

## Mechanik

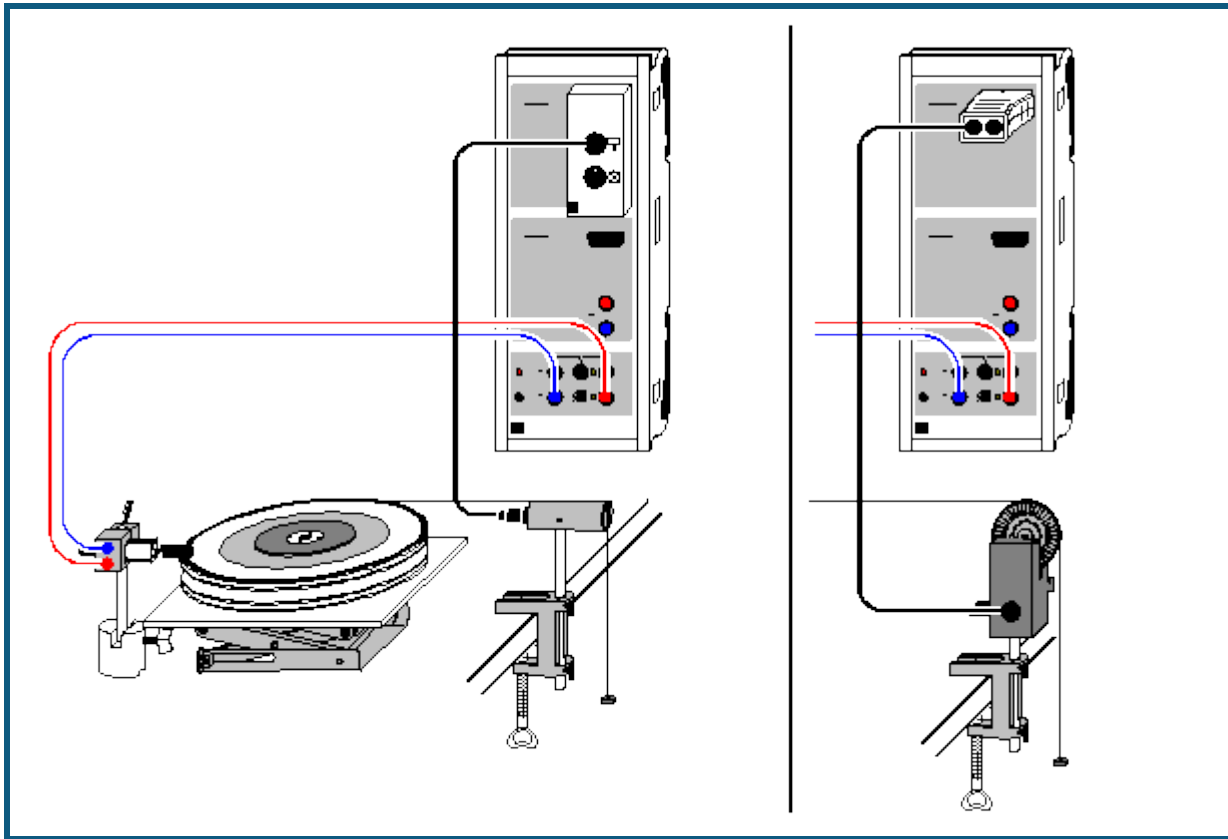
Rotationsbewegungen des starren Körpers  
*Drehbewegungen*

Weg-Zeit-Diagramme von  
Drehbewegungen -  
Aufzeichnung und  
Auswertung mit CASSY

### Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und  
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe  
verwenden.

## Drehbewegungen (Newtonsche Bewegungsgleichung)



### Versuchsbeschreibung

Ein rotierender Körper mit konstantem Trägheitsmoment  $J$  wird mit unterschiedlichen Drehmomenten  $M$  beschleunigt. Die ermittelten Winkelbeschleunigungen  $\alpha$  in Abhängigkeit von den beschleunigenden Drehmomenten  $M$  aufgetragen ergibt  $M$  proportional  $\alpha$  (mit  $J$  als Proportionalitätsfaktor) und bestätigt damit die Newtonsche Bewegungsgleichung  $M=J \cdot \alpha$ .

Alternativ kann auch das beschleunigende Drehmoment  $M$  konstant gehalten und die Trägheitsmoment  $J$  variiert werden. Dies ergibt  $J$  proportional  $1/\alpha$  (mit  $M$  als Proportionalitätsfaktor).

### Benötigte Geräte

1	<a href="#">Sensor-CASSY</a>	524 010 oder 524 013
1	<a href="#">CASSY Lab 2</a>	524 220
1	<a href="#">BMW-Box</a>	524 032
1	Bewegungsaufnehmer oder	337 631
1	<a href="#">Timer S</a>	524 074
1	Kombi-Lichtschranke	337 462
1	Kombi-Speichenrad	337 464
1	Drehsystem	347 23
1	Verbindungskabel, 6-polig	501 16
1	Haltemagnet	336 21
1	Stativstange, 25 cm	300 41
1	Sockel	300 11
1	Tischklemme, einfach	301 07
1	Laborboy II	300 76
1	Paar Kabel, 100 cm, rot und blau	501 46
1	Büroklammer	
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	


## Versuchsaufbau (siehe Skizze)

Der Übertragungsfaden wird an der Fahne des Drehsystems ( $r = 10 \text{ cm}$ ) oder an einem der Stifte der Zusatzscheibe ( $r = 5 \text{ cm}, 2,5 \text{ cm}$ ) befestigt und läuft über den Bewegungsaufnehmer ab, der über die obere Buchse der BMW-Box am Sensor-CASSY angeschlossen ist. Der Haltemagnet verhindert den Start der Rotation, indem er in die Nähe der Büroklammer gestellt wird, die auf die Fahne des Drehsystems geklemmt ist.

Als beschleunigende Kraft dienen z. B. 3 kleine angehängte Massestücke à  $1 \text{ g}$  ( $F = 0,0294 \text{ N}$ ). Die unterschiedlichen Drehmomente bei konstantem Trägheitsmoment werden durch die unterschiedlichen Abrollradien erzielt ( $M = r \cdot F = 2,94 \text{ mNm}, 1,47 \text{ mNm}, 0,73 \text{ mNm}$ ). Alternativ werden die unterschiedlichen Trägheitsmomente bei konstantem Drehmoment durch Zusatzscheiben realisiert.

## Versuchsdurchführung

■ Einstellungen laden

- Maximal abrollbaren Winkel  $\beta_{A1}$  in Stoppbedingung des [Messparameterfensters](#) (**Fenster** → **Messparameter anzeigen**) anpassen (aktuell **&bA1 > 6** für 6 Radian, &b steht für  $\beta$ )
- Eventuell Zeitintervall (aktuell 500 ms) im [Messparameterfenster](#) anpassen (längeres Intervall hat weniger Messwerte und weniger Streuungen in  $\alpha(t)$  zur Folge)
- Gegebenenfalls Vorzeichen der Winkelmessung invertieren (**s** ↔ **-s** in [Einstellungen  \$\beta A1\$](#) )
- Rotierende Scheibe vom Haltemagneten festhalten lassen
- Aktuellen Abrollradius und Wegnullpunkt definieren (beides in [Einstellungen  \$\beta A1\$](#) )
- Messung mit  starten. Eine Fehlmessung kann durch [Messung → Aktuelle Messreihe löschen](#) wieder aus der Tabelle entfernt werden.
- Messung mit veränderten Parametern (anderes beschleunigendes Drehmoment oder anderes beschleunigtes Trägheitsmoment) wiederholen. Dazu Abrollradius und Wegnullpunkt wieder neu definieren.

## Auswertung

Zusätzlich zu den  $\beta(t)$ -Diagrammen werden die  $\omega(t)$ - und  $\alpha(t)$ -Diagramme berechnet. Sie stehen auf den weiteren Darstellungsseiten zur Verfügung und brauchen nur angeklickt zu werden. Als Auswertungen bieten sich [Parabel- und Geradenanpassung](#) sowie [Mittelwertberechnung](#) an.

Zur Bestätigung der Newtonschen Bewegungsgleichung muss eine weitere Tabelle gefüllt werden, die auf der Newton-Seite der Darstellung schon vorbereitet ist. Nach der Bestimmung eines Winkelbeschleunigungswertes als Mittelwert eines  $\alpha(t)$ - oder als Steigung eines  $\omega(t)$ -Diagramms kann dieser mit der Maus aus der [Statuszeile](#) in die Tabelle gezogen werden (Drag & Drop). Der Parameter Drehmoment  $M$  bzw. Trägheitsmoment  $J$  wird direkt über die Tastatur in die Tabelle eingetragen. Bereits während der Tabelleneingabe entsteht das gewünschte Diagramm. Die Achsen können nach Anklicken mit der rechten Maustaste leicht umgerechnet oder umskaliert werden (z. B.  $\alpha \rightarrow 1/\alpha$ ).

Als weitere Auswertung ist es möglich, durch zusätzliche [Formeln](#) z. B. die Rotationsenergie mit der geleisteten Arbeit zu vergleichen. Die Rotationsenergie ist

$$E = 0.5 \cdot J \cdot \omega^2 \quad (J \text{ als Zahlenwert eintippen, } \omega \text{ steht für } \omega)$$

und die geleistete Arbeit berechnet sich zu

$$W = M \cdot \beta A1 \quad (M \text{ als Zahlenwert eintippen, } \beta \text{ steht für } \beta).$$