

MASSEPUNKTE IN BEWEGUNG

Mechanische Systeme

Die Modelle der Mechanik gründen auf Idealisierungen. Unsere alltägliche Welt, voller Störeffekte und kaum mathematisch elegant modellierbarer Phänomene wird von ihnen nicht eingefangen. Um zu sehen, warum und wie weit die Modelle diesen Phänomenen trotzdem angemessen sind, werden die Störeffekte in Laborsystemen ausgefiltert. Doch ein Laborsystem kann nie am Anfang der Untersuchung stehen. Zuerst müssen die möglichen Störeffekte überhaupt als solche konzeptualisiert werden. Die Galilei'sche Aussage beispielsweise, dass alle Körper unabhängig von ihrer Masse im Schwerfeld gleich schnell fallen, ist ein solches Absehen von »störenden« Gegebenheiten der Alltagswelt. Lässt man einen leichten und einen schweren Körper aus gleicher Höhe fallen, so wird das gewünschte Ergebnis im Allgemeinen nicht erzielt werden: Die fundamentale Aussage über den freien Fall lässt sich somit nicht aus der »Erfahrung« ableiten. Man denke nur an das Standardbeispiel von Feder und Stein, die gleich schnell fallen sollen. Sind Störeffekte aber erst einmal ausgemacht, lassen sich Laborbedingungen ersinnen, die auf experimentelle Evidenzen führen können. Galileis Idee, zwei gleichgroße Stücke aus verschieden schwerem Material anzufertigen, ist ein Verfahren zur Ausfilterung von Störeffekten. Die Erzeugung eines Vakuums, also die Entfernung des Luftwiderstandes, ist ein anderes.

Ein weitgehend störungsfreies System ist das der himmlischen Sphären, also der Fixsterne und Planeten. Entsprechend entwickelt sich auch die Astronomie zur ersten Leitwissenschaft, in der auf Geometrie und Arithmetik basierende Modelle von Anfang an beherrschend sind. Die Forderung nach Sphären und Kreisbahnen, auf de-



Galileo Galilei (1564–1642), kolorierte Zeichnung von Ottavio Leoni. Der Topos vom ›Buch der Natur‹ hatte bereits eine lange Geschichte, als Galileo Galilei festhielt, dass dieses Buch in der Sprache der Mathematik abgefasst sei: Nicht zuletzt in dieser Einsicht lag der Durchbruch zur neuen Wissenschaft der Mechanik beschlossen.

nen die Planetenbewegung erfolgen soll, stammt weniger aus der Beobachtung, als vielmehr aus der pythagoräischen Idealvorstellung vom Kreis als optimaler Flächenform und der Sphäre als optimalem Körper. Darüber hinaus erfordern die komplizierten Rückläufigkeiten und Stillstände, die man bei der Planetenbewegung beobachtet, eine Aussage über Rotationen des Gesamtsystems: Beispielsweise die Behauptung, die Erde ruhe in der Mitte des Universums und alle anderen Körper umkreisen sie.

Auch der Gegenstandsbereich der Astronomie ist mechanisch. So war es die große Leistung Newtons, die Systeme der irdischen Mechanik, die Galilei (Fallbewegung) und Huyghens (Pendelbewegung) bereits beschrieben hatten, mit denen der Himmelsmechanik – wie durch Kepler beschrieben – in einem einheitlichen formalen Zugang zu vereinigen. Möglich wurde das durch seinen Kräfteansatz: Die Newton'sche Mechanik setzt die Bewegungsänderung den auf den Körper wirkenden Kräften gleich. Damit kann eine Bewegung genau dann beschrieben werden, wenn alle in einem System wirkenden Kräfte bekannt sind, das heißt angegeben werden können. Die Lösung der Newton'schen Kraftgleichung ist dann die so genannte Bewegungsgleichung. Diese beschreibt die Bewegung von Massen in Raum und Zeit. Von besonderem Interesse sind dabei die Kräfte, die auf jede Masse wirken: Trägheitskraft und Gravitation.

Mathematische Beschreibung

In mechanischen Systemen wird die Wirkung von Kräften auf Objekte betrachtet, die eine bestimmte Masse m besitzen. Häufig werden diese Objekte als Massepunkte beschrieben. Ein Massepunkt ist ein Körper, dessen Ausmaße und Feinstruktur man bei der Beschreibung seiner Bewegung vernachlässigen kann. Man sieht also von Form, Größe und Drehbewegung des Körpers ab und betrachtet nur seine Bewegung im Raum. Ein Planet kann beispielsweise dann, wenn es