

1687 erschien Isaak Newtons Werk „Philosophiae naturalis principia mathematica“. Darin werden unter anderem die drei Grundsätze (Axiome) der Bewegung formuliert.

1.) Das Trägheitsgesetz (Lex prima / 1. Newtonsches Prinzip / 1. Newtonsches Axiom) :

*Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung, solange keine (äußere) Kraft auf ihn einwirkt, bzw. die Summe aller äußeren Kräfte gleich Null ist!*

Das heißt : Alle Körper setzen jeder Veränderung von Richtung und Betrag ihrer Geschwindigkeit einen Widerstand entgegen. Dieser Widerstand (die Trägheit) muss durch eine Kraft überwunden werden, wenn die Bewegung geändert werden soll ! **Das Maß dieser Trägheit ist die physikalische Größe Masse !!!**

**Beispiel 1 :** Ein Fahrzeug soll seine Richtung ändern (Kurve) ; also muß er durch eine Kraft (Reibungskraft zwischen Rädern und Straßenbelag) dazu gezwungen werden. Ist diese Kraft zu klein (nasse, verschmierte, vereiste Fahrbahn z.B.) bewegt sich das Fahrzeug fast geradlinig weiter → evtl. in den Straßengraben).

**Beispiel 2 :** Bei einem Aufprall wird der Insasse eines Fahrzeugs nicht nach „vorn“ geschleudert! Er will sich einfach weiter geradlinig gleichförmig weiterbewegen! Daran wird er indessen durch Fahrzeugteile (Lenkrad, Windschutzscheibe o.ä.) gehindert, die ja plötzlich stillstehen. Diese Teile üben dann auf den Körper diejenige Kraft aus, welche ihn dann auch abbremsen. Diese Kraftwirkung kann zu Verletzungen führen.

**INERTIALSYSTEME** nennt man diejenigen Systeme, in welchen dieses Gesetz gilt; d.h. alle Systeme, welche sich geradlinig gleichförmig bewegen oder in Ruhe sind!

Wovon ist nun die Größe dieser Kraft, welche die Bewegung ändert (oder ändern soll) abhängig ?

Auskunft gibt das :

2.) Grundgesetz der Dynamik (Lex secunda / Newtonsches Grundgesetz / 2. Newtonsches Axiom)

$F = m \cdot a$  , Vektorschreibweise :  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$  Für die Gewichtskraft (das Gewicht) gilt analog :

$F_g = m \cdot g$  bzw.  $G = m \cdot g$

(Da g vom jeweiligen Ort (Höhe über Null, andere Himmelskörper usw.) abhängt, nennt man es auch den Ortsfaktor“)

Ohne besondere Hinweise benutzt man für die Erde einen Mittelwert von  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , welchen man als „Normalfallbeschleunigung“ bezeichnet !)

Die Beschleunigung a ist definiert als Änderung der Geschwindigkeit pro Zeit. Ist also  $F \neq 0$ , muß auch  $a \neq 0$  sein, denn die Masse m kann ja nicht 0 sein ! Damit ist auch die Schlußfolgerung klar :

Bei jeder Änderung der Geschwindigkeit (Betrag, Richtung) ist also die Ursache eine Kraft!

- Mögliche Aufgabenvarianten :
- |                  |         |
|------------------|---------|
| 1) geg : F und m | ges : a |
| 2) geg : m und a | ges : F |
| 3) geg : F und a | ges : m |

Aus der Kinematik sind die Gleichungen bekannt, welche die Größen von Translationsbewegungen (s, t, v, a,) bzw. Größen von Rotationsbewegungen (σ, t, ω, α) miteinander verknüpfen. Gegebenenfalls muss erst a berechnet werden, oder a ergibt sich aus  $a = F / m$ ; und dann erst können mit Hilfe der entsprechenden Gleichungen Wege, Geschwindigkeiten, Drehzahlen usw. berechnet werden.

Bei der Bewegung von Fahrzeugen wird oft eine **notwendige Kraft** berechnet, und dann gefragt, ob sie zur Verfügung steht! **Beispiel :** Ein Fahrzeug mit einer bestimmten Masse soll in einer bestimmten Zeit auf einem gegebenen Weg abgebremst / beschleunigt werden! Dazu bedarf es einer gewissen Kraft. Steht diese Kraft zur Verfügung ? (Reibungskraft beim Bremsen; Reibungskraft und Motorkraft beim Beschleunigen) Wenn das nicht der Fall ist, welche Schlußfolgerungen ergeben sich für die geforderten Wege, Zeiten, Kräfte, Geschwindigkeiten usw.?

Im Newtonschen Grundgesetz ist übrigens das Trägheitsgesetz als Sonderfall schon enthalten, denn wenn gilt :

$F = 0$  folgt daraus  $m \cdot a = 0$  und daraus folgt wieder  $a = 0$ , denn m kann ja nicht Null sein !

ein Körper aber mit  $a = 0$  ist entweder in Ruhe oder er bewegt sich geradlinig gleichförmig !

3.) Das Wechselwirkungsgesetz : (Lex tertia / Wechselwirkungsprinzip / 3. Newtonsches Axiom)

Es gibt hier eine Reihe von verschiedenen Formulierungen, welche jedoch inhaltlich das Gleiche aussagen.

- Kurzform : *actio = reactio*
- Zu jeder Kraft gehört eine Gegenkraft, welche den gleichen Betrag hat, aber die genau entgegengesetzte Richtung.**
- Vektorschreibweise :  $\vec{F}_1 = - \vec{F}_2$  (  $F_1$  : Kraftwirkung von Körper 1 auf Körper 2 ;  
 $F_2$  : Kraftwirkung von Körper 2 auf Körper 1 )

**Kraft ( actio ) und Gegenkraft ( reactio ) greifen stets an verschiedenen Körpern an !**

- Beispiele :**
- Durch Motorkraft gedrehtes Rad versucht Straße nach hinten zu schieben (sieht man beim“ Kavaliertart“ auf lockerem Untergrund - z.B. Magnum im Ferrari -); die Gegenkraft treibt das Rad nach vorn.!
  - Körper drückt auf Unterlage ( z.B. Stuhl ); Gegenkraft verhindert, daß Körper nach unten fällt.
  - Magnet zieht Eisen an ; Eisen zieht Magnet an ( Störung von Magnetkompassen durch Stahl und Eisen -> daher bei Beginn des Eisenschiffbaus nicht mehr verwendet )