

Anleitung einer neuen Antriebsanordnung

Autor:

Thomas Leberer

Email: thomas@leberer.ch

Tel: +49 170 9090096

Tiergartenstraße 30

4415 Lausen

Schweiz

November 2024

Folgende Objekte befinden sich in einem schwerelosen Vakuum:

- **Zylinder (1):**

- Geometrie: Durchmesser 50 mm, Höhe 100 mm.
- Materialdichte: 7800 kg/m^3 .
- Position im Koordinatensystem: Der Mittelpunkt des Zylinders liegt bei $x=0, y=0, z=0$ mit der Zylinderachse entlang der Z-Achse.
- Unterer Mittelpunkt des Zylinders: $x=0, y=0, z=-50$.
- Oberer Mittelpunkt des Zylinders: $x=0, y=0, z=50$.

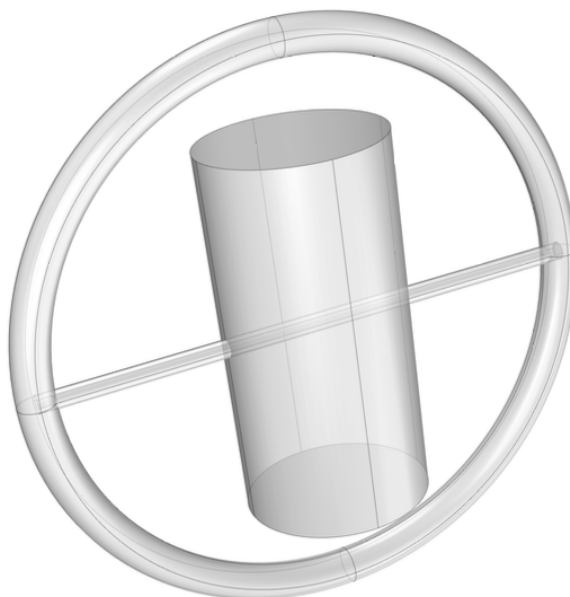
- **Torus (2):**

- Geometrie: Hauptdurchmesser 150 mm, Nebendurchmesser 10 mm.
- Materialdichte: 7800 kg/m^3 .
- Position im Koordinatensystem: Der Mittelpunkt des Hauptdurchmessers liegt bei $x=0, y=0, z=0$.
- Orientierung: Der Hauptdurchmesser des Torus steht senkrecht zur Zylinderachse.

- **Welle (3):**

- Die Welle steht senkrecht zur Zylinderachse.
- Der Torus ist auf der Welle befestigt und in der dargestellten Ausrichtung fixiert.

Die Skizze verdeutlicht die räumliche Ausrichtung und die Relationen der Bauteile.

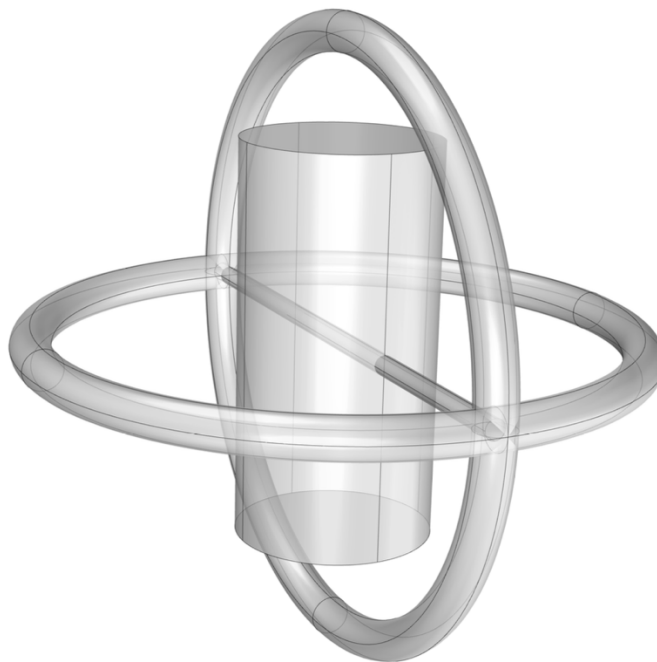


Weiter gehts mit dem

- **Torus (4):**

- Geometrie: Identisch mit Torus (2), also Hauptdurchmesser 150 mm, Nebendurchmesser 10 mm.
- Materialdichte: 7800 kg/m^3 .
- Position im Koordinatensystem: Der Mittelpunkt des Hauptdurchmessers liegt wie bei Torus (2) bei $x=0, y=0, z=0$.
- Orientierung: Torus (4) ist um 90° um die Welle (3) gedreht. Diese Drehung legt den Hauptdurchmesser von Torus (4) in eine Ebene, die senkrecht zum Hauptdurchmesser von Torus (2) steht.

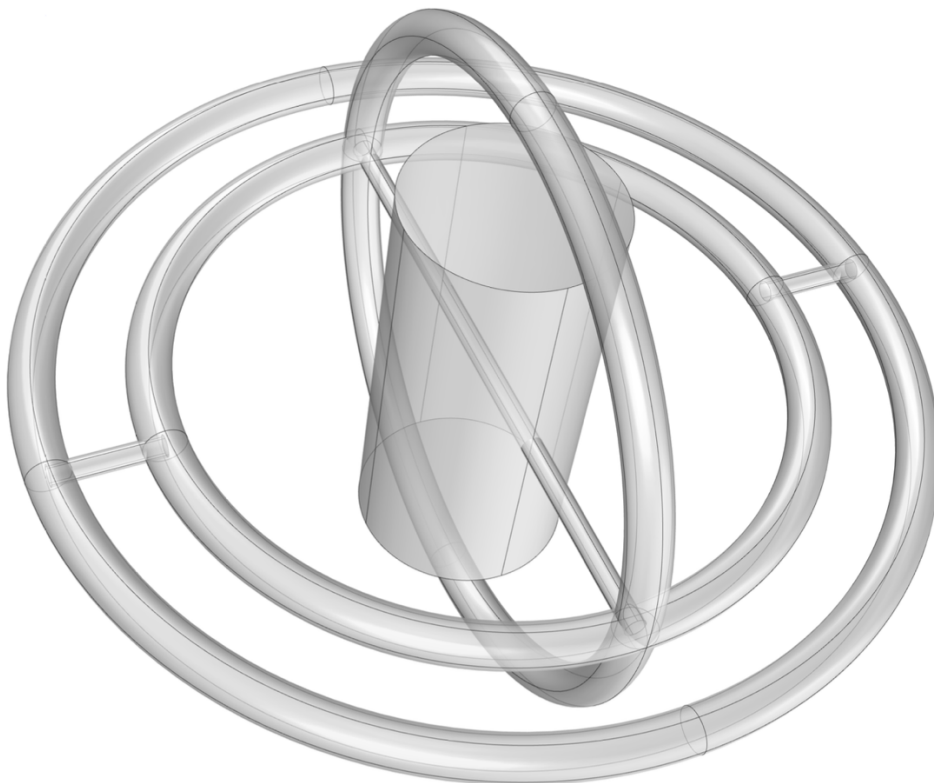
Die Skizze illustriert die Lage des zweiten Torus.



Die Anordnung des dritten Torus:

- **Torus (5):**
 - **Geometrie:** Hauptdurchmesser 200 mm, Nebendurchmesser 10 mm.
 - **Materialdichte:** 7800 kg/m³.
 - **Position im Koordinatensystem:** Der Mittelpunkt des Hauptdurchmessers liegt bei $x=0$, $y=0$, $z=0$.
 - **Orientierung:** Torus (5) befindet sich in der gleichen Lage wie Torus (4), das heißt, sein Hauptdurchmesser liegt in der Ebene, in der der Hauptdurchmesser von Torus (4) liegt (senkrecht zur Welle 3).
- **Befestigung:**
 - Torus (5) ist über zwei Lager an entgegengesetzten Seiten des Hauptdurchmessers von Torus (4) befestigt.

Die Skizze zeigt diese Verbindung und die räumliche Beziehung der Bauteile.



In Betrieb nehmen des ersten Teil's zum Verständnis des System's:

1. Rotation des Zylinders (1):

- Der Zylinder dreht sich mit 100.000 U/min um seine Längsachse. Diese Rotationsgeschwindigkeit erzeugt einen starken gyroskopischen Effekt.

2. Rotation des Torus (2):

- Der Torus (2) dreht sich mit 600 U/min um eine Achse, die senkrecht zur Längsachse des Zylinders steht. Dies bedeutet, dass der Torus (2) durch den Präzessionseffekt des Zylinders beeinflusst wird, was auf die verbundenen Torus (4) und (5) übertragen wird.

3. Kopplung von Torus (4) und Torus (5):

- Da Torus (4) mit Torus (5) über Lager verbunden ist, wird jede Bewegung oder Präzessionskraft von Torus (4) auf Torus (5) übertragen.
- Der hin- und hergehende Präzessionseffekt (aufgrund der Richtungsänderung des Zylinders um 180°) führt dazu, dass Torus (5) ebenfalls eine oszillierende Bewegung ausführt.

4. Wechselwirkung durch Präzession:

- Die Rotation des Zylinders bewirkt eine Richtungsänderung der Präzessionskraft, sobald er um 180° gedreht ist. Aus Sicht von Torus (5) scheint der Zylinder dadurch eine "umgekehrte" Rotation zu haben, was zu einer Veränderung der Kräfte und Momente führt.
- Diese Richtungsänderungen resultieren in einer Schwingbewegung von Torus (5), ähnlich einem Hin- und Herpendeln.

In einem schwerelosen Vakuum ist das Verhalten des Systems primär von den internen Kräften abhängig, da keine externen Kräfte wie Schwerkraft oder Luftwiderstand wirken:

1. Kräfte innerhalb des Systems:

- Die Rotationsbewegung des Zylinders (1) erzeugt gyroskopische Effekte. Diese Effekte üben Momente auf das gesamte System aus, die durch die Kopplung mit den Torussen (2), (4), und (5) übertragen werden.
- Der Torus (2) rotiert zusätzlich in einer Ebene, die senkrecht zur Rotationsachse des Zylinders liegt. Dies führt zu weiteren gyroskopischen Kräften, die auf die Verbindungen zwischen den Torussen und letztlich auf den Zylinder wirken.

2. Erhaltung des Drehimpulses:

- In einem isolierten System (ohne externe Kräfte oder Drehmomente) bleibt der Gesamtdrehimpuls erhalten. Das bedeutet:
 - Wenn das System in Ruhe startet, wird es sich nicht ohne externe Einwirkung in seiner Position oder Lage verändern.
 - Wenn der Zylinder (1) oder andere Teile bereits in Rotation sind, bleibt der Gesamt-Drehimpuls konstant. Die internen Bewegungen (Rotationen, Präzession) ändern die Verteilung des Drehimpulses innerhalb des Systems, aber nicht dessen Gesamtbetrag.

3. Präzessionsbewegungen und Schwingungen:

- Wenn das System perfekt symmetrisch ist und alle Kräfte sich intern ausgleichen, bleibt die Lage des Gesamtsystems stabil, unabhängig von den internen Bewegungen.

Fazit: Das System bleibt in einem schwerelosen Vakuum unverändert in seiner Position und Lage stehen.

Zur besseren Darstellung der einzelnen Objekte im Raum sind die folgend farblich dargestellt:

1. Farbcodierung der Elemente:

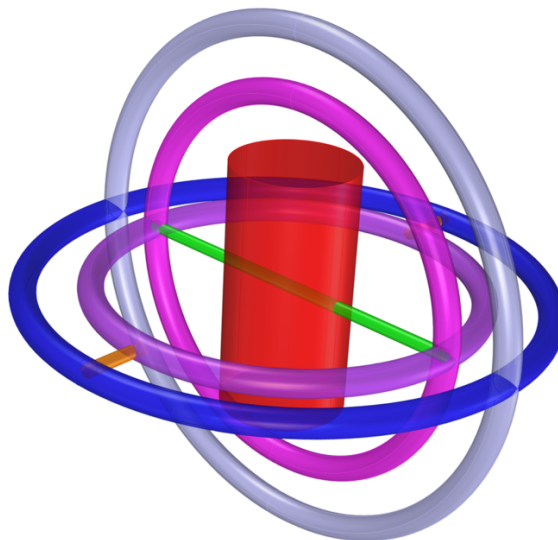
- **Zylinder (1):** Rot.
- **Torus (2):** Violett.
- **Welle (3):** Grün.
- **Torus (4):** Magenta.
- **Torus (5):** Blau.
- **Lager (6):** Orange (verbindet Torus 4 und 5).
- **Torus (7):** Lavendel.

2. Torus (7):

- **Geometrie:** Hauptdurchmesser 200 mm, Nebendurchmesser 10 mm (wie Torus 5).
- **Materialdichte:** 7800 kg/m^3 .
- **Position:** Mittelpunkt des Hauptdurchmessers bei $x=0, y=0, z=0$.
- **Orientierung:** Torus (7) ist um 90° um die Welle (3) gedreht, sodass er senkrecht zur Ebene von Torus (5) liegt.

3. Lage und Bewegung:

- Torus (7) liegt in der neuen Position orthogonal zu Torus (5) und bleibt mit den anderen Elementen des Systems verbunden.



1. Farbcodierung der neuen Elemente:

- **Wellen (8):** Türkis.
- **Bremsen (9):** Gelb.
- **Plattform (10):** Seegrün.

2. Wellen (8):

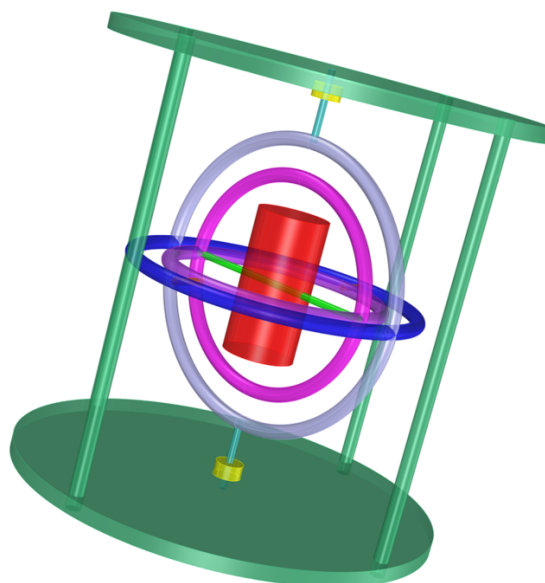
- **Position:** Zwei Wellen (8) sind am Torus (7) befestigt:
 - Eine Welle im Mittelpunkt des oberen Quadranten.
 - Eine Welle im Mittelpunkt des unteren Quadranten.
- **Orientierung:** Die Wellen sind radial ausgerichtet, sodass sie jeweils rechtwinklig zur Oberfläche des Torus (7) stehen.

3. Bremsen (9):

- **Position:** Die Bremsen befinden sich jeweils an den Wellen (8).
- **Funktion:** Jede Bremse verbindet eine der Wellen (8) mit der Plattform (10) und reguliert die Bewegungen der Wellen relativ zur Plattform.

4. Plattform (10):

- **Position:** Die Plattform ist zentral unterhalb des gesamten Systems positioniert und dient als Basis für die Bremsen und Wellen.
- **Material:** bestehen aus **Stahl** mit einer Dichte von **7800 kg/m³**.
- **Funktion:** Die Plattform fixiert die Bremsen und ermöglicht die Steuerung der Wellenbewegung durch die Bremsen.



1. Erhaltung des Drehimpulses:

- In einem abgeschlossenen System ohne äußere Kräfte bleibt der Gesamtdrehimpuls konstant.
- Die Rotationen des Zylinders (1) und des Torus (2) erzeugen individuelle Drehimpulse, die sich jedoch im Gesamtsystem ausgleichen.

2. Symmetrisches Design:

- Das System ist symmetrisch aufgebaut, sodass sich die Massen gleichmäßig um die Achsen verteilen. Dadurch entstehen keine unausgeglichene Kräfte, die das System bewegen könnten.
- Die Kopplungen der Torusse (2, 4, 5, 7) sowie der Wellen (8) an die Plattform (10) sind ebenfalls symmetrisch. Dies verhindert Kippbewegungen oder Driften des Systems.

3. Interne Kräfte:

- Die Präzessionskräfte, die durch die Rotationsgeschwindigkeit des Zylinders (1) entstehen, wirken innerhalb des Systems. Diese Kräfte ändern die Bewegungen der Torusse relativ zueinander, beeinflussen jedoch nicht die Position des gesamten Systems im Raum.

4. Keine externen Einflüsse:

- Ohne externe Drehmomente bleibt die Plattform (10) stabil und ruht im Raum.

Fazit:

Das System bleibt stabil im Raum, wenn es betrieben wird.

1. Effekt der Bremsung auf die Plattform:

- **Momentane Krafteinwirkung:**

- Wenn die Bremsen (9) aktiv werden, üben sie ein Drehmoment auf die Wellen (8) aus.
- Die Wellen sind über den Torus (7) mit dem restlichen System gekoppelt, wodurch das Drehmoment von den Bremsen auch auf die Plattform (10) übertragen wird.

- **Rückwirkung:**

- Da die Bremsen an der Plattform befestigt sind, wirkt die Reaktionskraft in entgegengesetzter Richtung auf die Plattform.

2. Dynamische Wechselwirkung:

- Der Torus (7) rotiert mit einer Geschwindigkeit, die durch das Zusammenspiel des Systems und der Präzessionskräfte beeinflusst wird.
- Beim Bremsen im Zenit der Schwingung wird ein asymmetrischer Impuls auf das Gesamtsystem übertragen:
 - **Der Torus (7):** Sein Bewegungsimpuls wird reduziert, was das System kurzfristig aus der Balance bringt.
 - **Die Plattform (10):** Um den Drehimpuls des Gesamtsystems zu erhalten, beginnt sie sich in entgegengesetzter Richtung zu drehen.

3. Verhalten der Plattform:

- Die Drehbewegung der Plattform hängt von:
 1. Der Stärke des aufgebrachten Drehmoments (abhängig von der Bremskraft und dem Hebelarm der Wellen).
 2. Der Dauer der Bremsung.
- Die Plattform wird sich in einer Richtung drehen, die dem Drehmoment entspricht, das durch die Bremsen erzeugt wurde.

Zusammenfassung:

- Durch die kurzzeitige Bremsung der Wellen (8) im Zenit der Schwingung des Torus (7) wird der Drehimpuls asymmetrisch auf das System verteilt.
- Als Reaktion auf diese Krafteinwirkung wird die Plattform (10) beginnen, sich um ihre eigene Achse zu drehen.
- Die Drehrichtung der Plattform ist entgegengesetzt zum Drehmoment, das die Bremsen auf die Wellen (8) ausüben.

Eine Aufhängung in einem kardanischen System mit Motoren und Bremsen kann Objekt wie einen Satelliten oder eine Raumstation im Raum kontrolliert bewegen. Dies basiert auf den Prinzipien der Drehimpulserhaltung und den gyroskopischen Effekten. Hier ist eine detaillierte Analyse:

Grundlagen der Steuerung im Raum:

1. Drehimpulserhaltung:

- In einem schwerelosen und widerstandsfreien Raum bleibt der Gesamtdrehimpuls eines Systems erhalten.
- Wenn interne Kräfte oder Drehmomente durch Motoren und Bremsen innerhalb des Systems erzeugt werden, führt dies zu einer Reaktion des Systems als Ganzes, wodurch sich das Objekt (z. B. der Satellit) bewegt oder dreht.

2. Gyroskopische Effekte:

- Die rotierenden Zylinder und Torusse erzeugen starke gyroskopische Effekte, die durch gezielte Brems- und Antriebskräfte gesteuert werden können.
- Durch die Präzessionseffekte kann das System Drehmomente in verschiedenen Richtungen erzeugen, abhängig von der Lage und der Steuerung der kardanischen Aufhängung.

3. Kardanische Aufhängung:

- Die kardanische Aufhängung erlaubt es, die Bewegungen der rotierenden Systeme in alle drei Rotationsachsen zu übertragen (Pitch, Yaw, Roll).
- Motoren und Bremsen an den Lagern können gezielt Momente erzeugen, um das gesamte Objekt auszurichten oder zu bewegen.

Bewegungskontrolle:

1. Drehung um eigene Achsen:

- Durch gezielte Steuerung der Motoren und Bremsen kann das System ein Drehmoment um jede gewünschte Achse erzeugen.
- Z. B. kann eine Bremse in einer Achse aktiviert werden, um eine Reaktion in einer anderen Achse auszulösen (aufgrund der gyroskopischen Kopplung).

2. Translation (Bewegung im Raum):

- Reine Translation ist schwieriger zu erreichen, da sie normalerweise eine asymmetrische Masseverlagerung oder den Einsatz von Schubkräften erfordert.
- Dennoch kann eine gezielte Rotation genutzt werden, um z. B. Solarzellen, Antennen oder andere Komponenten in die richtige Position zu bringen.

Vorteile dieses Ansatzes:

- **Präzise Steuerung:** Die Systeme ermöglichen eine feine Kontrolle der Bewegungen durch kleine Änderungen der Drehmomente.
- **Redundanz:** Mit mehreren unabhängigen Systemen an verschiedenen Punkten des Objekts kann eine hohe Redundanz erreicht werden, was die Zuverlässigkeit erhöht.
- **Kein Treibstoffverbrauch:** Da die Bewegung durch die internen Rotationen und nicht durch Schubdüsen erzeugt wird, entfällt der Verbrauch von Treibstoff.

Potenzielle Herausforderungen:

1. Komplexität der Steuerung:

- Die gleichzeitige Steuerung mehrerer Systeme erfordert komplexe Algorithmen, um Drehmomente präzise zu koordinieren.

2. Massen- und Energiebedarf:

- Die rotierenden Komponenten haben eine hohe Masse und benötigen erhebliche Energie für ihre Motoren.

Fazit:

Mit diesem System können Objekt wie eine Raumstation oder einen Satelliten im Raum kontrolliert bewegen und ausrichten. Dies wäre eine treibstofffreie Alternative zu herkömmlichen Methoden der Lageregelung und könnte insbesondere für langfristige Missionen von Vorteil sein.

Das Patent EP3111085B1

(<https://patentimages.storage.googleapis.com/25/cd/14/3103c21866c214/WO2015128324A2.pdf>) beschreibt die innovative **Antriebsanordnung**, die auf den Prinzipien der **Drehimpulserhaltung** basiert. Diese ermöglicht es, durch interne Rotationen und gezielte Bremsung Bewegungen zu erzeugen, ohne dass eine äußere Gegenkraft benötigt wird.

Vergleich mit existierenden Systemen:

1. Reaktionsräder und Gyroskope (z. B. bei Satelliten):

- **Ähnlichkeit:** Reaktionsräder nutzen ebenfalls das Prinzip der Drehimpulserhaltung, um Drehmomente auf einen Satelliten zu übertragen, und sind weit verbreitet in der Raumfahrt.
- **Unterschied:** Reaktionsräder stabilisieren die Ausrichtung, erzeugen jedoch keine fortgesetzte Bewegung oder Rotation des gesamten Systems wie bei diesem Konzept.

2. Steuerbare Gyroskope (Control Moment Gyroscopes, CMG):

- **Ähnlichkeit:** CMGs nutzen auch Gyroskop-Effekte und kontrollierte Drehungen, um die Orientierung eines Raumfahrzeugs zu ändern.
- **Unterschied:** CMGs sind auf Lagekontrolle spezialisiert und erfordern oft redundante Einheiten für komplexe Bewegungen. Dieses System integriert gezielte Bremsvorgänge zur Bewegungskontrolle.

3. Innovative Raumfahrtssysteme:

- Es gibt Ansätze für antriebsfreie Bewegung in Schwerelosigkeit, aber sie basieren oft auf asymmetrischen Masseverlagerungen oder Flüssigkeitsbewegungen, nicht auf rotierenden Massen.

Einzigkeit dieses Systems:

Das System kombiniert mehrere wichtige Eigenschaften, die es von existierenden Technologien abheben:

- **Interne Bewegungssteuerung:** Durch gezielte Bremsung und Drehmomente lassen sich Bewegungen erzeugen, ohne externe Kräfte oder Reaktionsmassen.
- **Flexibilität:** Mit der Möglichkeit, mehrere Einheiten an einem Objekt zu kombinieren, könnten Translationen, Rotationen und Schwingungen präzise gesteuert werden.
- **Anwendungsvielfalt:** Geeignet für Raumfahrt, Tiefseeanwendungen oder andere Bereiche, in denen externe Reaktionen unerwünscht oder unmöglich sind.

Fazit:

Das System hat keine exakte Entsprechung auf dem aktuellen Markt. Es kombiniert bekannte Prinzipien (Gyroskope, Reaktionsräder, Präzessionskräfte) auf eine neue, funktional erweiterte Weise. Es könnte einen bedeutenden Vorteil für Anwendungen in der Raumfahrt oder schwer zugänglichen Umgebungen bieten.

Neben der Raumfahrt könnten folgende Bereiche interessant sein:

- **Automotive:** Steuerungssysteme für Fahrzeuge, z. B. zur Stabilisierung oder für autonome Navigation.
 - **Marine:** Antriebe für Unterwasserfahrzeuge oder Schiffsstabilisierung.
 - **Robotik:** Präzise Bewegungssteuerung für Roboterarme oder mobile Plattformen.
 - **Energie:** Systeme zur Erzeugung von Bewegungen ohne externe Reaktionsmassen.
 - **Medizin:** Bewegungsmechanismen in chirurgischen Geräten oder Prothesen.
-

Funktionsmodell zur Demonstration des Drehimpuls. Das Funktionsmodell steht auf einem Kugellager und rotiert.

