

Experimentiervorschläge zum Drehimpuls in der SII

Hans M. Strauch

Die Unterrichtsreihe geht nach "**Mechanik - Lehrbuch (Karlsruher Physikkurs)**" ISBN-Nummer 978-3-7614-2743-9 Aulis-Verlag Bestellnummer 3-02743-108 vor.

Hier werden einige dazu passende Experimente beschrieben.

Die benötigten Geräte dürften in jeder Sammlung vorhanden sein oder können aus vorhandenen Geräten zusammengebaut werden. Ein Bestandteil stammt aus dem Baumarkt

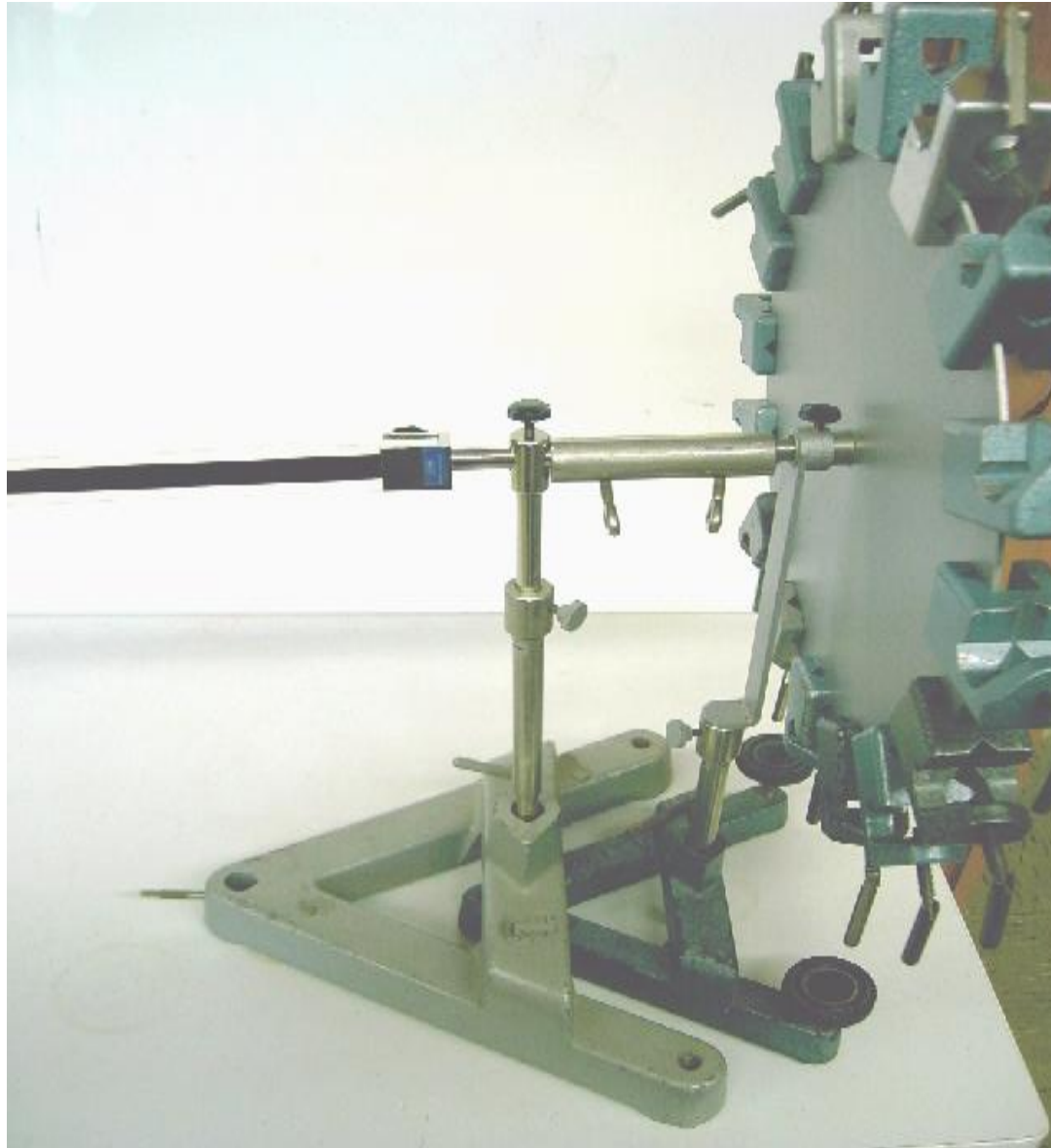
Kurbel aus Stativmaterial



Schwungrad aus zwei gegeneinander versetzten Stativfüßen



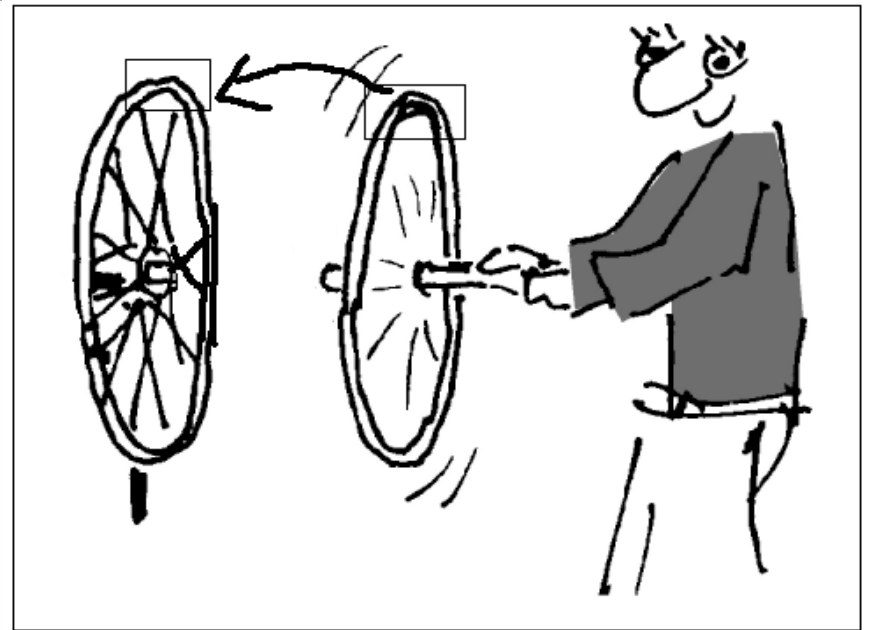
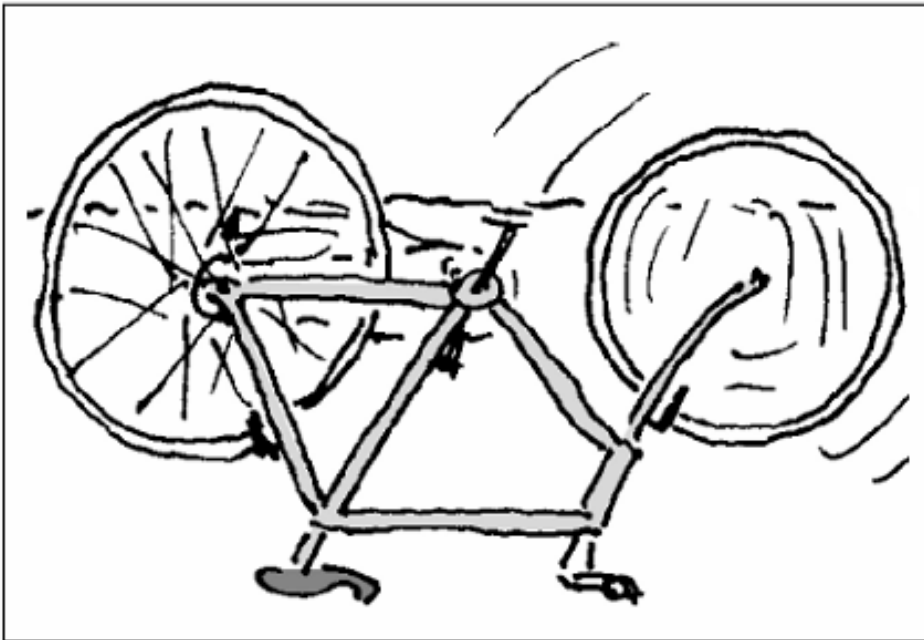
Schwungrad aus drehbar gelagerter Scheibe (Optik) und Stativklammern



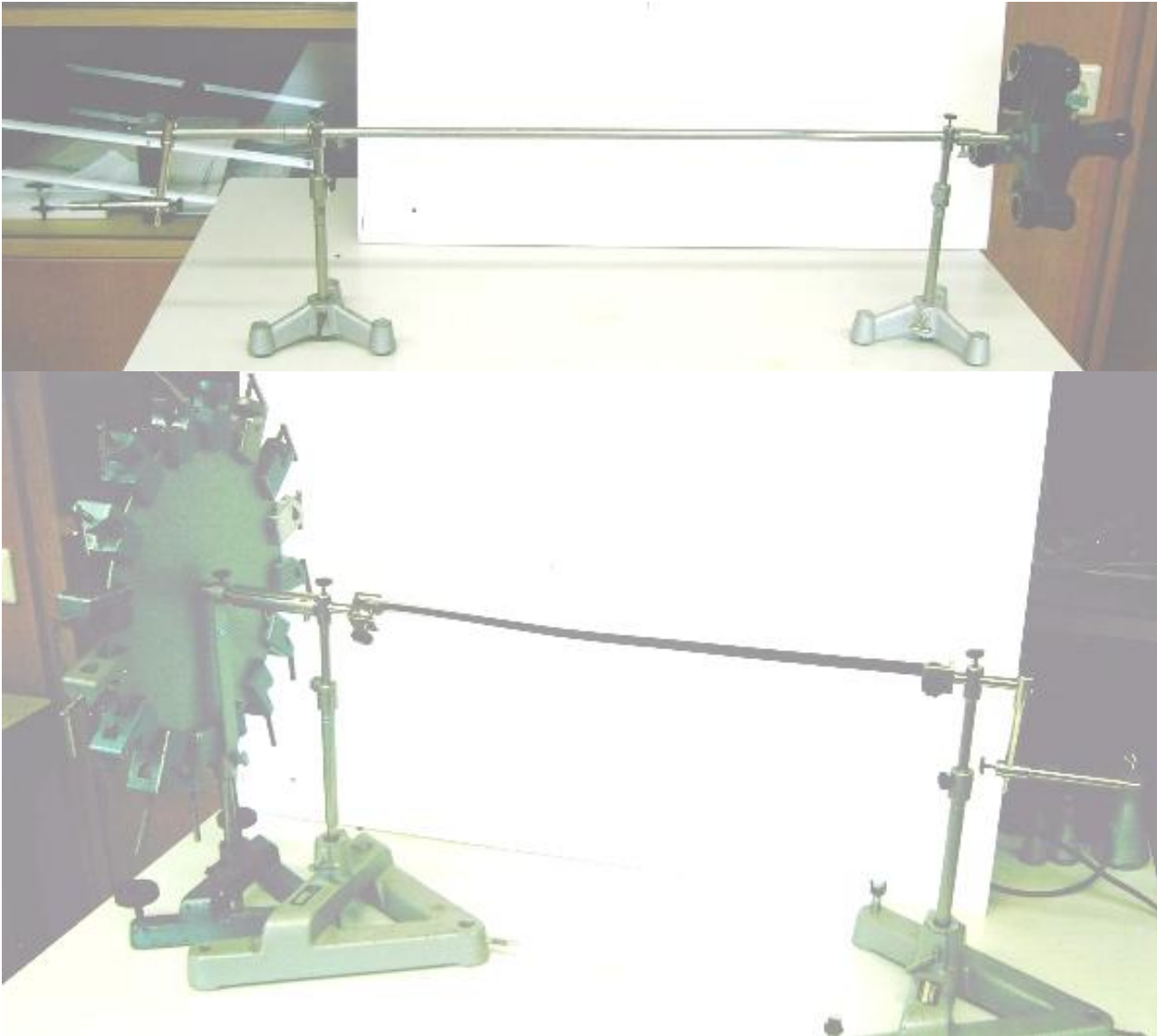
Ein drehbar gelagertes Rad auf Stativ und ein drehbar gelagertes Rad mit Handgriff.
An beiden Rädern ist eine Scheibe als Kupplung montiert (Sammlung Wörth):



Das Vorderrad eines Fahrrades, das auf Lenker und Sattel gestellt ist. Ein drehbar gelagertes Rad wird von einer Person in Drehbewegung versetzt und dann mit dem ruhenden Vorderrad des Fahrrades in Berührung gebracht. Dabei ist darauf zu achten, dass sich die beiden Räder in dieselbe Richtung drehen, sonst hat man Probleme bei der Erklärung! Das Rad der Person wird langsamer (geringere Winkelgeschwindigkeit) und das anfänglich stehende oder langsam drehende Rad wird schneller (höhere Winkelgeschwindigkeit): Drehimpuls strömt von einem Rad zum anderen.



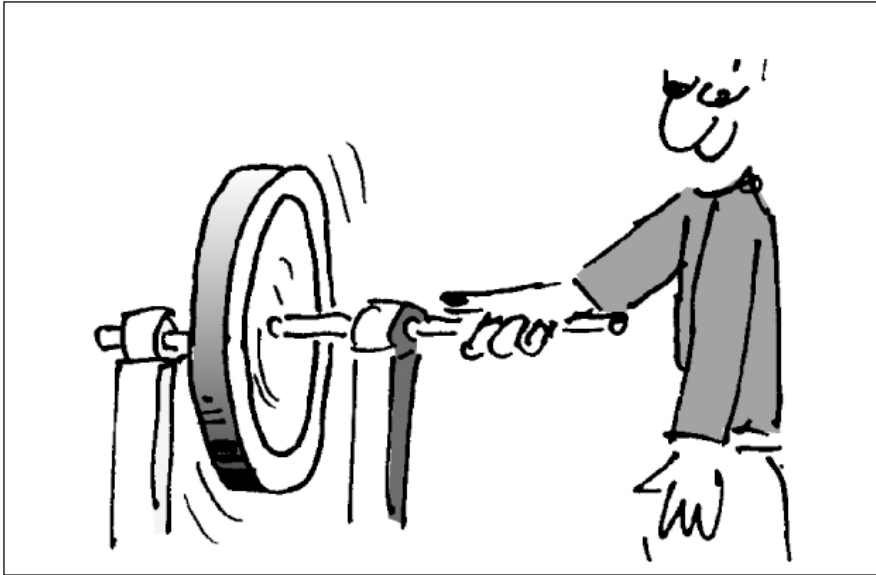
Mit Hilfe einer Kurbel oder eines Motors kann man Drehimpuls in ein Schwungrad pumpen





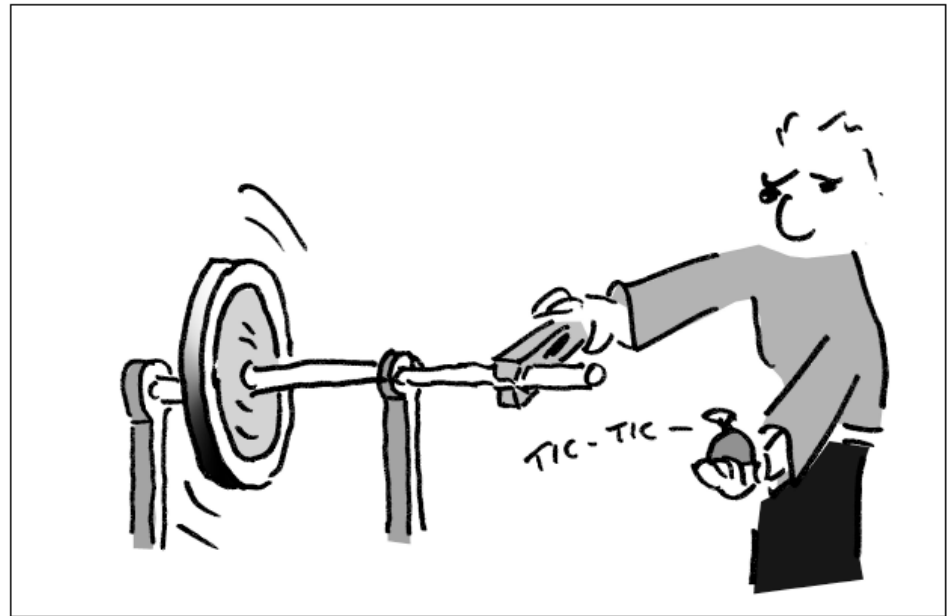
Eine Person, die auf einem gut gelagerten Stuhl sitzt, versetzt das Rad in Drehbewegung und dreht sich dadurch in die entgegengesetzte Richtung.





Der Drehimpuls fließt in die Erde ab.
Die Reibung ist Festkörperreibung
mit konstantem Drehimpulsstrom.

Die Scheibe wird in Drehbewegung versetzt und mit der Holzklammer abgebremst. Da der Abfluss des Drehimpulses bei dieser Reibung unabhängig von der Winkelgeschwindigkeit ist, ist die benötigte Zeit ein Maß für die Menge an Drehimpuls, der zu Beginn im rotierenden System gespeichert war.

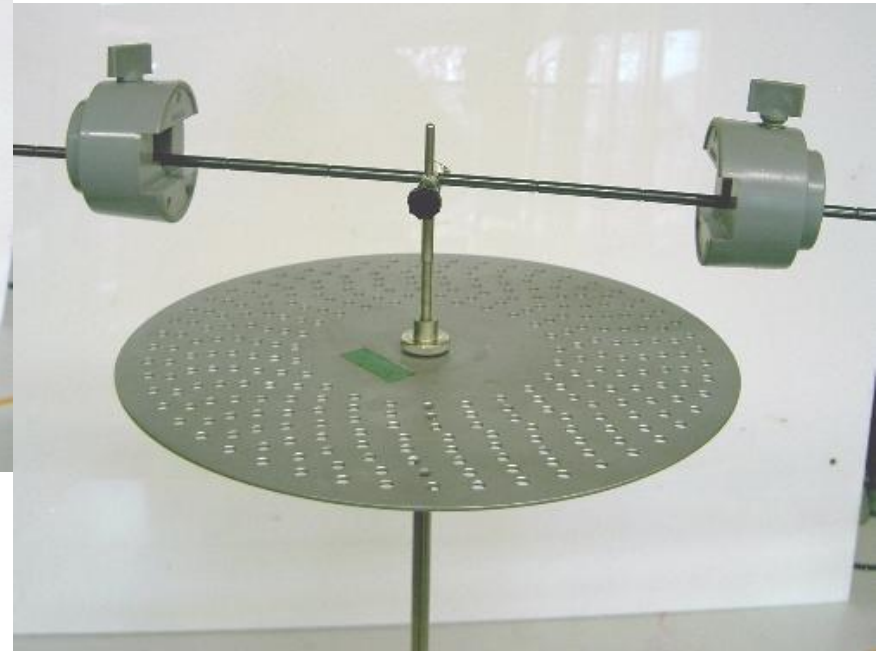


Außerdem benötigt man ein drehbares System, bei dem man Masse, Entfernung der Masse vom Drehzentrum und die Winkelgeschwindigkeit verändern kann.

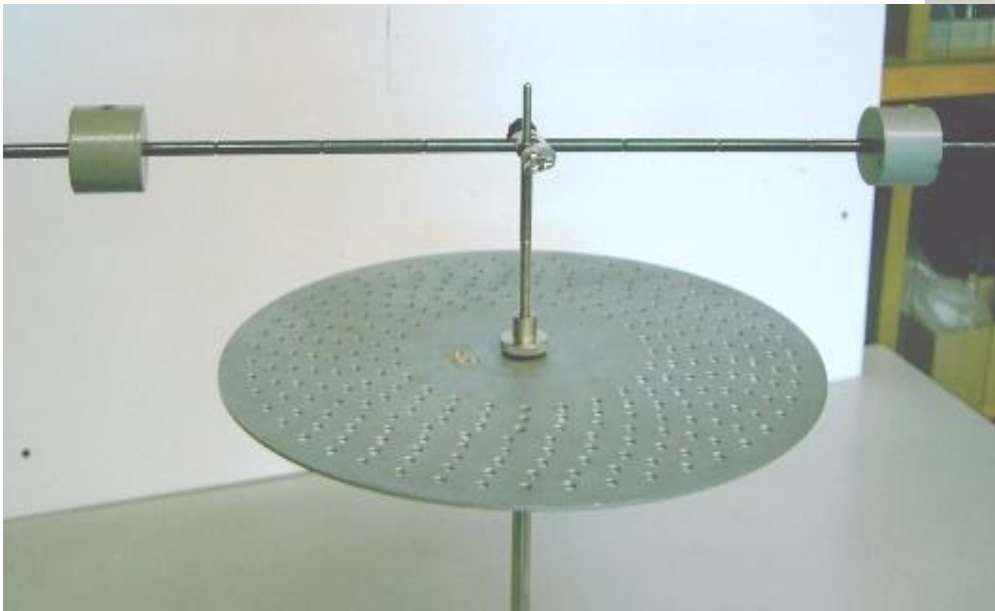
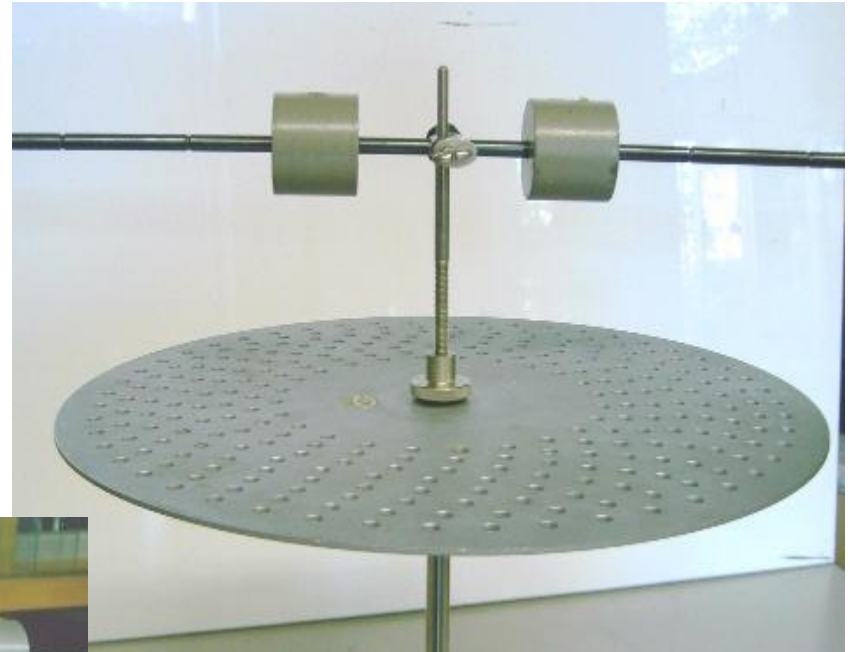


Einmal wird die Winkelgeschwindigkeit variiert und der Drehimpuls gemessen.

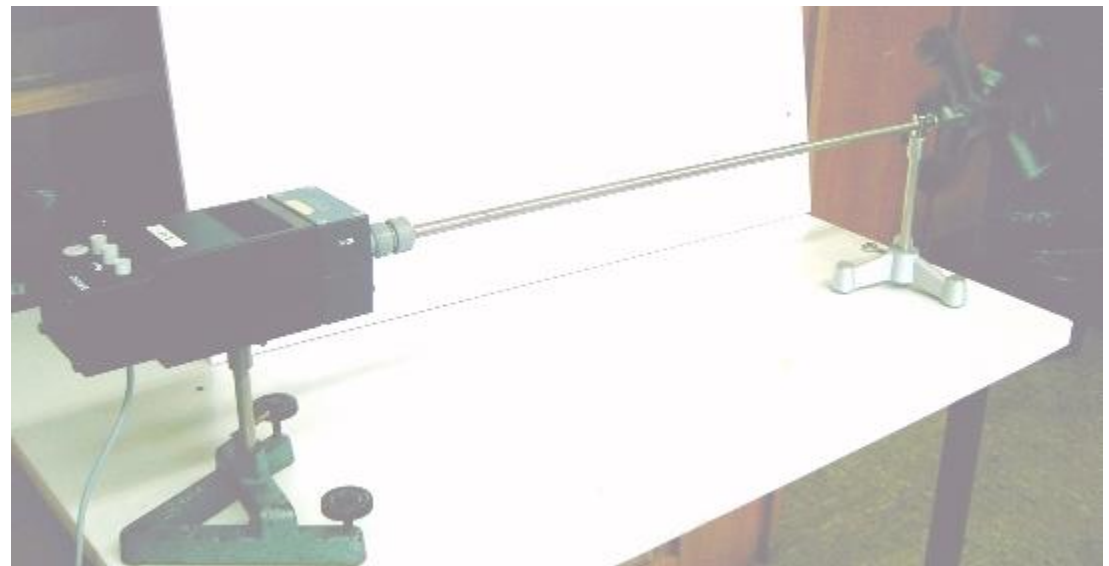
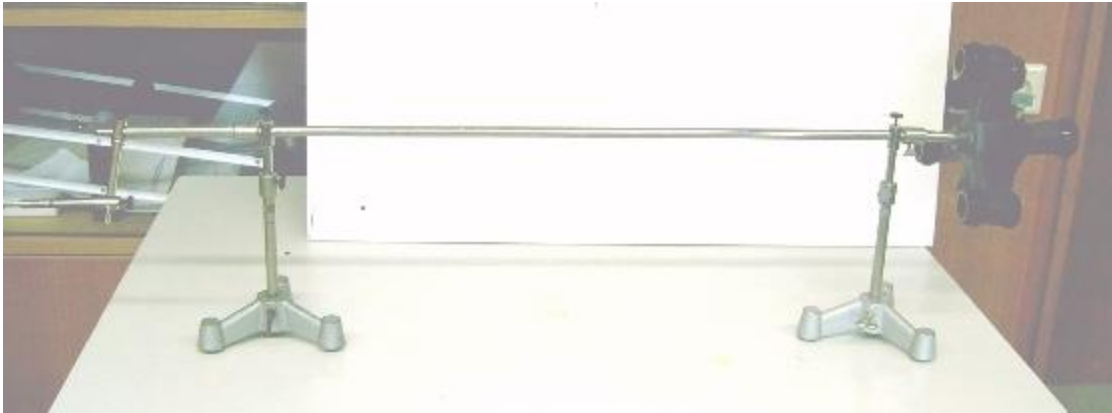
Dann wird die Masse bei gleicher Winkelgeschwindigkeit variiert und der Drehimpuls ermittelt.



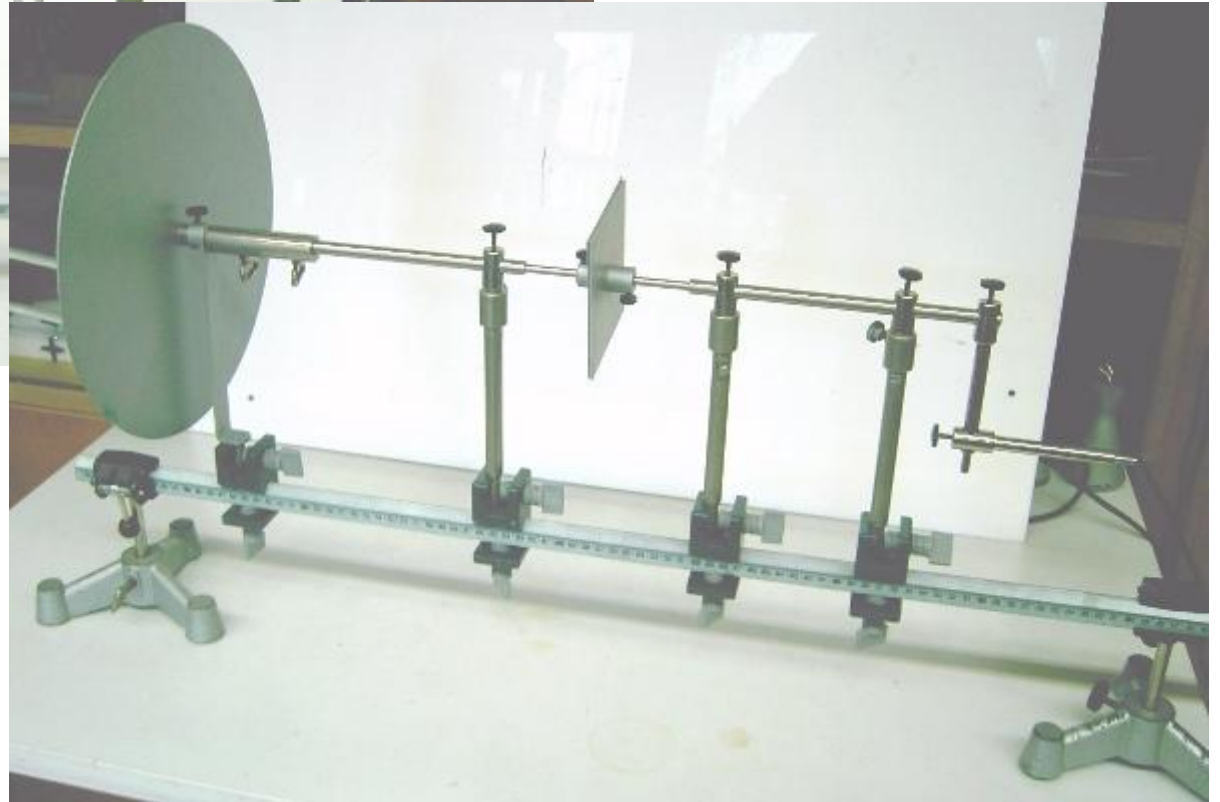
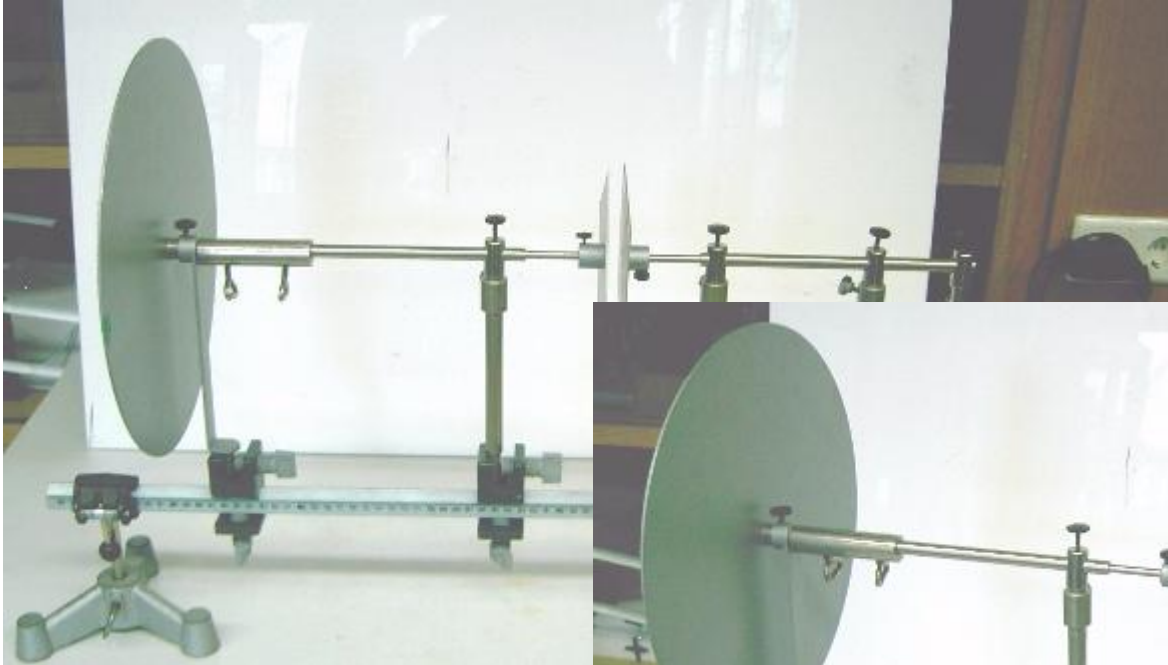
Schließlich wird dieselbe Masse bei gleicher Winkelgeschwindigkeit in verschiedene Abstände von der Drehachse gebracht und jeweils der Drehimpuls gemessen.



Häufig ist die "Drehimpulspumpe" (Mensch mit Kurbel, Motor etc.) nicht direkt mit dem Schwungrad verbunden. Dann benötigt man einen Drehimpulsleiter, der die beiden verbindet und dabei den Drehimpuls überträgt. Neben Treibriemen (siehe oben) kann dies auch eine Welle (allgemein ein fester Gegenstand) sein.



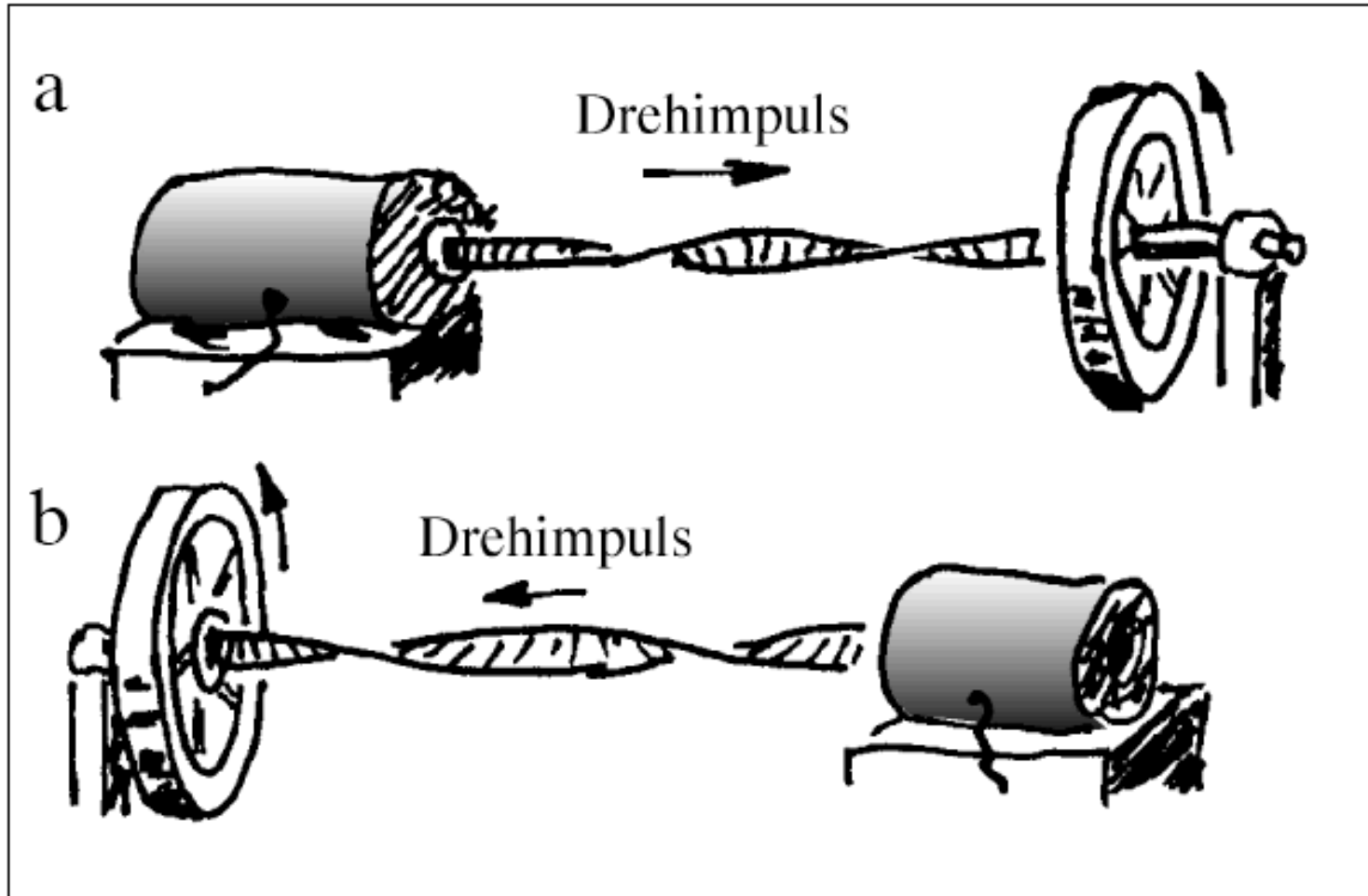
Mit einer Kupplung kann man zwei Drehimpulsleitungen verbinden und wieder trennen.





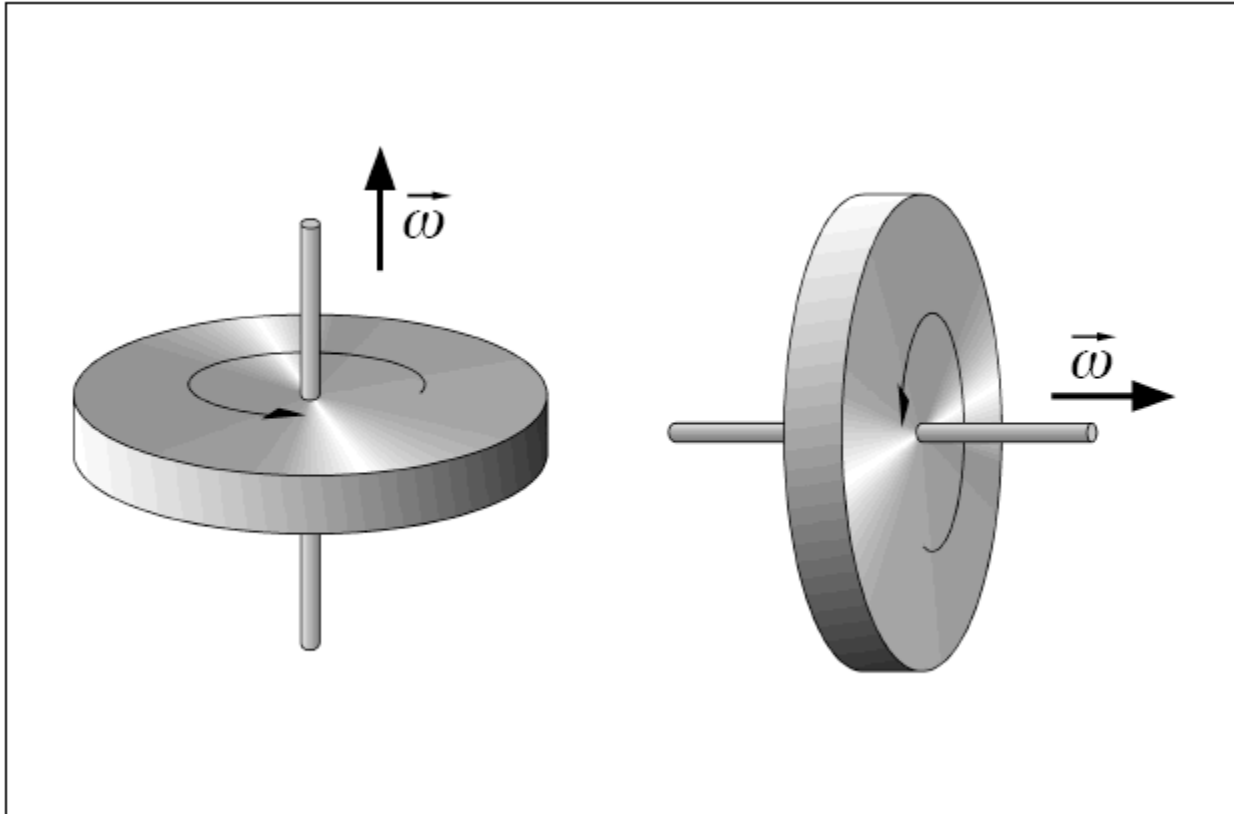
Da man einer üblichen Welle nicht ansieht, ob der Drehimpuls von links nach rechts oder umgekehrt fließt, verwenden wir einen biegsamen, elastischen Gegenstand z.B. eine Kunststoffleiste als Impulsleiter. Wenn Drehimpuls hindurchfließt verdrillt sich der Leiter.





**Drehimpulsstrom nach rechts: Verdrillung bildet Linksschraube;
Drehimpulsstrom nach links: Verdrillung bildet Rechtsschraube.**

Drehimpuls ist ein Vektor, d.h. auch wenn sich zwei gleichartige Schwungräder gleich schnell drehen, haben sie unterschiedlichen Drehimpuls.

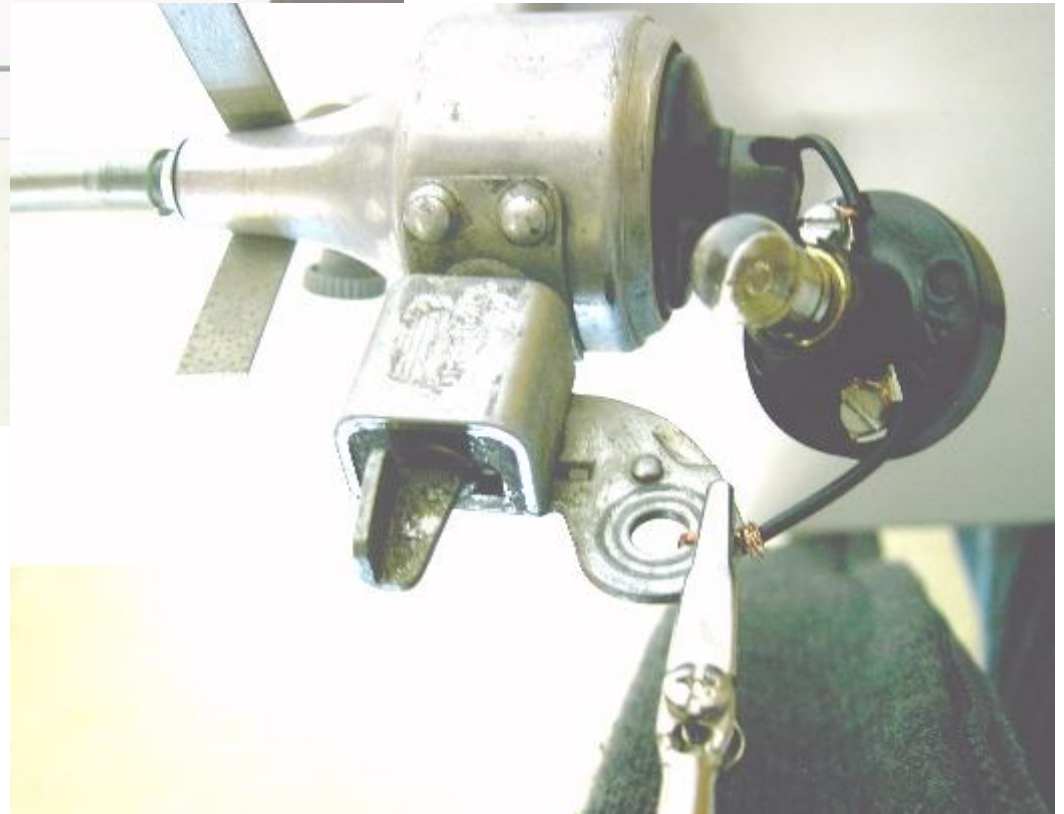
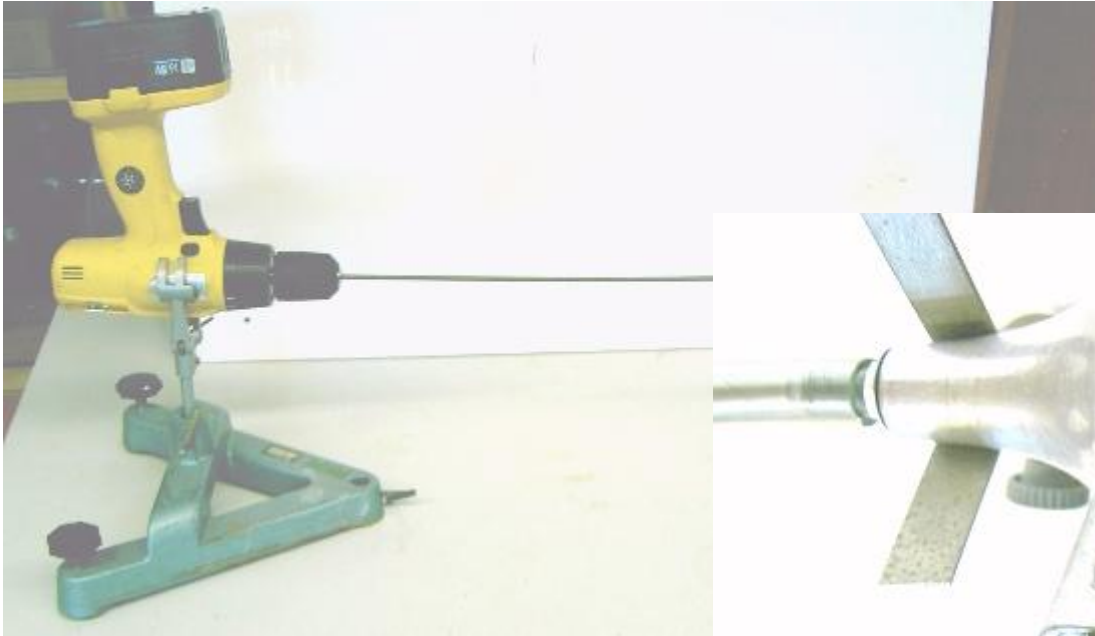


Für jede Komponente gilt die Drehimpulserhaltung einzeln. Wenn eine Person ein rotierendes Rad mit waagrechtter Achse hält und nun das Rad so kippt, dass die Achse senkrecht steht, beginnt die Person sich zu drehen, und zwar umgekehrt wie das Rad.

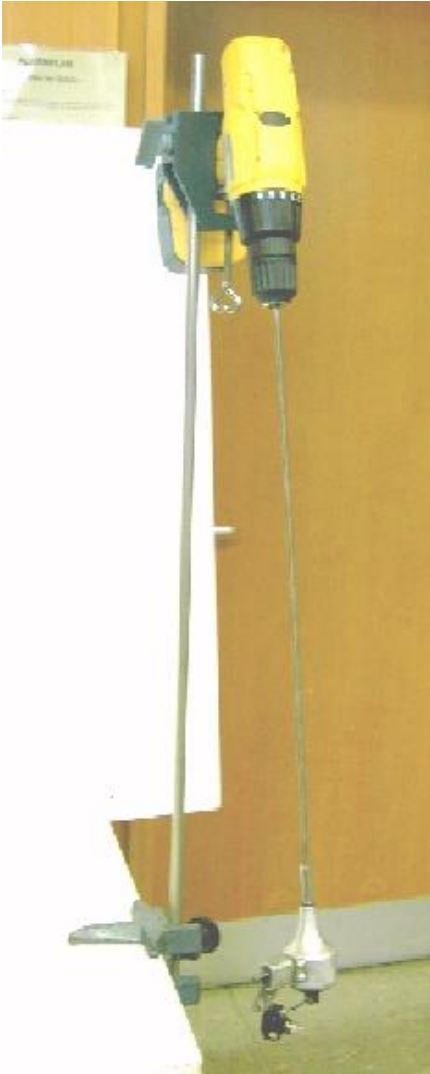


Der Drehimpulsvektor weist zunächst in die x-Richtung. Das Rad enthält also x-Drehimpuls. Kippt die Drehachse nach oben in z-Richtung, so hat das Rad z-Drehimpuls. Da der Drehstuhl eine z-Drehimpulsisolation gegenüber der Erde ist, kann kein z-Drehimpuls zur Erde abgeflossen sein oder von dort gekommen sein. Person + Stuhl erhalten ebenso viel negativen z-Drehimpuls wie das Rad positiven z-Drehimpuls. Für den x-Drehimpuls dagegen ist das Lager des Stuhl durchlässig, er konnte zur Erde abfließen.

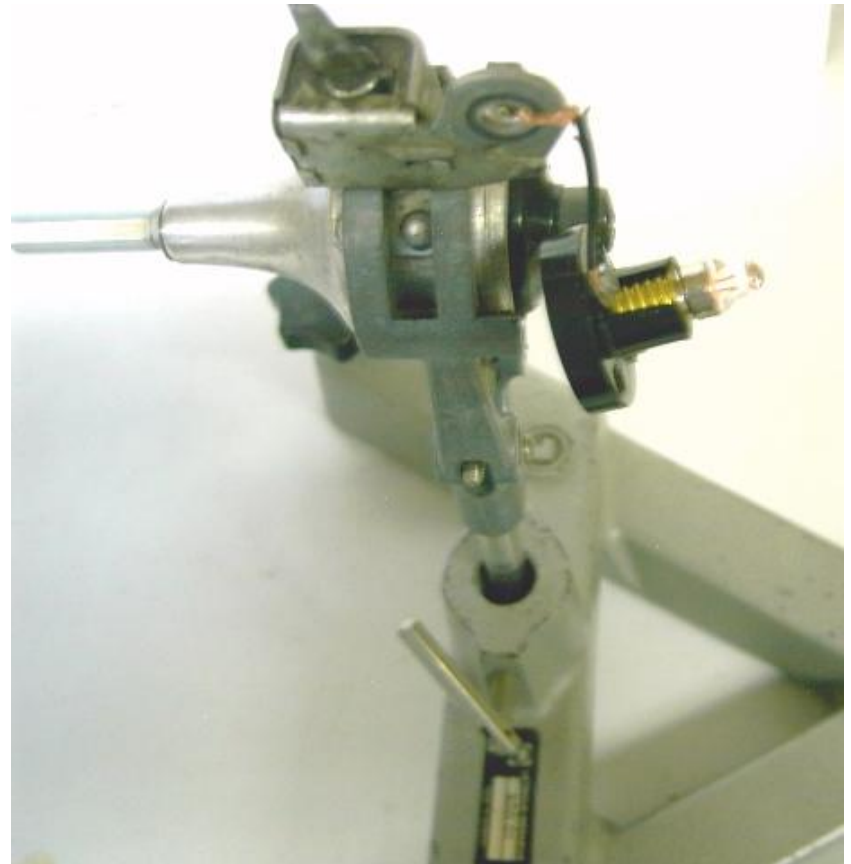
Mit dem folgenden Aufbau kann man zeigen, dass Drehimpulsströme einen geschlossenen Kreislauf bilden, d.h., das Drehimpuls eine Rückleitung benötigt. Ein Motor (z.B. ein Akkuschauber) ist über eine Welle mit einem Dynamo verbunden, an den direkt eine Glühlampe angeschlossen ist.

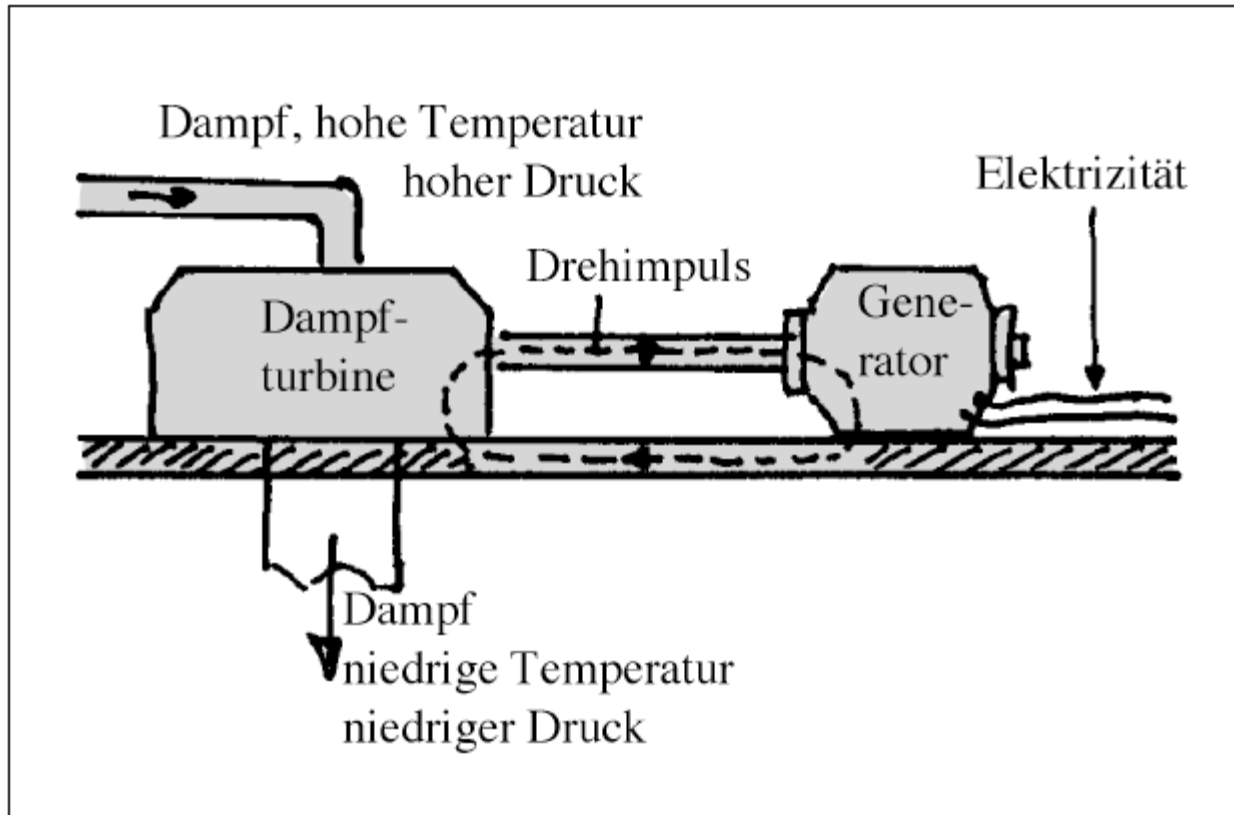


Wenn der Motor läuft und der Dynamo sich frei dreht (oder umgekehrt der Dynamo festgehalten wird und der Motor sich frei dreht) leuchtet die Lampe nicht.



Nur wenn eine Person oder ein Stativ Motor und Dynamo gleichzeitig festhalten, also eine Rückleitung für den Drehimpuls bilden, leuchtet die Lampe.





Wie Impuls ist auch Drehimpuls ein Energiespeicher. Es gelten die analogen Gleichungen, wenn man p durch L , v durch ω und m durch J ersetzt. Zwei Zylinder gleicher Masse und gleichen Durchmessers erhalten beim Herunterrollen einer schiefen Ebene gleich viel Energie. Diese speichern die beiden Zylinder als Rotationsenergie $\frac{1}{2}J\omega^2$. Wenn nun die Zylinder aber so beschaffen sind, dass einer voll ausgefüllt und der andere hohl ist (bei gleicher Masse), dann haben sie unterschiedliches Trägheitsmoment J . Dadurch rotieren sie auch unterschiedlich schnell und kommen unterschiedlich schnell unten an.

