



STIFTUNG  
GIERSCH

## **Anleitung und Hinweise: Mathematische Modellbildung mit Newton-II**

Auf den folgenden Seiten finden Sie erprobte Unterrichtsmaterialien für den Einsatz des mathematischen Modellbildungsprogramms „Newton-II“ im Mechanikunterricht der gymnasialen Oberstufe. Die Unterlagen wurden im Rahmen eines Schülerlabors an der Goethe-Universität Frankfurt zum Thema „Dynamik“ entwickelt und waren Teil einer Forschungsstudie. Unterstützt wurde dies durch die gemeinnützige Stiftung GIER SCH.

### **Mathematische Modellbildung mit „Newton-II“**

Stand: 28.04.2020

#### **Entwickelt und erstellt von**

Jannis Weber und Prof. Dr. Thomas Wilhelm

#### **Gefördert durch**

Stiftung GIER SCH

#### **Software**

Newton-II

<https://did-apps.physik.uni-wuerzburg.de/Newton-II/ueberNewton-II/>

#### **Videos**

[www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm](http://www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm)

#### **Arbeitsheft**

[http://www.thomas-wilhelm.net/arbeiten/Arbeitsheft\\_Modellbildung.pdf](http://www.thomas-wilhelm.net/arbeiten/Arbeitsheft_Modellbildung.pdf)

#### **Weitere Informationen finden Sie unter**

[www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm](http://www.thomas-wilhelm.net/dynamik.htm)

#### **Lizenz**



veröffentlicht unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-SA 3.0 DE

Namensnennung – nicht kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen



STIFTUNG  
GIERSCH

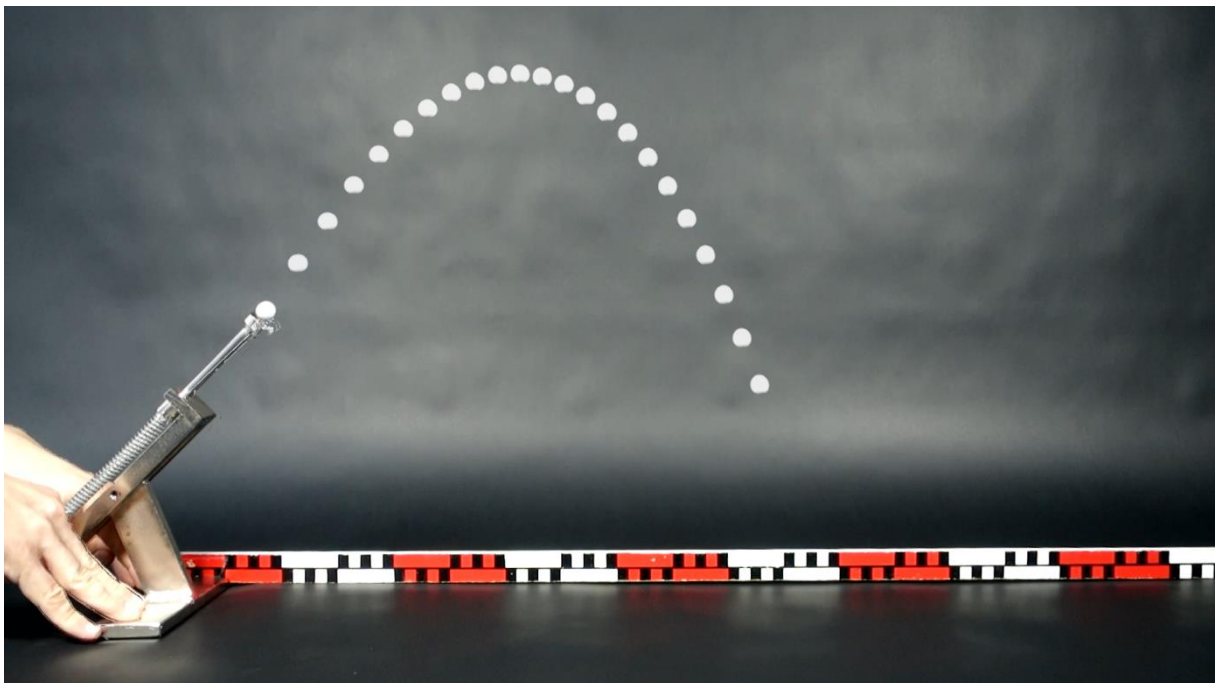


STIFTUNG  
GIERSCH

Goethe-Schülerlabor Physik

# Dynamik

## Anleitung und Hinweise



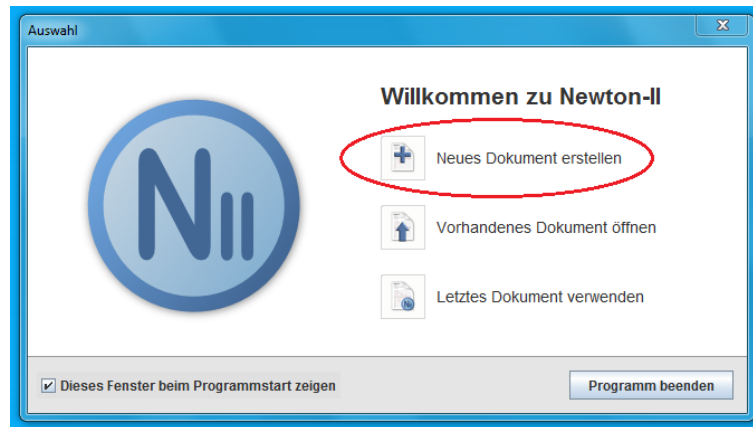
## Inhalt

Anleitung Newton-II .....	5
Erstellen einer Modellierung.....	5
Einlesen von Vergleichswerten .....	7
Bedingte Variablen .....	7
Erstellen von Schiebereglern.....	8
Hinweise .....	9
Katapult .....	9
Hinweis 1: .....	9
Hinweis 2: .....	10
Kreisbewegung .....	11
Hinweis 1: .....	11
Hinweis 2: .....	11
Hinweis 3: .....	12

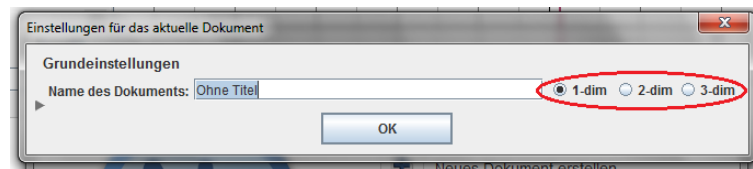
## Anleitung Newton-II

### Erstellen einer Modellierung

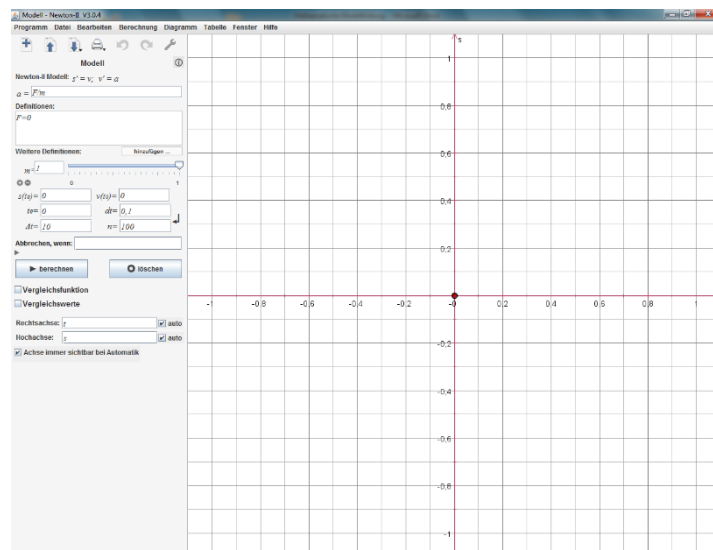
Beim Start des Programms öffnet sich zunächst das unten dargestellte Fenster. Um eine neue Modellierung zu starten, musst du *Neues Dokument erstellen* auswählen.



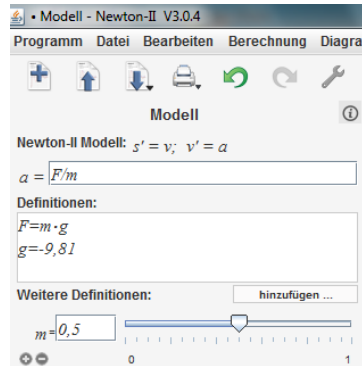
Nach dem Erstellen des Dokuments erscheint das nächste Fenster (siehe unten). Wichtig ist neben dem Titel vor allem, dass du einstellst, ob du eine eindimensionale, zweidimensionale oder dreidimensionale (für uns nicht relevant) Bewegung modellieren willst.



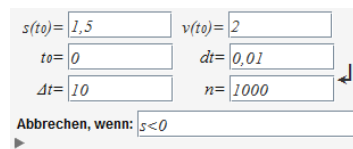
Daraufhin öffnet sich das Hauptfenster des Programms.



Auf der linken Seite siehst du nun alle relevanten Felder, in denen du Änderungen vornehmen kannst. Wichtig ist, dass du die wirkenden Kräfte und die Masse eingibst.

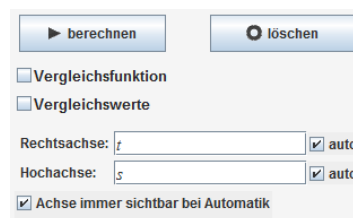


Neben den Kräften und der Masse sind noch die Anfangsbedingungen wichtig. Man muss dem Programm mitteilen, an welchem Ort sich das Objekt am Anfang der Bewegung befindet und mit welcher Geschwindigkeit es sich zu Beginn bewegt.



Sinnvoll kann es auch sein, eine Abbruchbedingung zu formulieren (hier z. B.  $s < 0$ ). Das heißt, dass das Programm aufhört zu rechnen, wenn der Ort unter null ist.

Als nächstes kann die Berechnung gestartet werden.



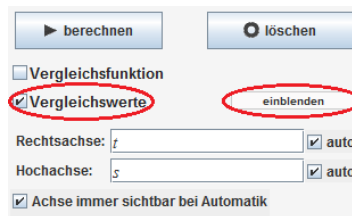
In den Felder *Rechtsachse* und *Hochachse* kannst du einstellen, welchen Größen du in deinem Diagramm angezeigt bekommst (möglich sind hier neben  $s$  auch  $v$ ,  $a$  oder  $F$ ).

Wenn du die Berechnung durchgeführt hast und ausgewählt hast, welche Größen du im Diagramm haben möchtest erscheint im Fenster auf der rechten Seite ein Diagramm der Bewegung.



### Einlesen von Vergleichswerten

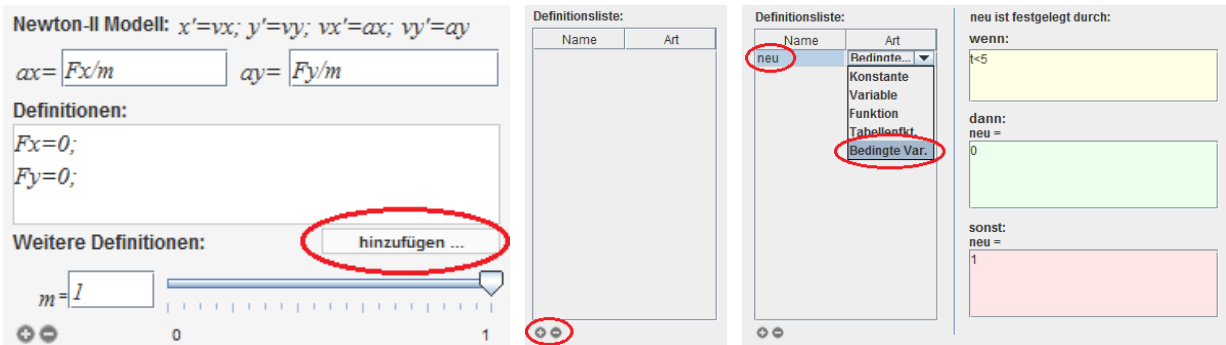
Falls du Messdaten als Vergleich heranziehen möchtest, musst du den Haken bei Vergleichswerte auf der linken Seite aktivieren und rechts daneben auf einblenden klicken.



Daraufhin öffnet sich eine Tabelle, in die die vorhandenen Messdaten kopiert werden können. Diese werden dann gemeinsam mit deinen modellierten Daten in den Diagrammen angezeigt.

### Bedingte Variablen

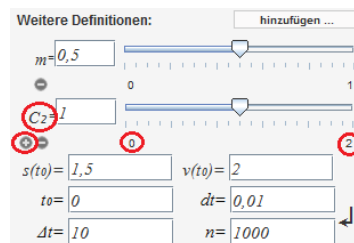
Es kann sein, dass du für die Modellierung eine bedingte Variable benötigst. Dazu kannst du neben *weitere Definitionen* auf *hinzufügen* klicken und durch das kleine Plus im nächsten Fenster eine Variable hinzufügen. Unter dem Reiter *Art* kannst du eine *bedingte Variable* einstellen. Links daneben kannst du die Variable benennen.



Im Feld *wenn* steht die Bedingung. Im Feld *dann* musst du eingeben, welchen Wert die Variable haben soll, wenn die Bedingung erfüllt ist. Im Feld *sonst* musst du eingeben, welchen Wert die Variable haben soll, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist.

### Erstellen von Schiebereglern

Praktisch beim Modellieren sind oft Schieberegler. Diese kannst du für beliebige Variablen erstellen. Sie helfen dir dann, die Variable kontinuierlich zu ändern, wodurch du eine direkte Rückmeldung bekommst, wie die Bewegung für den jeweiligen Wert aussehen würde. Du musst dann also nicht jedes Mal einen neuen Wert eingeben und die Bewegung neu berechnen lassen. Das hilft vor allem dann, wenn du die Bewegung an reale Daten anpassen möchtest.



Auf dem kleinen Plus kannst du neue Schieberegler erzeugen. Den Namen der Variable kannst du durch Anklicken ändern. Auch kannst du natürlich den erlaubten Bereich anpassen, indem du die Grenzen anklickst und andere Zahlen eingibst.

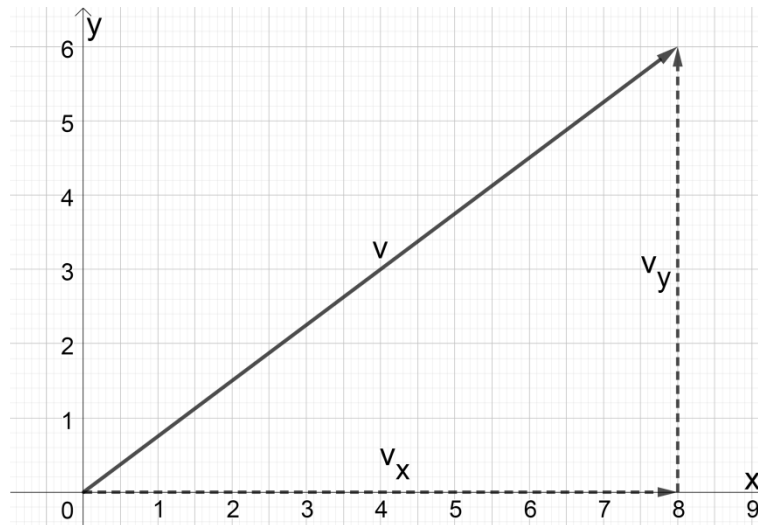


## Hinweise zu den Versuchen

### Katapult

#### Hinweis 1:

Das Tempo setzt sich immer aus einer Komponente in  $x$ -Richtung und einer in  $y$ -Richtung zusammen. Diese beiden Komponenten stehen immer senkrecht aufeinander.

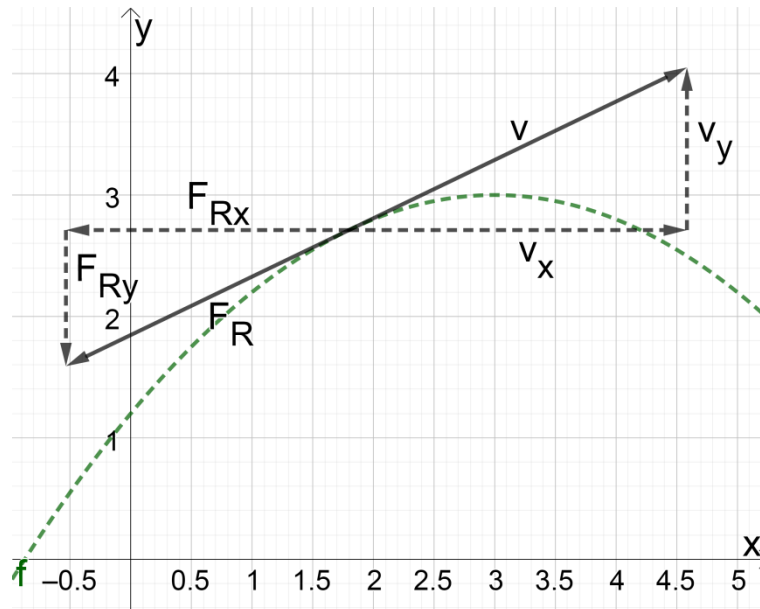


Dadurch kann man zur Bestimmung des Tempos den Satz des Pythagoras verwenden und es gilt:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

Im Programm kannst du das eingeben als  $v = \text{sqrt}(vx^2 + vy^2)$ .

**Hinweis 2:**

Die Luftreibung wirkt immer genau in die entgegengesetzte Richtung zur Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ändert während der Bewegung ihre Richtung, sodass sich auch der Anteil der Geschwindigkeit in  $x$ -Richtung und der in  $y$ -Richtung ändert.



Man erkennt, dass die Luftreibungskraft in  $x$ -Richtung ( $F_{Rx}$ ) entgegen der Geschwindigkeit in  $x$ -Richtung ( $v_x$ ) wirkt. Aus den ähnlichen Dreiecken kann man ablesen:

$$\frac{F_{Rx}}{F_R} = \frac{v_x}{v}$$

Daraus folgt:

$$F_{Rx} = F_R \cdot \frac{v_x}{v}$$

Bekannt ist, dass  $F_R = -c \cdot v^2$ . Also:

$$F_{Rx} = -c \cdot v^2 \cdot \frac{v_x}{v} = -c \cdot v \cdot v_x$$

Die Kraft in  $y$ -Richtung erhältst du analog. Also:

$$F_{Ry} = -c \cdot v \cdot v_y$$

und

$$F_{Ry} = -c \cdot v \cdot v_y$$

## Kreisbewegung

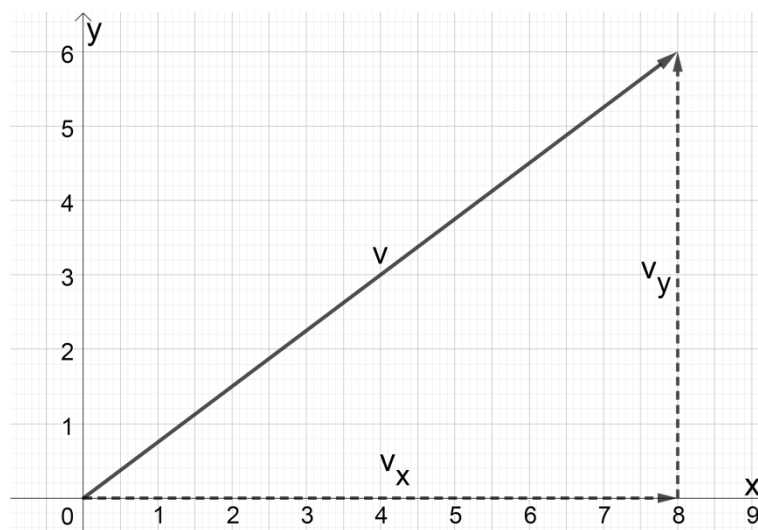
### Hinweis 1:

Verantwortlich für eine Kreisbewegung ist immer die **Zentripetalkraft**. Sie zeigt immer zum Kreismittelpunkt und ihr Betrag ist  $F = m \frac{v^2}{r}$ . Dabei ist  $m$  die Masse des Objekts,  $v$  das Tempo und  $r$  der Radius des Kreises, auf dem sich das Objekt bewegt.

Du musst also zunächst  $m$ ,  $v$  und  $r$  bestimmen. Wie du  $v$  bestimmen kannst, erfährst du im nächsten Hinweis. Danach musst du dir noch überlegen, in welche Richtung die Kraft zeigt. Das wird in Hinweis 3 erklärt.

### Hinweis 2:

Das Tempo setzt sich immer aus einer Komponente in  $x$ -Richtung und einer in  $y$ -Richtung zusammen. Diese beiden Komponenten stehen also immer senkrecht aufeinander.

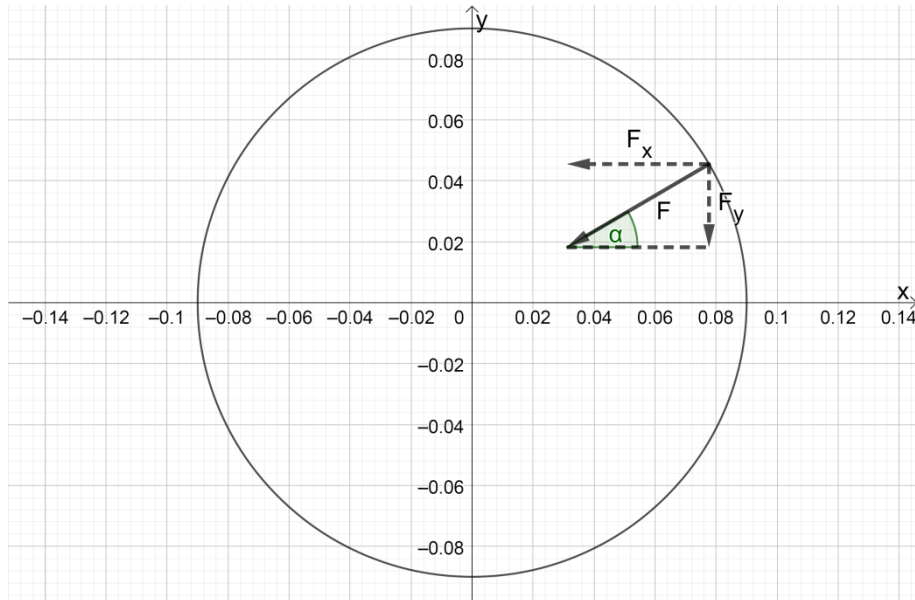


Dadurch kann man zur Bestimmung des Tempos den Satz des Pythagoras verwenden und es gilt:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

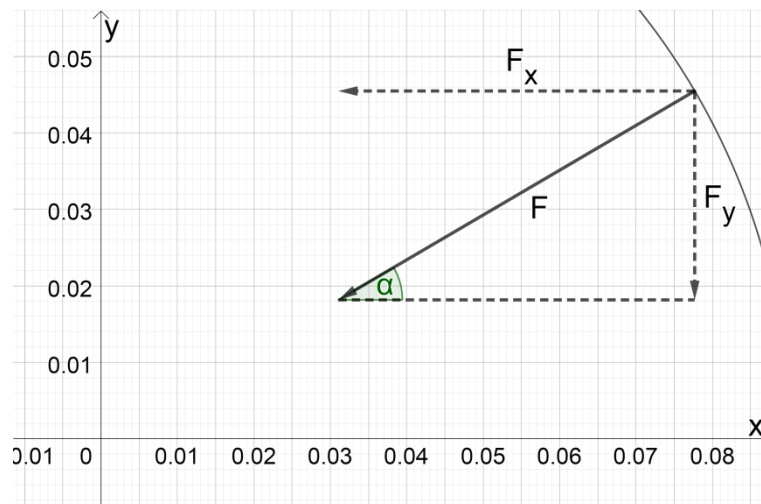
Im Programm kannst du das eingeben als  $v = \text{sqrt}(vx^2 + vy^2)$ .

**Hinweis 3:**

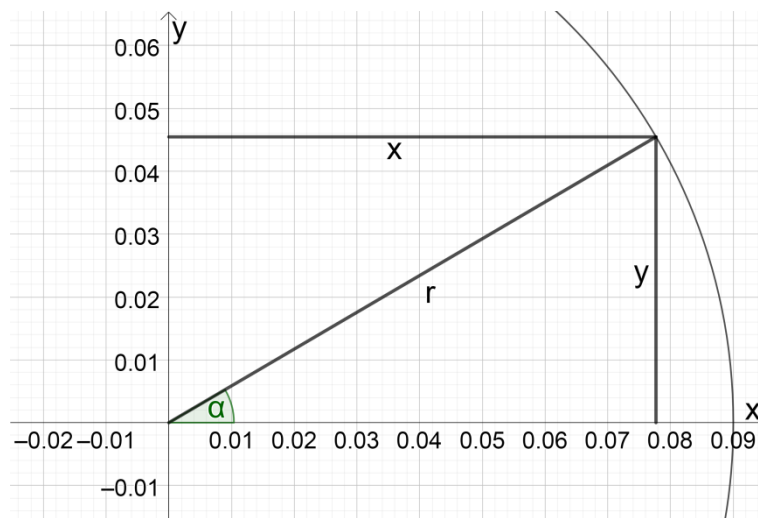
Die Kraft zeigt immer zum Kreismittelpunkt. Auch sie besteht aus einer Komponente in  $x$ -Richtung und einer Komponente in  $y$ -Richtung. Diese muss man kennen, um die Kraft vollständig eingeben zu können.



Die Kraftkomponenten kann man sich nun über Winkelbeziehungen herleiten.



Da hier ein rechtwinkliges Dreieck vorliegt, kann man die Sinus- bzw. Kosinusfunktion benutzen. Es gilt  $\sin \alpha = \frac{F_y}{F}$ . Gleichzeitig kann man den Sinus in dem Dreieck auch anders berechnen, wie im nächsten Bild dargestellt.



Es gilt auch  $\sin \alpha = \frac{y}{r}$ . Nimmt man beides zusammen gilt der Zusammenhang  $\frac{F_y}{F} = \frac{y}{r}$ .

Da hier  $F_y$  von Interesse ist, erhält man durch umstellen (da die Kraft in negative  $y$ -Richtung zeigt):

$$F_y = -\frac{y}{r} \cdot F$$

$F_x$  erhält man analog. Also:

$$F_x = -\frac{x}{r} \cdot F$$





