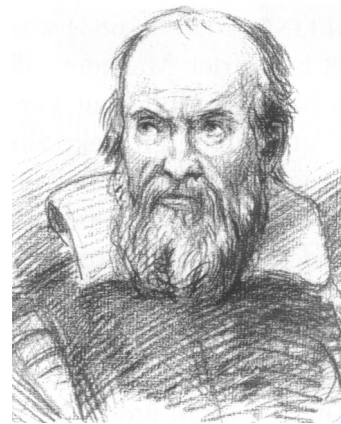

Freier Fall

Als ein sehr wichtiger Vertreter der im 16. Jahrhundert aufkommenden naturwissenschaftlichen Arbeitsweise gilt GALILEO GALILEI (1564 – 1642), der sich u. a. auch mit dem freien Fall beschäftigte.

Die Untersuchung des freien Falls durch Galilei

- Der freie Fall ist eine konstant beschleunigte Bewegung mit der Beschleunigung $a = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Man schreibt für die Erdbeschleunigung zu Ehren Galileis auch $\mathbf{g} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Es gilt also das bekannte Weg-Zeit-Gesetz: $h = \frac{1}{2}gt^2$ (mit h : Fallhöhe).
- Im Gegensatz zu Aristoteles fallen nach Galilei alle Körper – unabhängig von ihrer Gewichtskraft – gleich schnell.
- Schon bei Galilei taucht die vage Vermutung auf, dass zwischen irdischer und himmlischer Bewegungslehre kein Unterschied ist.



Zur experimentellen Stützung seiner Aussagen konnte Galilei den freien Fall nicht direkt untersuchen, da die genaue Messung der kurzen Fallzeiten zu seiner Zeit noch nicht möglich war. Er untersuchte daher einen verlangsamten freien Fall indem er eine Kugel eine schiefe Ebene herab rollen ließ. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse übertrug er auf den lotrechten Fall, da die Bewegung einer Kugel auf einer immer steiler geneigten schiefen Ebene dem freien Fall sehr nahe kommt.

Galileo Galilei stand der Mechanik des Aristoteles besonders kritisch gegenüber. Einer seiner Schüler Vincenzo Viviani schreibt:

„Und dann wurden zum Entsetzen aller Philosophen viele Schlussfolgerungen des Aristoteles¹ von ihm (Galileo) durch Experimente, solide Beweise und Erörterungen als falsch erwiesen. Schlussfolgerungen, die bis dahin für absolut klar und unzweifelhaft gehalten wurden, wie unter anderem, dass die Geschwindigkeiten von bewegten Körpern desselben Materials, aber ungleichen

¹Nach der Ansicht von Aristoteles fällt ein Stein von Natur aus zu Boden, weil sein „natürlicher Ort“ unten ist. Der Stein trachtet stets danach seinen natürlichen Ort einzunehmen und ist daher von sich aus bestrebt, zu Boden zu fallen. Schwere Körper drängen stärker nach unten als leichte.

Gewichts, die sich durch dasselbe Medium bewegen nicht wechselseitig das Verhältnis der Gewichte beibehalten, wie von Aristoteles gelehrt, sondern dass alle sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen. Er demonstrierte das von der Höhe des Campanile von Pisa in Gegenwart von anderen Lehrern und Professoren und der ganzen Studentenschaft.“

Durch eine sehr geistreiche Überlegung (ein so genanntes **Gedankenexperiment**) zeigte Galilei, dass die Aussagen des Aristoteles über den freien Fall zu einem Widerspruch führen müssen. In seinem Buch „De motu“ schreibt er:

„Nehmen wir an es gibt zwei Körper des gleichen Materials, der größere ist A, der kleinere ist B. Nehmen wir – falls möglich – wie von unserem Gegner behauptet, an, dass A schneller fällt als B. Wir haben dann also zwei Körper, von denen sich einer schneller bewegt. Dann würde sich eine Vereinigung beider Teile, unserer Annahme entsprechend, langsamer bewegen als derjenige Teil, der sich allein schneller bewegt als der andere. Wenn also A und B vereint werden, würde die Vereinigung sich langsamer als A allein bewegen ...“

Da aber andererseits die Vereinigung von A und B schwerer ist als A alleine müsste dieser „Kombikörper“ nach Aristoteles noch schneller als A fallen. Somit tritt ein Widerspruch auf, der die Theorie des Aristoteles in Frage stellt.

Aufgabe

- a) Leite anhand des folgenden Beispiels für den freien Fall die allgemeinen Formeln für die Fallzeit t und die Fallgeschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Fallhöhe h her.
Von der Spitze des Eiffelturms ($h = 300$ m) wird ein Stein fallen gelassen. Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit schlägt er auf den Erdboden auf? (Der Luftwiderstand ist zu vernachlässigen.)
- b) Löse die Aufgabe: Von der Spitze eines Turms lässt man einen Stein fallen. Nach $t = 4,0$ Sekunden sieht man ihn auf den Boden aufschlagen.
- Wie hoch ist der Turm?
 - Mit welcher Geschwindigkeit trifft der Stein auf den Erdboden auf?
 - Nach welcher Zeit hat der Stein die Hälfte seines Fallweges zurückgelegt?
 - Welche Zeit braucht der Stein zum Durchfallen der letzten 20 m?
- c) Entwickle einen Versuch zur experimentellen Bestimmung von g , führe ihn durch und fertige ein Versuchsprotokoll an! Beachte dazu auch die *Hinweise zur Protokollführung*.