

jenes so, warum kann das und jenes nicht anders sein? Es will zum geistigen Erfassen der Technik erziehen, es will anregen, die Dinge nicht einfach als gegeben anzunehmen, sondern sie zu prüfen, sie nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu erkunden, es will verhüten, die Kräfte an unmögliche Erfindungen zu vergeuden, und will zeigen, dass ein selbständiges Erfinden, Verbessern und Neukonstruieren nur dann möglich ist, wenn der Unternehmungslustige seine Ideen auf den unumstösslichen Naturgesetzen aufbaut. Dass uns das Museum diese Naturgesetze und ihre Anwendung so klar und eindringlich vorführt, ist mit eines seiner besten Verdienste. Es wird manchen Denker ins Leben rufen.

Die eine der also noch vorzunehmenden physikalischen Abteilungen nennt sich: Massenanziehungsgesetz und die drei Bewegungsgesetze von Newton. Das erste auch Gravitationsgesetz genannt, enthält bekanntlich die wichtige Lehre von der Schwerkraft; es hat Newton für alle Zeiten unsterblich gemacht. Der grosse Gelehrte erkannte, „dass die Kraft, die den Apfel zur Erde zieht, dieselbe ist, die die Planeten in ihrem Lauf regiert“. Diese Kraft besteht nach Newton in einer zwischen allen Weltkörpern wirkenden Anziehungskraft, der allgemeinen Massenanziehung. Auch den Betrag der Anziehungskraft berechnete er und stellte den Satz auf: Die Anziehungskräfte verhalten sich direkt wie die anziehenden Massen, und umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen. Diese Erkenntnis musste Newton natürlich auch dazu führen, sich mit den Gesetzen des freien Falls und mit den Bewegungsgesetzen überhaupt zu beschäftigen. Er formulierte zunächst das Gesetz der Trägheit, nach dem Körper, die sich in Bewegung befinden, sich ewig fortbewegen (z. B. die Himmelskörper) müssen, sofern nicht äussere Hindernisse die Bewegung aufheben, und dass jeder Körper so lange ruhend verbleibt, bis er von einer Kraft zur Bewegung gezwungen wird. Hieraus schloss Newton, dass ein Körper, von einem sich schneller als die Erdoberfläche bewegenden Ort (z. B. einer Turmspitze) fallend, der Erde voraneilen und ostwärts vom Turm niederfallen müsse, während man früher annahm, dass fallende Körper hinter der rotierenden Erde zurückbleiben müssten. Die Annahme Newtons bestätigte sich aber erst 1802, als Benzenberg in Hamburg bei seinen Fallversuchen eine östliche Ablenkung des Körpers von 3,09 Pariser Linien konstatierte.

Das zweite Bewegungsgesetz Newtons spricht aus, dass die Aenderung des Bewegungsmomentes (=Produkt aus der Masse des Körpers und seiner Geschwindigkeit) gleich ist der auf den Körper wirkenden Kraft, und dass die erzeugte Beschleunigung die Richtung der Kraft hat. Oder mit einfacheren Worten: Kraft=Masse mal Beschleunigung. Da nun eine Kraft stets zwischen zwei Körpern wirkt, so ruft ihre Wirkung in allen Fällen eine ihr gleiche Gegenwirkung nach entgegengesetzter Richtung hervor. Ueberall, wo z. B. ein Druck ausgeübt wird, erleidet auch der drückende Körper von dem gedrückten einen Gegendruck (Zug und Gegenzug u. s. w.). Dass beide einander gleich sind, das festzustellen, war ein weiteres Verdienst Newtons. Er stellte sein drittes Bewegungsgesetz auf und sagte: Jede Wirkung erzeugt eine gleiche Gegenwirkung (Reaktionsgesetz).

Zur Erklärung dieser Gesetze stehen im Museum folgende Lehrmittel zur Verfügung: Eine Reaktionsmaschine aus dem Besitz der Akademie der Wissenschaften in München, eine Schlagwage (zur Demonstration des Prinzips von Wirkung und Gegenwirkung) und eine Schlagmaschine mit Rammklotz und Hammer. Einen Beitrag zum Verständnis des Trägheitsmomentes liefert ferner der Präzessionsapparat von Fessel (dem Museum im Original gestiftet von E. Leybolds Nachfolger, Köln a. Rh.). Dieser Apparat dient zur Vorführung der Gesetze der freien, das ist, in ihrer Lage nicht festgehaltenen Achsen und ihrer Anwendung auf die Richtungsänderung der Erdachse im Weltraum. Bekanntlich rücken die Nachtgleichen- (Aequinoctial-) Punkte langsam auf der Ekliptik vor (Präzession). Newton erklärte diese seit 134 v. Chr. bekannte Erscheinung mit der Anziehung, die Sonne und Mond auf den abgeplatteten Erdkörper ausüben. Das heisst: Die die Anziehung ausübende Masse (Sonne), die sich ausserhalb der Ebene des sozusagen verstärkten Aequators befindet, sucht die genannte Ebene so zu drehen, dass sie nach

der anziehenden Masse (Sonne) hin zu liegen kommt. Die Rotation der Erde wirkt aber diesem Bestreben entgegen und veranlasst die Erdachse unter Beibehaltung ihrer Neigung, die Richtung zu ändern. Wie eine freie Achse unter Einwirkung einer Kraft allmählich eine Richtungsänderung annimmt und einen Kegelmantel beschreibt, sehen wir auch an der Wirkung des Bohnenbergerschen Maschinchens, das die Sammlung in Gestalt eines Exemplars aus den Händen von Ohms Vater besitzt. Eines der vielen ehrwürdigen Stücke des Museums. Bohnenberger (1765 bis 1831), ein Württemberger, war, nebenbei gesagt, erst Pfarrvikar, dann Professor der Mathematik.

Anschliessend an Newtons Bewegungsgesetze wird der Gedanke entwickelt, dass die in Bewegung gesetzte Kraft auf ihrem Weg einen Widerstand zu überwinden hat, und dass die Kraftwirkung (mechanische Arbeit genannt) stets ebenso gross ist, als die verbrauchte Arbeit. Zwei schön gearbeitete kunstreiche Maschinen sollten allerdings zeigen, dass durch eine Maschine Arbeit aus nichts geschaffen und ununterbrochen aus sich selbst erzeugt werden könne; sie können aber nur das alte Kapitel wiederholen, dass die Arbeit, die von einer Kraft zur Ueberwindung eines Widerstandes mittels einer Maschine verrichtet wird, stets ebenso gross ist, wie die Arbeit, die die Kraft auch ohne Anwendung der Maschine hätte verrichten müssen. Durch die Maschine wird ja niemals eine Vergrösserung der Arbeit erreicht, eher ein Arbeitsverlust durch die Ueberwindung der Reibungswiderstände. Das eine der beiden Perpetuum mobile, denn um solche handelt es sich ja, sollte in Bewegung geraten durch die Wirkung der Schwerkraft einiger Messingpendellinsen, die, auf einer Art Wasserrad montiert, ihre umgekippten Gegenlinsen soweit herumreissen sollten, bis diese über die Scheitelhöhe gedreht, über das Scharnier hinausfallen und mit ihren nunmehr verlängerten Radien die jetzt links liegenden einwärtsgekippten Linsen (die leichtere Hälfte) heben würden. Das zweite Perpetuum mobile (Stiftung des Herrn Kommerzienrat Bernheimer, München) stellt ein Pumpwerk vor, sehr sinnreich und erfinderisch aus Holz gefertigt, mit Kolben und Stangen, Hebeln und Rädern u. s. w., ein schönes Werk, das wohl vorzüglich funktionieren würde, wenn ihm nicht die Hauptsache, die Triebkraft fehlte.

Wir gelangen zur nächsten Abteilung: Gesetze der Zentralbewegung und ihre Anwendung. Die Gesetze für die Kreisbewegung stellte 1673 Huygens in seiner Schrift: „Horologium oscillatorium“ auf. Wenn ein Körper, der sich in bestimmter Richtung gleichförmig bewegt, von einem nicht in dieser Richtung liegenden Punkte durch eine stetig wirkende Kraft angezogen wird, so wird seine Bahnlinie gesetzmässig gekrümmt. So lautete sein Hauptsatz. Die anziehende Kraft nennt man hier bekanntlich Zentripetalkraft, sie ist die ausgeübte Kraft, der ausgeübte Zug, die Wirkung. Die Gegenwirkung, die ein Körper bei einer Kreisbewegung ausübt, wird mit Schwungkraft, Zentrifugalkraft, bezeichnet. Auch hier sind Wirkung und Gegenwirkung einander gleich. An verschiedenen Demonstrationsmodellen kann sich der Museumsbesucher von der Wirkung und Anwendung der Zentralbewegung überzeugen. Da ist eine grosse Zentrifugalmaschine von s' Gravensande (1742), an der je nach den Umdrehungsgeschwindigkeiten nach Körpermasse und Halbmesser der Bahn die Schwungkraft von Kugeln ersehen werden kann, ferner kann Gleichgewicht der Schwungkraft beobachtet werden, wenn die Abstände der Kugeln von der Drehungsachse sich umgekehrt verhalten wie die Gewichte der Kugeln. An anderen Modellen sehen wir die Schleifenfahrt einer Steinkugel in einer posthornförmig gebogenen Rinne (das sogen. „looping the loop“), nebenan ein Kugelgerüst aus elastischen Blechstreifen, das beim Antrieb eine starke Abplattung (und Abnahme der Schwerkraft) zeigt (Folge der Achsendrehung). Die Annahme von der Abplattung der Erde wird hier durch das einfache Maschinchen ohne weiteres zur Gewissheit. Die Anwendung der Zentrifugalkraft auf Flüssigkeiten lässt sich an einem Fischglas erkennen, dessen Inhalt (Quecksilber und Wasser) je nach der Schwere mehr oder minder in die Ausbauchung des Gefässes hinaufgetrieben wird. Eine hölzerne Zentrifugalpumpe zeigt die originelle Lösung, wie Wasser mittels Schaufelrinnen, in Kegelform angeordnet, rasch gehoben werden kann.