist offenbar keine besondere

Vermehrung oder Aufreizung der Muskelkraft eingetreten, denn das hat die Geißel vorher zu bewirken nicht vermocht, sondern eine bloße Vermehrung des Gewichtes des Selbstmotors, und somit eine Erhöhung seiner Zugkraft.

Im Beginne des Zuges und während desselben muß der Automotor seinem Gewichte die nöthige Stabilität oder Standfähigkeit zu verschaffen wissen; dieß geschieht bei Pferden durch das straffe Anspannen der Muskeln und der Schenkel, wie durch das Erweitern des Schenkelparallelogramms und Senken des Schwerpunktes; daraus folgt der Schluß, daß ein jeder Selbstmotor seine stützenden Motoren im Zuge von innen straffer und stabiler müsse machen können und seinen Schwerpunkt senken, daß er hierdurch größere Standfähigkeit erlange. Am stärksten muß dieses beim ersten Angriffe der Last geschehen, wo ihre Trägheit zu überwinden ist; ist sie einmal zur Bewegung gebracht, so hat der Selbstmotor ihr nur eine kleine Beihilfe entweder kontinuierlich oder von Zeit zu Zeit zu leisten.

Beim Anhalten wirken, wie wir weiter oben gesehen haben, die Pferde in entgegengesetzter Richtung ihres Ganges, und zwar gleichförmig und eben so wie wenn sie über eine Anhöhe hinabschreiten: sie lassen die Winkelhebel entgegengesetzt nach rückwärts wirken, die eigene Schwere zurück fallend lassend. Nun aber in der Bespannung hat die Last eine gleiche Richtung nach vorwärts wie der eigene Körper des Pferdes. Es hat somit bespannt im Bergabfahren und im Anhalten nichts andres zu leisten, als was es unbespannt zu thun gehabt, nur mit dem Unterschiede, daß es mit größerer Kraft die Knochenwinkel ausdehnen und einziehen müsse, um mit der vorwärts strebenden Zuglast zugleich statt fallend nach vorwärts, fallend nach rückwärts zu agiren; es muß dieselbe Straffheit, dieselbe Standfähigkeit einzunehmen suchen für den entgegengesetzten Zweck, die es zur Bewegung der Last vorher angewendet; die Flugkraft des Wagens muß in seinem Körper aufgelöst und mit der eigenen Schwere senkrecht gegen die Erde abgeleitet werden, wie der Blitz durch die Eisenstangen. Dies Gesetz muß bei allen anderen Locomotoren beobachtet und in Anwendung gebracht werden, sie müssen auf dieselbe Weise

die bewegte Zuglast mit dem eigenen Gewichte gegen die Erde senkrecht abzuleiten, d. h. eben anzuhalten vermögen, wenn der ganze Zug im Augenblicke wie das Pferd soll still stehen können. Wie dieses nicht geschieht, nützt kein Bremsen und kein Hemmen; denn die Flugkraft schleift die gehemmten Stützen fort, bis sie endlich erst durch Reibung überwunden worden; wie sie nicht alsogleich paralytirt und aufgelöst wird in eine andere, der ortsverändernden Richtung ungünstige und entgegengesetzt wirkende, so wird nie der Wunsch nach dieser so nothwendigen Einrichtung befriediget werden können. Bergab muß der Automotor dasselbe wirken wie beim Anhalten; jedoch muß hier wieder erinnert werden, daß auch von Seite der Wagen vorgesorgt werden müsse, daß sie eine zweckmäßigere Einrichtung auch in dieser Hinsicht erhalten, um bei größeren Neigungen mit der möglichst geringsten Kraft bergab zu streben.

Endlich ist wohl nicht zu übersehen, daß alle vom Menschen der Natur nachgeahmten Autolocomotoren so geformet werden müssen, daß sie ihre wirkenden Formen nach jeder verschiedenartigen Wirksamkeit wieder selbst ausgleichen können. Denn dieß thut ja auch die Natur. Das Pferd, mag es die Last bewegt oder wieder in Stillstand gekommen seyn; mag es sich wieder von neuem bewegen, in der Ebene, bergauf und bergab, und wieder in die Ebene gelangen, überall hat der Mensch nichts dabei zu wirken, das Pferd gleicht im Augenblicke in sich und durch sich alles wieder aus. Dieß hat der Schöpfer dem Menschen so eingerichtet und ihm einen Fingerzeig gegeben, wie auch er sich es bequem einrichten könne hier auf Erden, wenn er nur seine Vernunft richtig gebrauchet zur Nachahmung seiner Werke. Aber darin ist der Mensch seit Jahrtausenden zurückgeblieben, er will nie dem, was der Herr ihm vorgezeichnet, sondern seinem eigenen dünnelhaften Sinne folgen. Daher kommt es, daß seine Maschine, der Wagen, nicht mehr dieselbe Vollkommenheit mit dem Pferde besitzt, um jede Wirksamkeit ohne sein Zuthun durch sich selbst ausgleichen zu lassen. Kommt er an eine Anhöhe, so muß er hinab von seinem Wagensitze, er muß den Radschuh unterschieben, oder den Klotz an die Peripherie näher schrauben;

— ist er unten angelangt, muß er alles wieder selbst in seine vorige Stellung und Ordnung zurückversetzen. Wozu solche Unbequemlichkeit, was die Sache selbst thun muß ohne weitere Beihilfe, wenn nur eine diesem Zweck entsprechende Construction in sie war hineingelegt worden?

So hätten wir denn bis jetzt die Bewegungen der organischen Selbstmotoren theils an sich, theils in Verbindung mit träger ebenfalls zu bewegender Last beobachtet, die in derselben herrschende vom Schöpfer vorgezeichnete Gesetzmäßigkeit entdeckt, und die daraus sich ergebenden Vorschriften für die Construction unorganischer Autolocomotoren so viel als thunlich war aufgestellt. Es bleibt uns nur noch übrig, dem anderen Theile, nämlich der zu bewegenden Last und zwar den Maschinen, die wir Wägen nennen, und welche die Bewegung großer Lasten den Automotoren erleichtern, einige Aufmerksamkeit zu schenken. Bevor wir jedoch dies Geschäft, das unstreitig viel leichter und einfacher ist, als das bisher verfolgte, unternehmen, wird es nicht am unrechten Orte seyn, über die innere Bewegungskraft der Locomotoren, und zwar über die Lebenskraft in den organischen als Muskelkraft — in den unorganischen aber über das mit Wärme geschwängerte Wasser oder die Dampfkraft noch einige Worte zu sprechen.

Das Pferd verwandelt die eingenommene Nahrung, und nachdem sie mit der Atmosphäre in Berührung gekommen, wird sie zu arteriösem sauerstoffhältigen Blute, dadurch zur Erzeugung animalischer Wärme, zur Reproduktion und Bewegungs- oder Muskelkraft fähig gemacht. Das Unverbrauchte und Unbrauchbare, so wie das zur Bewegung Verwendete tritt aus dem Körper in fester, flüssiger und dunst- oder gasförmiger Gestalt wieder heraus. Es wäre wohl sehr interessant, die Gewichtsverhältnisse und Quantitäten dieser umgebildeten und umgesetzten Stoffe näher zu besprechen; allein es ist mit unserem Zwecke weniger verwandt. Das, was für uns zunächst wichtig, ist dieses: daß die Quantität der verbrauchten Nahrungsstoffe im Verhältnisse zum Gewichte stehe und zur gemachten Bewegung; je größer das erstere und je schneller die letztere, desto mehr Nah-

rungsstoff wird verbraucht werden müssen. Die Nahrung der Locomotive, die sie zu ihrer Bewegung, zu ihrem Leben braucht, kann verschiedener Natur seyn. Doch muß eine jede, sie mag seyn und heißen wie sie will, gleichfalls im Verhältnisse stehen zum Gewichte derselben, und zur Schnelligkeit ihrer Ortsbewegungen. Wir haben es hierorts zunächst mit der Dampf-Loomotive zu thun. Der Dampf ist das durch Wärme expandirte Wasser; die ihr nothwendig zu reichende Kost ist somit Wasser und Wärme. Die Wärme wird aber durch das Verbrennen kohlenstoffhaltiger Substanzen in atmosphärischer Luft hervorgebracht; am besten und schnellsten durch das Verbrennen der Kohle selbst.

Nach vielfachen Versuchen ist es bekannt, wie viel Wärme ein gewisses Gewicht Kohlenstoff bei seiner vollen Verbrennung entwickelt. Dieß gibt uns die Anhaltspunkte und Verhältnisse des Brennmaterials und des Wassers für die zu entwickelnde Dampfmenge und Dampfkraft für den jedesmaligen Bedarf.

Die Dampfkraft aber steht wieder im Verhältnisse zum Gewichte und zur Schnelligkeit der Locomotiv-Maschine, so wie mittelst beider zur Zuglast; die weiteren Entwicklungen und Berechnungen jedoch müssen dem mathematischen Theile aufbewahrt bleiben, da wir es hier nur mit den aus den Forschungen erwirten Thatsachen unmittelbar und zunächst zu thun haben. Daß man den wichtigsten Faktor, das Gewicht, bis jetzt gänzlich übersehen, zeigt eine Zusammenstellung des Pferdes mit der Locomotive. Es ist bekannt, daß das Kraftmoment eines Pferdes, dessen Gewicht zu 500 Pfund angeschlagen wird, beiläufig 400 Pfund beträgt, was nahe seinem Gewichte gleich kommt. Mit diesem Momente aber kann man es nicht wirken lassen, wenn man längere Zeit des Tages damit arbeiten will, weil auf die volle Kräftezeugung ein baldiges Ermatten erfolgt, und so ein geringer Nutzeffekt erzielt, auch die Geschwindigkeit sehr klein und unbedeutend ausfallen würde. Ganz anders in der Locomotive, die beständig mit voller Kraft arbeiten, das Abgehende im Augenblicke wieder ersetzen, nie ermatten, nie ermüden kann. Ihre Muskelkraft kann somit mit der des Pferdes an und für sich in Hinsicht der rapiden Ersetzung nie in eine Parallele gestellt wer-

den, wohl aber ihr Gewicht. Nun wägt aber eine größere Locomotive im Durchschnitte etwa 25000 Pfund, was dem Gewichte von 50 Pferden gleich kommt. Ein Pferd ziehet auf Eisenbahnen eine Last von 200—300 Zentnern mit gewisser Geschwindigkeit mehrere Stunden weit, wobei jedoch stets auf seine Ermüdung Rücksicht genommen werden muß, daß es keine größere Zugkraft als von 1 oder höchstens 2 Zentnern zu entwickeln brauche. Nun zeigt sich aber im täglichen Betriebe der Dampfeisenbahnen, daß für eine Fahrt, besonders wenn sie nach dem Bedarfe der Menschen öfters im Tage wiederholet worden, nicht mehr als 1500—3000 Zentner Last vorhanden sind. Diese Last könnten nun auch im Falle, daß die Bahn Neigungen hätte, 10 Pferde oder 3 Pferdekraft-Momente leicht weiter schaffen; wo hingegen die Erfahrung es zeigt, daß für eine solche Last bei den unbeträchtlichsten Neigungen der Bahn von $\frac{1}{130}$ bis $\frac{1}{200}$ eine Locomotive nicht mehr hinreichend sey; es muß also mit Motoren, deren Zugkraft 125 Pferdekraft-Momenten gleicht, folglich mit einem ein und vierzig Mal größeren Moment gewirkt werden*).

*) Um nur ein Beispiel zum Belege anzuführen, wie weit die Locomotive, diese so gewaltige Maschine, trotz ihrer ungeheuren Muskelkraft und ihres Gewichtes hinter dem Pferde bis jetzt zurückgeblieben, wollen wir auf einen Versuch hinweisen, den man in England bei einer öffentlichen Production in Gegenwart einer zahllosen Menschenmenge hierüber angestellt hatte. Es wurde nämlich am 7. Februar 1828 auf der Monkland- und Kirkintillach-Eisenbahn nächst Glasgow in Schottland ein einziges Pferd an 14 zusammengehängte Kohlenwägen gespannt. Die 14 Wägen betrug an eigenem Gewichte sammt der Kohlenladung zusammen eine Last von 50 engl. Tonnen (= 112000 engl. oder 90700 n. ö. Pfunden). Das Pferd zog ohne weitere Beihilfe diese ungeheure Last binnen 1 Stunde und 41 Minuten über eine Bahnlänge von $6\frac{3}{4}$ engl. Meilen (= 5724 n. ö. Klaftern oder beiläufig $1\frac{1}{2}$ österr. Meilen); hierbei ist aber wohl noch zu bemerken, daß die ganze Bahn nicht vollkommen horizontal gewesen. Die erste Strecke von drei Meilen ist es wohl gewesen, dann kamen vier kleinere Strecken mit Neigungen von 1 zu 116, 1:140, 1:200 und 1:476, dann wieder eine Meile horizontal, endlich folgte der Rest mit einer Neigung von 1:600 und 1:180. Wenn wir nun annehmen,

Bei solchem Stande der Dinge ist es allerdings nicht zu wundern, wie man auf den wunderlichen Gedanken gerathen konnte, den Betrieb mittelst Pferdekraft vor dem mittelst des Dampfes her- vorzuheben und anzuempfehlen. Es ist allerdings wahr, so lange die Sache im gegenwärtigen Zustande größter Unvollkommenheit verharret, so hält ihr jede andere noch so unvollkommene Einrichtung das Gleichgewicht. Die theure Erhaltung des Pferdes wird durch das unnütz versplitterte Brennmaterial und durch die Baukosten der ungeheuren Maschine, seine geringere Schnelligkeit durch die wiederholten Gleitungen der Triebräder, ja oftmaligen Stillstände während der Fahrt aufgewogen. Die nothwendige horizontale Planirung und Erhaltung der Bahn in diesem Niveau

daß auf dieser Bahn sammt den Neigungen im Durchschnitte die Zuglast $\frac{1}{200}$ der Gesamtlast betrug, so entwickelte das Pferd eine Zugkraft von $\frac{907}{200}$ österr. Zentnern = $4\frac{107}{200}$ Zentner oder $453\frac{1}{2}$ Pfund. Nimmt man das Gewicht des Pferdes durchschnittlich zu 500 Pfund, so sehen wir, daß dasselbe die ganze Bahnstrecke entlang sehr nahe mit einer Zugkraft thätig gewesen, die seinem eigenen Gewichte gleich kommt. Daß es nicht schneller und nicht länger den Zug weiter führen konnte, folget aus der Betrachtung, die wir über die Muskelkraft der organischen Wesen angestellt haben. Denn diese wird nicht so schnell wieder ersetzt, und deßhalb ist eine beständige Abnahme, ja endlich Ermattung und Schlaf zur Wiedersammlung unausbleiblich. Dieß ist bei der Locomotive nicht der Fall, indem sie ihre Kraft augenblicklich ersetzt, ja sogar selbst erhöhen kann, durch größere Feuerung als vorher. Mit solchen zwei Pferden hätte man somit den ganzen Train von 2000 Zentnern, zu welchem oft zwei Locomotive von 400 Zentner Gewicht und darüber verwendet werden müssen, oder mit einer Locomotive von 10—12 Zentner Gewicht noch viel schneller als jene fortschaffen können. Dieser Versuch ist deßhalb wahrhaft ein glänzendes Ereigniß, aus dem der denkende Mensch weitere Schlüsse und Folgerungen auch für sein Werk, für seine Maschine zu machen und sie auf einen eben so hohen Grad der Vollkommenheit zu erheben oder vielmehr in dieser Hinsicht sie noch höher zu stellen hätte, als selbst jenes wirklich bewundernswerthe Pferd. Es erregte aber auch keinen geringen Enthusiasmus, so zwar daß es durch alle Zeitungen, wie auch durch bildliche Darstellungen verewiget wurde.

bleibt aber noch hinter der Pferde-Eisenbahn zurück, da die letztere bei bedeutenden Neigungen ohne großen Kraftverlust des Pferdes befahren werden kann. Endlich das ungeheure Gewicht der Locomotive. Die Schienen ächzen unter dieser Last und bücken sich unter solcher Bürde, die zwecklos und hemmend nach allen Seiten wirkt. Aber richten wir ein die Maschine wie es Vernunft und Natur erfordern, lassen wir sie ablegen ihre Kinderschuhe, und erheben wir sie zur Würde eines Autolocomotors mit allen Wesenheiten eines solchen, eingerichtet und ausgerüstet mit jenen Formen, die sein Zweck und Ziel allseitig fordert; dann wird dessen Wirksamkeit in einem ganz andern Lichte erscheinen, und es wird kaum mehr die Concurrenz von Seite der organischen Locomotoren zu befürchten haben. Leicht und agil muß die Maschine werden, eingerichtet für die jedesmaligen Bedürfnisse, 50 höchstens 100 bis 150 Zentner schwer, ein flüchtiger Postzug, der da pfeilschnell einherbrauset über Ebene, Berg und Thal ohne Aufenthalt, ganz niedergelegt in die Hand des Menschen, nach seinem Willen fördernd oder hemmend seine Kraft, sicher und gehorsam, des Winkes nur gewärtig. Seine Sicherheit muß größer werden als die des gespannten Pferdes. In diesem lodern thierische Leidenschaften, erregbar mit Bligesschnelle durch jeden Zufall. Ist einmal entfesselt seine Wuth, so hält sie kein Zaum zurück; Bewegungen nach allen Richtungen blindlings hinaus über Stock und Stein sind unvermeidlich. Eben so gefährlich wenn der Zug bergauf sich windet. Sollte reißen der Strang der Bespannung, so vermag niemand den zurückrollenden Wagen zu hemmen, er stürzt hinab in die Tiefe, zertrümmernd sich und seine Last. Es gibt somit im Pferdezug Gefahren über Gefahren, denen kaum begegnet und vorgebeugert werden kann. Der Selbstmotor aber, der automatische, mit seinen Wägen kann Vorsorge erhalten für alle Zufälle und möglichen Unglücksfälle, er muß den Menschen mit Sicherheit schneller fördern, als selbst die Luft den Vogel oder den Fisch das Wasser.

Nachdem wir nun die Thatsachen wie sie an lastziehenden Locomotoren in der Natur vorkommen, eruiert, müssen wir auch noch Einiges über die lasttragende Maschine, den Wagen sprechen,

und was sich im gewöhnlichen natürlichen Verkehr und Betriebe herausstellt, wenigstens einigermaßen zu berühren uns bestreben.

Ein Wagen ist eine Maschine, die zum leichteren Transport größerer Lasten verwendet wird. Je zweckmäßiger somit seine Einrichtung, desto geringer wird seine Zuglast seyn, d. h. desto weniger Kraft wird es nöthig seyn zu verwenden, um ihn mit seiner Last im Raume von Ort zu Ort weiter zu bewegen. Ein Beispiel, wie vortheilhaft eine solche Maschine sey, liefert Rondelet. Einen 1080 Pfund schweren Quaderstein konnte er über einen Steinbruchboden nur mit einer Kraft von 758 Pfunden weiter schaffen. Wurde er aber auf Walzen gelegt, so schob man ihn über den Steinboden mit 34 Pfund, und über einen Holzboden sogar mit 20 Pfund weiter.

Sehen wir uns aber im täglichen Verkehre nach solchen wohlthätigen Maschinen um, so bemerken wir in ihrer Form und Wirksamkeit eine auffallende Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit. Wir bemerken Wägen mit einem Rade, die sogenannten Schiebkarren, welche der Mensch zu bewegen und handzuhaben pflegt. Ferner zweirädrige, wie die meisten der Alten höchst wahrscheinlich gewesen sind, was das griechische Wort *διφρος* andeutet, gleichsam das von zwei Rädern Getragene (*δυο* und *φερειν* = *εν δυοι φερομενον*), obwohl nach mehreren Andeutungen ihnen auch vier- rädrige nicht unbekannt gewesen, wie z. B. 3 Reg. 7, 30. 32. 33. Ferner bemerken wir, und dieß bei uns am häufigsten und gewöhnlichsten, vierrädrige, am seltensten aber sechsrädrige Wägen.

Unter diesen verschiedenen Formen ist die erste unmittelbar für den Menschen bestimmte die unvollkommenste und schlechteste. So wird der Mensch, obzwar selbst der Herr der Natur, in Allem am wenigsten bedacht, für ihn ist gewöhnlich für sein leiblich und geistig Wohl weniger gesorgt, als für das unnütze der Thiere. Am Karren muß der Mensch Dreifaches zugleich verrichten, und das, was des Handwerkers Unverstand unvollkommen ausgeführt, mit seinem eigenen Leibe ersetzen. Er muß die Last stützend tragen, weil sie nur mit einem Hebelende des Gestelles mittelst des Rades auf der Erde ruhet — er muß ihre Schwankungen nach beiden Seiten stützen, mit Fuß und Hand ausgleichen, zulezt

muß er an dem Ganzen vorwärts schieben. Daher kommt der gekrümmte Rücken, die straffen Glieder in Händen und Füßen, die weit ausgebogenen Knie, der schwerfällige unbehilfliche Gang, das Zurückdrängen des Wachstums, die Häßlichkeit seiner leiblichen Gestalt. Konnte man nicht schon lange nur einige wenige Räder noch zweckmäßig anbringen, so daß er nur einen kleinen Druck auszuüben hätte, um noch bedeutend größere Lasten, wenn es schon einmal seyn muß, vorwärts zu schieben? Zwei Räder in der Mitte, und auf sie die Last gelegt, tragen und stützen nach den Seiten das Ganze; vor- oder rückwärts ein einzig Rad, so regulirt und stüzet es die Schwankungen auch in dieser Richtung.

Die zweirädrigen Wägen sind beinahe bei uns ganz in Verfall gerathen. Allein man bemerkt an ihnen große und gewaltige Vorzüge. Wenn die Last gerade über den Rädern und diese eine bedeutendere Größe besitzen: so schiebt der schwächste Knabe große Last ohne Anstrengung hin und her, das Pferd führet, so zu sagen, spielend den Wagen hinter sich. Weniger im Vortheile sind die vierrädrigen, ob zwar sie das Gute an sich haben, daß die Schwankungen vor- und rückwärts durch sie aufgehoben sind, was bei den zweirädrigen nicht der Fall, indem im Fahren das Gestell beständig um die Achse sich zu drehen suchet, somit bald auf- bald abwärts strebt. Jedoch auch die vierrädrigen treten unter verschiedener Form und Gestalt auf, und einer ist vortheilhafter, leichter und fahrbarer, als der andere. Auch kommt es sehr darauf an, wie die Last vertheilt, d. h. wie man zu sagen pflegt, wie der Wagen geladen ist. Man glaubt gewöhnlich, daß die verständige Vertheilung der Last vorzüglich aus dem Grunde geschehen müsse, damit die einzelnen Theile, besonders die Achsen, nicht gar zu viel unter dem Drucke leiden sollten. Aber es hat noch einen andern Zweck. Ein Wagen, auf dem das meiste Gewicht gegen die Mitte fällt, wo keine Unterstützung, wo es von den beiden Achsen am entferntesten, ist immer schwerer zu führen, besonders über geneigte Straßen, als ein anderer mit gleichem Gewichte beladen, wo jedoch das Gewicht mehr über den Achsen vertheilet worden ist. Wägen, bei denen die Hinterachse ziem-

lich gegen die Mitte vorgeschoben, sind leichter zu führen als solche, wo die Achsen an den Endpunkten angebracht sind. Wagen mit großen Rädern sind leichter als mit kleinen, mit gleichen Rädern vollkommener als mit ungleichen. Dieß ist leicht schon aus dem zu erklären, was wir über die Selbstmotoren und ihren Gang weiter oben angeführt hatten. Das Gewicht des Automotors muß ganz in seiner Gewalt, innerhalb der Sphäre seiner movirenden Stützen seyn, weil das außer den letzteren befindliche träge ist, hemmend und hindernd auf seinen Gang einwirkt.

Aus dem eben Besprochenen lassen sich auch für die Wagen gewisse Gesetze als Fakten der Naturbetrachtung eruiren. Der Wagen, wenn er bewegt ist, wird gleichsam ein Theil des Automotors, und in diesem Augenblicke der Bewegung ein Selbstmotor. Denn wenn der bewegende oder ziehende Locomotor von ihm getrennt wird, so bewegt er sich fort, und er würde sich in alle Ewigkeit fortbewegen, wenn nicht Schwere und Reibung ihn hemmen würden. Der einzige Unterschied zwischen beiden liegt darin: daß der Selbstmotor durch eine ihm inwohnende, der Wagen durch eine außer ihm befindliche Kraft in Gang und Bewegung gesetzt wird. Bewegt nimmt er also Antheil an den wesentlichen Eigenschaften und Erfordernissen aller Autolocomotoren, sowohl der organischen als der unorganischen *). Sein Gewicht muß gleichfalls so viel möglich in eines concentrirt, beständig über denselben locomovirenden Stützen erhalten werden. Im Anfange und während seines Laufes muß er mit Leichtigkeit fallen und wieder unterstützt werden können. An der schiefen Ebene hinan muß er mit der möglichst geringsten Kraft nach rückwärts wirken,

*) Daraus ist auch ersichtlich, wie unvernünftig das Prinzip der Locomotiv-Construction bis jetzt gewesen. Nicht vom Wagen als dem sekundären, sondern von den organischen Selbstmotoren muß es abstrahirt, und dann erst auf den Wagen, so viel für diesen tauget, angewendet werden. Auf diese Art erst schließt man vom Lebendigen auf todte Masse, um sie gleichfalls zu beleben; bis jetzt aber schloß man von todter Masse auf Lebendiges, um dieses zu ertöden.

so wie er beim Beginne der Fahrt für gleichen Zweck eingerichtet werden muß. Wenn sein Lauf gehemmt werden soll, so müssen seine Locomotoren ihren Lauf augenblicklich einstellen, straff sich spannen und die Flugkraft nach vorwärts in die der Schwere nach abwärts gegen die Erde ableiten können. Das nämliche muß an der schiefen Ebene abwärts bei größerer Neigung der Fall seyn, ohne daß jedoch die Motoren zu straff gespannt und gehemmt sind, damit sie sich an den Umsfängen in der Berührung nicht schleifen, aushöhlen und vor der Zeit unbrauchbar machen.

Bei allen diesen Vorkehrungen muß der Wagen auch seine volle Sicherheit erhalten, und mit tauglichen Maßregeln für dieselbe ausgerüstet werden. Denn er birgt in seinem Schooße ein theures Gut, viele Menschenleben, sie müssen bis zum höchsten Grade der Möglichkeit assicurirt werden. Bergauf muß er die Möglichkeit besitzen, sich zu hemmen und sogleich in Ruhe überzugehen, wenn er von seinem Automotor getrennt; so muß er auch an der horizontalen Ebene leicht zu hemmen seyn, wenn der Stillstand des Locomotoren unmöglich werden sollte. Besonders muß vorgesorgt seyn für den möglichen Bruch seiner Theile, was wir jedoch schon in den Präliminarien angedeutet; im mechanischen Theile unseres Systems wird es eine noch nähere Erläuterung und Durchführung erhalten.

Der Wagen ist aber in seiner Leistungsfähigkeit unstreitig eben so gut durch seine eigene zweckmäßige Construction bedingt, wie auch durch die Anlage der Straße. Je schlechter diese ist, desto größer wird die Zuglast des Wagens, und desto mehr Zugkraft muß angewendet werden, ihn zu bewegen. Die Güte der Straße aber hängt wieder von mehreren Grundbedingungen ab. Sie sind: ihre Horizontalität, geringe Neigung, Ebenheit und Gleichheit der Oberfläche, wie auch Festigkeit des Grundes.

In Bezug auf die Ebenheit und Gleichheit der Oberfläche der Straße ist die Güte der letzteren desto größer, je weniger Erhabenheiten und Vertiefungen sich an derselben vorfinden, denn sonst wirken diese selbst auf der horizontalen Straße wie starke

Steigungen und retardiren alle Augenblicke den Zug, die Kraft des Automotors sehr in Anspruch nehmend. Was aber die Festigkeit des Grundes betrifft, so ist diese niemals zu übersehen. Eine Straße wird nie auf Vollkommenheit Anspruch machen können, wenn sie nicht die größtmöglichste Festigkeit und somit continuirlich gleiche Unterstützungsfähigkeit der Wagenlast darzubieten vermag. Je lockerer der Straßengrund, desto nothwendiger wird es, die Last auf mehrere Räder zu vertheilen. Denn je geringer die Last über einem Rade, desto weniger kann es einsinken in den Boden, desto leichter gleitet es über die Oberfläche hinüber. Daher ist es außer allem Zweifel, daß auf einer lockeren Straße ein zweirädriger Wagen einen Vorzug hat vor dem einrädrigen, und ein vierrädriger wieder vor dem zweirädrigen. Eben so folget daraus, daß es da vortheilhafter wird, die Last gleich zu vertheilen über beiden Achsen, als vielleicht über einer mehr zu concentriren, als über der anderen. Eben so wirkt in diesem Falle die Vertheilung der Last auf mehreren Wagen bedeutend vortheilhafter, als wenn sie auf einen Wagen geladen würde. Dieß lehrt jedoch die Erfahrung auch in anderen Fällen, daß es immer besser sey, zur Fortschaffung großer Lasten, lieber mehrere leichtere Wagen zu wählen, indem die Beweglichkeit und Geschwindigkeit, dann das schnelle Anhalten hierdurch sehr befördert wird. Hingegen besitzt ein schwerer, stark belasteter Wagen immer verhältnißmäßig weniger Agilität, er ist träger und schwerfällig, seine große Flugkraft im Augenblicke des Stillhaltens ist schwer zu überwinden und in Ruhe zu versetzen.

Doch alle diese Nachtheile der Straßen und der für ihre Güte nothwendigen Berücksichtigungen fallen gänzlich hinweg, wenn dem Wagenzuge eine feste Eisenbahn angewiesen wird. Dann läßt sich an den Wagen so manches ausführen nach Belieben und Zweck, und so manches verbessern, was sonst für gewöhnliche Straßen nicht ausführbar gewesen wäre.

So wie die vierrädrigen Wagen an lockeren Straßen, und zwar mit gleicher Vertheilung der Last, einen unstreitigen Vorzug haben vor den zweyrädrigen, der tiefen Geleise wegen, welche die

letzteren mit ihrer Schwere bilden, so stellen sich dagegen auf der Eisenbahn sechsrädrige Wagen, jedoch so viel thunlich construirt im Systeme und Form von zweyrädrigen, in einem sehr vortheilhaften und glänzenden Lichte vor den vierrädrigen heraus. Da jedoch über diese Construction der sechsrädrigen Wagen nichts Näheres gesagt werden kann, da theils das Verständniß derselben von dem mathematischen Theile unseres Systems abhängig ist, theils die Ausführung selbst dem mechanischen und letzten Elemente zufällt, so sey nur vorläufig gesagt, daß die zweckmäßig construirten sechsrädrigen Wagen einen bedeutenden Vorzug in jeder Hinsicht vor den vierrädrigen besitzen, sowohl in der Ebene als an der Anhöhe, ja daß sogar jene die einzig fähigen sind, in ihren Leistungen allen Wünschen zu entsprechen und zu genügen. Sie sind leichter in Bewegung zu bringen, sie bieten eine größere Sicherheit und Bequemlichkeit dar. Nur die sechsrädrigen können so eingerichtet werden, daß ihre Zuglast bergauf nicht bedeutend wächst, daß sie bergab oder beim Anhalten sich augenblicklich hemmen.

Das eben Gesagte fest gehalten, hätten wir über die vierrädrigen Wagen nichts weiter zu sagen, da sie sich in so nachtheiligem Lichte im Vergleiche mit den sechsrädrigen zeigen — doch daß uns dann später dieß noch mehr in die Augen falle, wollen wir einige Resultate hier anführen, wie sie Versuche mit solchen herausgestellt haben.

Wenn man einen gewöhnlichen Wagen, wie sie an den Eisenbahnen üblich sind, in Bezug auf seine Zuglast prüfet, so ergibt sich das, was ohnehin schon tausendfach erprobt worden. Die Zuglast, oder was dasselbe ist, der Widerstand des Trains beträgt gewöhnlich im Durchschnitte $\frac{1}{250}$ der gesammten Last: diese fällt noch oder steigt mit der Größe der Räder und der fleißigen Ausführung und Rundung der Zapfen und Pfannen, wodurch die Reibung auf den möglichst tiefsten Grad vermindert werden kann.

Wenn man einen kleinen vierrädrigen Wagen auf eine Bahn bringet, an ihn eine Schnur befestigt, dieselbe horizontal über eine Rolle führet, und Gewichte am herabhängenden Ende der

Schnur anbringt, so kann man auf die einfachste Weise die Güte eines solchen Wagens versuchen.

Ein Wagen, dessen Gewicht 372 Loth betrug und die Durchmesser seiner vier gleichen Räder ein jeder $4\frac{1}{2}$ Zoll, erforderte bei selbst gemachten Steigungen der Bahn folgende Gewichtsverhältnisse, um an derselben im Gleichgewichte erhalten zu werden:

Bei einer Steigung von 1:30 waren 11 Loth oder $\frac{1}{34}$ des eigenen Gewichtes am unteren Ende hinreichend, ihn auf der Bahn zu erhalten und vor dem Zurückrollen zu schützen. Wurde die Neigung bis 1:21 erhöht, so hielten sein Zurückstreben 16 Loth, also $\frac{1}{23}$ seines Gewichtes auf; bei einer Steigung von 1:12 waren es $23\frac{1}{2}$ Loth, also beiläufig $\frac{1}{16}$; bei einer Steigung von 1:9 waren 32 Loth nöthig, also von seinem Gewichte $\frac{1}{11}$; bei einer Steigung von 1: $7\frac{2}{3}$ waren 44 Loth, also $\frac{1}{8}$, und endlich bei einer Steigung von 1:4 waren 84 Loth erforderlich, ihn im Gleichgewichte zu erhalten, oder $\frac{1}{4}$ seines Gewichtes. Aus der Vergleichung dieser Resultate aber können wir eine andere und letzte Regel für die Construction guter und zweckmäßiger Wagen herauschließen, daß sie um desto vortheilhafter seyn werden, je weniger vom eigenen Gewichte nothwendig ist, sie auf schiefen Ebenen zu erhalten. Denn wird der Wagen bergauf gezogen, und er hat das möglichst geringste oder gar kein Bestreben selbst bei größeren Neigungen des Weges zurück zu rollen, so wird um desto weniger Unterschied seyn zwischen dem Zuge an horizontaler und schiefen Bahn, und es wird desto gleichförmiger die Zugkraft wirken können, ohne sie bedeutend an Anhöhen in Anspruch nehmen zu müssen. Dasselbe im Bergabfahren. Denn je weniger der Wagen hinauf zurückgestrebt mit einem Antheil seines Gewichtes in demselben Verhältnisse, mit demselben geringen Antheil der eigenen Schwere wird er hinabverlangen, und es wird eine desto geringere Kraft erforderlich seyn, dieses Hinabbestreben aufzulösen und zu annulliren, und so wieder eine gleichförmig leichte Bewegung wie an der horizontalen zu erstreben. Solche Construction würde besonders unsern gewöhnlichen Lastwagen sehr noth thun. Denn dadurch würden die ungemainen Auslagen vermieden, welche die häufige sogenannte Vorspannung in Anspruch nimmt; bergab

aber würde ein so starkes Bremsen nicht nöthig, wodurch, wie es jetzt eingerichtet erscheint, der Radschuh oder die Radperipherie, das Rad selbst und die Achse so bedeutend leiden. So würde auch das Pferd sehr geschont. Denn mehr als der Zug selbst, wirkt das Hemmen desselben ermüdend auf das Pferd ein, besonders bei der unvollkommenen Bespannung, wie sie an den gewöhnlichen Wagen sichtbar ist.

Endlich dürften einige Bemerkungen über die Schwerfälligkeit und Größe der Wagenkästen selbst nicht ohne Nutzen und Wichtigkeit seyn. An vielen Eisenbahnen geht man von dem Grundsatz aus, sehr geräumige Wagen zu construiren, daß sie eine große Anzahl Menschen fassen, und diesen die möglichsten Haltungen und Stellungen gestatten sollten. Allein dieß scheint mir mit der Ökonomie, dem Zweck und dem zu erstrebenden Maximum eines Vortheiles und Minimum des Nachtheiles nicht in Einklang zu stehen. Es widerspricht der Ökonomie, indem Höhe und Weite unnütz vergrößert, vieles an innerer und äußerer Ausstattung verschwendet wird. Es entspricht nicht dem Zwecke: indem die Dampffahrten nicht Luxus, Conversationen und Spaziergänge, sondern Reisen in weit entlegene Länder zum Ziele haben, und somit wie alle anderen Reisen bis jetzt in der besten und bequemsten Stellung des Leibes, der sitzenden unternommen werden müssen. Sie widerstreiten dem Maximum und Minimum der Vor- und Nachtheile: indem sie oft ein größeres Gewicht haben, als die Personen, welche sie bergen, durch diese Schwerfälligkeit die Zuglast unnütz vermehren, überdieß bald zu Grunde gehen nach dem alten Grundsatz, daß das Leichtere zweckmäßig construirt länger dauere, als das unzurechnende Schwerfällige. Die Eiche wird vom Sturmwinde entwurzelt, während das Rohr bei seinem ersten Andrang leichter sich schwingend stehen bleibt auf seinem Plaz. Große und schwerfällige Wagen erhalten in kürzester Zeit eine Flugkraft, die nicht so leicht zu hemmen ist; und wenn auch alle Räder zwischen den Bremsflößen eingeklemmt sind, so schieben sie sich schleifend an der Bahn noch immer fort. Bei der geringsten Steigung erlangen sie ein ungemeines Zurückbestreben, indem der Schwerpunkt alsbald

durch die vorderen Räder gehoben, und zwar um desto mehr gehoben wird, je weiter diese von den hinteren entfernt, d. h. je länger der Wagen ist. Die Bequemlichkeit leidet, indem viele und verschiedene Personen in einen Raum zusammengedrängt auf die verschiedenste Weise einander beengen und belästigen. Endlich aber ist nicht zu übersehen, daß für längere Fahrten die Zahl der Personen nicht so übermäßig seyn werde, um sie zu Hunderten in dergleichen Riesenwägen zusammenpferchen zu müssen. Eben so als die Locomotive müssen da auch die Wägen leichter und agiler werden. Wir können uns jetzt schon von der Wichtigkeit des eben Besprochenen und von dessen Zweckmäßigkeit überzeugen. Wenn wir die Daten der Personenfrequenzen, wie sie sich in den Sommermonaten des vorigen und des laufenden Jahres herausstellten, mit einander vergleichen, so können wir im Durchschnitte die zu befördernde Personen-Zahl für einen Tag uns leicht eruiren. Hierbei ist aber vor allem ja nicht zu übersehen, daß die Personenfrequenzen, wie sie sich bis jetzt an einigen neu eröffneten Bahnen herausstellten, wohl das größtmögliche Maximum seyn dürften, indem die Neuheit der Sache viele herbeizog, und so mehr ein Gegenstand des Luxus wurde, während bei längeren Bahnen nur Bedürfniß und höherer Zweck vorwalten dürfte.

Die besuchtesten der deutschen Bahnen sind:

Frankfurt - Wiesbaden	mit 83,620 Pers. im Mai 1842, und
	60,019 » » » 1843.
Kaiser-Ferdinands-Nordbahn »	68,108 » » » 1842, »
	60,144 » » » 1843.
Magdeburg - Leipzig	» 58,624 » » » 1842, »
	63,280 » » » 1843.
Karlsruhe - Mannheim	» 42,545 » » » 1842, »
	81,716 » » » 1843.
Wien - Gloggnitz	» 143,362 » » » 1842, »
	105,687 » » » 1843.

Es war wohl die Frequenz des vorigen Jahres etwas größer als im laufenden, doch wollen wir den Durchschnitt nach dem letzteren machen. Es sind auf diesen fünf Bahnen im Mai

370,846 Personen, somit im mittleren Durchschnitte beiläufig 74,000 Personen auf einer befördert worden. Dieß gibt nun für den Tag 2466 Personen. Nichten wir uns aber nach der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn, welche bis jetzt das eigentliche Muster für weitere Bahnen, und ihre Personenfrequenz so ziemlich der Durchschnitt für die künftigen Reisefrequenzen seyn dürfte, so kommen nur 2004 Personen und 5276 Zentner Güter auf einen Tag. Nehmen wir nur sechs Fahrten für den Tag, so sind diese Personen — 334 auf eine Fahrt — in 21 Wägen, jeder zu 16 Personen, recht gut untergebracht. Nur durch eine solche zweckmäßige ökonomische Einrichtung der Wägen wird es möglich gemacht, das Unnütze der Zuglast möglichst zu entfernen, der Locomotive die Bürde zu erleichtern, hiermit aber einen viel bedeutenderen Ueberschuß ihrer Zugkraft zu erzielen. Ein solcher muß aber angestrebt werden, wenn dieselbe oder noch größere Last als bis jetzt über horizontale und bedeutend schiefe Bahnen geschafft und somit ein gleichmäßiges Befahren ohne weitere Hindernisse und Beihilfen, wie an gewöhnlichen Straßen erzielt werden soll.

Was das Uebrige betrifft, darüber läßt sich keine Naturforschung anstellen, es ist auch ganz secundärer Natur. So sind wohl die Achsen, die Federn, worin der Wagenkasten hängt, und dergleichen Dinge mehr nicht zu übersehen, allein diese fallen in andere Sphären, mehr in das Gebiet des Handwerkers, nicht aber des Künstlers, der es mit den Hauptsachen, Hauptgesetzen und Kräften zu thun, diese vorzüglich zu überwinden, seinem Werke zinsbar und unterthänig zu machen hat. Doch im mechanischen Theile sollen auch diese Dinge zweiter Ordnung nicht unberücksichtigt bleiben, und so viel möglich und thunlich, sollen sie auch einige nähere Worte finden. Eben so werden die inneren Apparate zur Kräftezeugung und Kraftfortpflanzung nicht unberücksichtigt bleiben. Ihre Analogie mit andern ähnlichen Apparaten und Mechanismen wird uns zu ihrer Beleuchtung dienen.

So hätten wir denn die Hauptfacta und Hauptdata aus der Natur zusammengetragen, ohne deren Beobachtung und Kennt-

niß eine durchgreifende Verbesserung des Eisenbahnwesens unmöglich ist. Die Masse des hier Gegebenen könnte allerdings noch bedeutend erweitert, es könnte noch so mancher Bogen voll beschrieben, noch so manche Discussion aufgenommen werden. Dieß würde auch unserer schreibseligen Zeit, unserem mit Wenigem nicht zufriedenen Zeitgeiste entsprechend seyn. Allein warum denn diesem huldigen in einer Sache, die ohnehin nur eine Krankheit unseres Jahrhunderts ist? Dieses fordert freilich nur Vieles und Buntes durch einander: das ist nach seinem Geschmacke, das soll seyn das Großartige, das Staunenswerthe! Daher circuliren der dicken Bücher viele, die mit einem einzigen, und dieß oft mit einem fremden und schlecht verdauten Gedanken in ellenlangen Phrasen vollgestopft erscheinen. Allein das bereits Eruirte ist ohnehin schon deponirt und in Umlauf gesetzt: es bedarf keiner neuen Auflage und Aufnahme, höchstens nur dann, wenn es vergessen, mißverstanden, weniger geachtet seyn sollte, als es verdiente in Betracht seines Nutzens und seiner Größe. Ueberhaupt der Hauptzug unserer Zeit ist, nur Vieles für die Augen, nur Schimmerndes und recht Ausgedehntes; das ist, was sie großartig zu nennen pflegt. Sie weiß nicht, daß das Großartige gerade in dem Kleinen, Einfachen aber Vernünftigen und Gediegenen zu suchen sey; sie vergißt, daß die Masse keinen Werth besitze, wenn nicht vernünftige Ideen ihr zur Basis dienen. Daher kommt die massenhafte Aufschichtung des in unserer Zeit so mißverstandenen Künstlichen. Die Musik ist herabgesunken zur bloßen Lärmacherin: wenn Tausende von Kehlen und Händen, oder Hunderte von Lasten in Bewegung kommen, die Ohren übertäuben: desto haltvoller, desto künstlicher ihre Klänge. Sind die Säle überfüllt mit Hunderten von Producten der Chalcographie, Malerei und Plastik, der Kunst ist Genüge gethan; sie ist auf desto höherer Stufe, je größere Tafeln in kolossalen Rahmen, je größere Riesen den zu bezaubernden Kunstforscher von den Wänden und Gerüsten anstarren. Aber wie verkleinern sich die gewaltigen Riesen und wie schrumpfen sie zusammen zu winzigen ungeformten Zwergen, wenn man das Maß der Vollkommenheit, was die Schönheit ist, an sie angelegt.

Solcher Geist weht auch im künstlich-mechanischen Gebiete. Die Menge, die Größe, ohne Zusammenhang und Gehalt, das Bunte ohne vernünftigen Grund und ohne weise Sparsamkeit ist ihr Palladium; von Tausenden möchte ein jeder seinen Beitrag hinzuthun zu einem Werke, sein Schärfein hinzuhängen, und so wird in kurzer Zeit ein sonst erhabenes großartiges Werk ein buntgefärbter Popanz, zwar voll klingender Schellen, jedoch ein markloses Gerippe. Dem blöden Auge ist es gefällig anzusehen, und das Ohr ist gar sehr erfreut über den großen Lärm, wenn es allenthalben spiegelt, glänzet und rauschet. Der Geist aber, der denkende, der mit der Schelle unzufriedene, gleitet an dem äußeren Nebel ungerührt vorüber, und würdiget den Glitter keines Blickes. Ihm ist nur zu thun um den Kern, um die Wurzel, um das Herz. Er ist unruhig und unzufrieden, so lange er nicht das Innere durchschaut und das Keelle in seiner Wirksamkeit begriffen; wenn er Fehler, Mißgriffe und Mängel entdeckt, so schmerzen sie ihn und stacheln ihn zu neuer Thätigkeit. Er sinnt und forscht nach neuen Mitteln, nach neuer Hilfe, nach bessern, zweckdienlicheren Formen und ihren Verbindungen. Ihm thut am meisten die unnütze Menge die bunte Hülle weh. Denn wenn er Umschau hält unter den Myriaden der Kreaturen und der Räume, in denen sie sind und leben und lebend sich kreisen, so bemerkt er überall nur Vernünftigkeit, verbunden mit höchster Ökonomie, was der wahre Ausdruck, das echte Bild ewiger Weisheit. Im eigenen Leibe wenn der Mensch geforscht, welche Mannigfaltigkeit der Entwicklungen und Bewegungen, so daß dieser mit Recht der möglichst agilste, der prompteste Diener genannt werden kann, und doch überall höchste Einfachheit und möglichste Ökonomie. Wie vielseitig ein Skelett und doch wie einfach! kein Bein, keine Form an ihm ohne tiefen Zweck für sich und für andere! Welche furchtbare Massen am sichtbaren Himmel, und wie einfach sind sie gegen einander geneiget, um im ewigen Kreisen Leben und Bewegung von einander zu empfangen.

Sehen wir dagegen die Dampf-Locomotive an, und halten wir sie an die vom ewigen Geiste uns vorgezeichnete Sparsam-

keit und Zweckmäßigkeit. Viel Glitter, viel Glanz, und dennoch kein Gehalt. Es beeilen sich Hunderte, ein jeder ihr fein Bildchen und seinen Namen anzuhängen, den die Maschine tragen soll in die weite Welt. Der eine ideell durch Rechnung, der andere wirklich durch Mechanik und Ausführung. Bald wird mit dieser Form diese Lücke ausgefüllt, bald mit jener wieder eine andere. Auch für Unnützes und Unmögliches besondere, oft lächerliche Gestalten *). Wenn das der Weg wäre, der vernünftige, und wenn der Ewige ihn sollte gewandelt haben, als er das große Werde rief, welches Ansehen würde sein Werk erhalten haben? Wenn er, um ein Beispiel zu geben, an dem Pferde so gemodelt hätte und ihm Formen angeschaffen, jede besonders für besondere Verrichtungen und Bedürfnisse, welche Gestalt würde es jetzt haben? Für den Anfang seines Ganges eine Form, für die Dauer und für das Einhalten eine zweite und dritte, für den Lauf über horizontale eine vierte, für die Bewegungen über schiefe Ebenen hinauf und hinab, für den Zug eine fünfte, sechste und siebente u. s. f., wohin würde es gekommen seyn? würde sich die unnütze bunte Menge nicht wieder selbst gehemmt und die Wirksamkeit des Ganzen aufgehoben haben? Wenn Er das Zusammenhalten der Monde, Planeten und Sonnen, der Systeme erster und größter Ordnung unter und mit einander durch eben so viele Hilfsmittel bewerkstelliget hätte, als es Zwecke gibt, welches Bild ewiger Verwirrung und Zerrüttung würde es uns liefern! Das Zwecklose hat keinen Werth, und die bunte Vielheit, wenn sie unnöthig, ist sogar nachtheilig und hindernd.

Hat uns der Herr in seinen Werken den Weg der Zweckmäßigkeit und doch dabei der höchsten Sparsamkeit selbst vorgezeichnet, so wäre es Wahnsinn, ihm darin nicht nachzufolgen, leiblich und geistig solcher Weisheit, solcher Vernünftigkeit nicht nachzueifern. Wenn schon der große Plato spricht, daß die Dinge

*) So nahm vor einigen Jahren Jemand in England ein Patent auf eine Vorrichtung, mittelst welcher ein zufällig auf der Bahn liegender Mensch von der Locomotive leicht aufgehoben, und wie das Kind in den Mutterarmen wohlbehalten und sicher vorwärts getragen werden könnte.

Träger sind höherer Ideen, die aus dem Jenseits in sie herüber gepflanzt wurden; — wenn der Apostel sagt: »Daß das Unsichtbare des Herrn von der Schöpfung an durch das, was gemacht worden, vernünftig geschaut werde, nämlich seine ewige Kraft und Göttlichkeit,« wie sollte der Mensch diesem Unsichtbaren sein vernünftig Auge nicht erschließen, um es zu beschauen, in sich aufzunehmen, nachzuahmen und sich dessen zu erfreuen?

So hätten wir denn gleichfalls durch die Beschauung der Natur, wie sie in diesen Blättern vorgenommen worden, so manches zu Gunsten unseres eisernen Automotors angeführt, und große Einfachheit in der Einrichtung seiner obzwar so vielfältig wirkender Formen an jenen Gebilden der Schöpfung geschaut! Doch hiermit trotz der solchermassen eruirten Geseze und goldenen Regeln ist der Schritt zur gleichförmigen Einrichtung der Locomotive noch nicht eingeleitet. Zwischen der Beobachtung und Beschauung der Natur und der Übertragung des Gewonnenen auf menschliche Werke ist noch eine große Kluft, und nur eine Brücke verbindet die Gränze des einen und des andern Gebietes, vermittelnd den Übergang, und diese ist keine andere als die prüfende Vernunft. Das von der Natur den äußeren Sinnen Dargebotene, das selbst verständig Aufgefaßte muß noch einmal dieser höheren Richterin, dem Geiste als solchen zur nochmaligen scharfen Durchforschung und Sonderung vorgelegt werden. Er verbindet erst die Thatfachen, und bringt sie unter bestimmte Principien; er durchheilet mit ihnen das Reich der Möglichkeit und Wirklichkeit. Er hält fest unaufhörlich in seinem prüfenden Bewußtseyn nur das Princip, die Idee, und sucht nun in der anderen Sphäre, wohin sie verpflanzt, wohin sie wirksam übertragen werden soll, nach den Mitteln; er forscht nach den Formen, in die sie gekleidet werden sollen. Bloß den Schenkel des Pferdes, oder den Fuß des Menschen kopiren, und auf die Locomotive anwenden wollen, wäre eben so unvernünftig als lächerlich. Was die vorgeschlagenen Pferdefüße für Bergfahrten der Locomotive für einen Erfolg gehabt, ist jedermann bekannt. Der Gang eines organischen Wesens läßt sich nie genau nachahmen, man ersieht an solchen Kopien die Unvollkommenheiten beim ersten Blick; um desto weniger kann die äußere Sache ohne dem Bewußtseyn ihrer inneren Ein-

richtung angewendet, wie und wo immer wirksam seyn. Die Locomotive kann nie anders als mittelst bloßer Räder in Gang gebracht werden, ohne weitere Anhängsel, Beihilfe und Kunstgriffe, wie man sie anwenden wollte, die aber alle mißlingen. Aber innerhalb dieser Räder lassen sich jene Geseze und Bewegungsprincipien organischer Wesen anbringen, und zwar wieder nur innerhalb der von der Möglichkeit und Mechanik vorgezeichneten Grenzen. Eben so wenig läßt sich mit den Schienen in ihrer Anzahl und Form eine Veränderung vornehmen, wenn man nicht anderweitige Zwecke und das Gesez der möglichsten Sparsamkeit und das der Einfachheit verletzen will. Zwei Schienen sind hinlänglich, dem Zuge Festigkeit und Standfähigkeit zu geben: sie können weder gezahnt, noch durchbrochen, noch von der Erde erhöht, oder vermehrt werden. Ebene und Berg müssen gleich seyn, mit derselben Bahn gedielet, wenn nicht Zeit und Mühe verschwendet werden sollen. Die Radperipherien müssen so glatt wie die Schienen seyn. Alles darüber ist Kunstgriff ohne Beachtung des Ganzen, isolirt und somit bloßes Flickwerk, ein äußerer Flitter.

Daher ist es unumgänglich nöthig, in der Natur der Sache begründet, daß man die am Wege der Erfahrung gesammelten Thatsachen im Geiste sammle, unter eines vereinige, noch einmal prüfe, und zwar mit Hülfe der Wissenschaft der Formen quantitativer und räumlicher, als der der äußeren Natur zum Grunde liegenden Verhältnisse, die man die mathematische zu nennen pflegt. Dann lichtet und sondert sich die Menge des Angeschauten und Aufgefaßten; sie wird immer einfacher, dem Geiste zugänglicher, seinem Bewußtseyn bekannter. Er gelangt hierdurch zur Überzeugung, daß die so und so wirkenden Principien und Formen allgemeine Geseze sind, die wohl bis jezt nur der oder jener Kreatur eigen gewesen; daß sie aber auch unter gewissen Umständen anderen Dingen angepaßt und angeeignet werden, und in ihnen eben so wirken können, wie sie zuvor seit Anbeginn gewirkt. Ja er gelangt zur Einsicht, daß sie sogar hier mehr zu leisten vermögen als dort, und tüchtiger wirken; weil sie dort nur secundär, nicht Urzweck gewesen, hier aber als Hauptzweck hineingelegt, und mit allem Möglichen für diesen und seine Verschiedenheiten und Zufälle ansgestattet werden können.

Diese Gründe in Erwägung gezogen, wird es nun viel klarer, was wir in den Präliminarien nur andeuten konnten, warum wir in unserem System einen mathematischen als vernünftig prüfenden Theil unterschieden haben. So muß jeder mechanische Künstler, jeder Erfinder in solcher Bahn wandeln, wenn er nicht ins Ungewisse auf gut Glück hinaussteuern will, sondern so wirken, wie es der Apostel von sich selbst ausgesprochen: » und ich richte ein meinen Lauf nicht wie ins Ungewisse, und ich kämpfe, nicht aber wie mit Luftstreichen. « Es wäre vielleicht, wenn dieser Weg immerfort würde eingehalten worden seyn, so manches Große mehr auf dieser Erde geleistet worden, und es würde bequemer schon hier zu wohnen seyn. Allein die meisten eilten alsogleich, kaum von einer guten Idee, in der Natur wahrgenommen, ergriffen, zur Ausführung, opferten oft Leben und Vermögen auf, ohne sie ins Werk gesetzt zu haben. Hätten sie vorher noch geprüft, und nicht gleich durch Hammer und Feile den Geist gefesselt, sie würden gewiß Vieles und Schönes ins Werk gesetzt haben. Ein Beyspiel haben wir wieder in neuester Zeit an der archimedischen Schraube. Die Räder der Dampfschiffe sind unstreitig ein sehr unvollkommenes Treibmittel, und werden es immerfort bleiben; da hat denn Einer zum Studium der Natur sich gewendet, und sehr wahrscheinlich von dem schraubenförmig sich windenden Schweife des Fisches seinen Apparat abgenommen. Allein hätte er tiefer geforscht, er würde zur Einsicht gekommen seyn, daß der Schweif nicht die Maschine zum Schwimmen, sondern bloß zum Reguliren seiner Bewegungen sey, der Grund der Leichtigkeit und Schnelligkeit des Schwimmens ist ein ganz anderer; dieser müßte genau geprüft, und dann erst angewendet werden. Die Folgezeit wird es uns lehren und deutlicher machen.

In Anbetracht des eben Gesagten verlassen wir demnach das Feld der Forschungen, um das der Prüfung zu betreten; die weiteren Fakta, die hierher einschlagen, der Nachholung aus so vielen trefflichen Werken, die in diesem Fache bereits erschienen sind, überlassend.







