



# Smartphone-Experimente mit dem Gyrometer

R. Qelibari \*, L. Wölfl \*, P. Bronner +, P. Vogt +

\* SchülerIn FG Freiburg, + Betreuer: FG Freiburg / PH Freiburg



## Wie funktioniert ein Gyrometer?

Ein Gyrometer ist ein Instrument zur Messung von Umdrehungsgeschwindigkeiten rotierender Körper.

Früher bestanden Gyrometer aus einfachen Kreisel:

- Kreisel in mehrachsiger Aufhängung
- Kreiselgehäuse ist fest mit dem Objekt verbunden
- Drehung des Kreisels mit sehr hoher Geschwindigkeit → Winkelstabil durch trägen Drehimpuls
- Winkeldifferenz zwischen dem Kreiselgehäuse und dem Kreisel wird auf allen drei Achsen gemessen
- Berechnung der Winkelgeschwindigkeit über Winkeländerung pro Zeiteinheit
- Einheiten: [rad/s] oder [°/s]

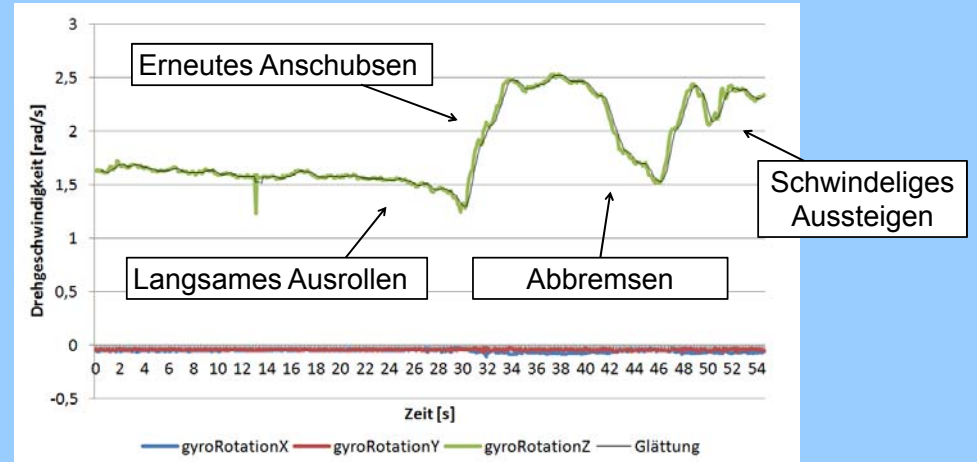


Heute werden in Smartphones statt eines Kreisels drei Piezo-Elemente (Rotation um x-, y- und z-Achse) eingesetzt.

## Experiment 3: Kreiselfahrt

Frage: Wie groß ist die maximale Winkelgeschwindigkeit bei der Fahrt mit einem Kinderkarussell auf dem Spielplatz?

Protokoll einer Kreiselfahrt mit dem Gyrometer:

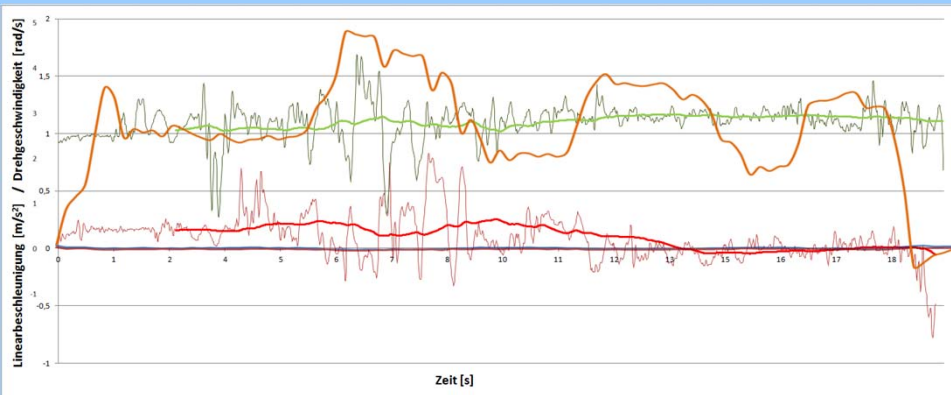


→ Die maximale Winkelgeschwindigkeit betrug 2,6 rad/s. Nach dem Experiment fühlten sich die Autoren übel und ihnen war es sehr schwindelig.

## Experiment 1: Pirouetteneffekt

Frage: Wie ändert sich die Winkelgeschwindigkeit beim Anziehen der Arme auf einem Drehstuhl?

Versuchsaufbau: Drehstuhl, Person, 2kg-Gewicht



→ Während der Abstand der Gewichte zur Drehachse kleiner wird vergrößert sich die Winkelgeschwindigkeit (orange) sich von 1rad/s (57°/s) auf 1,8 rad/s (103°/s). Die Energie des Systems bleibt aufgrund der Drehimpulserhaltung konstant.

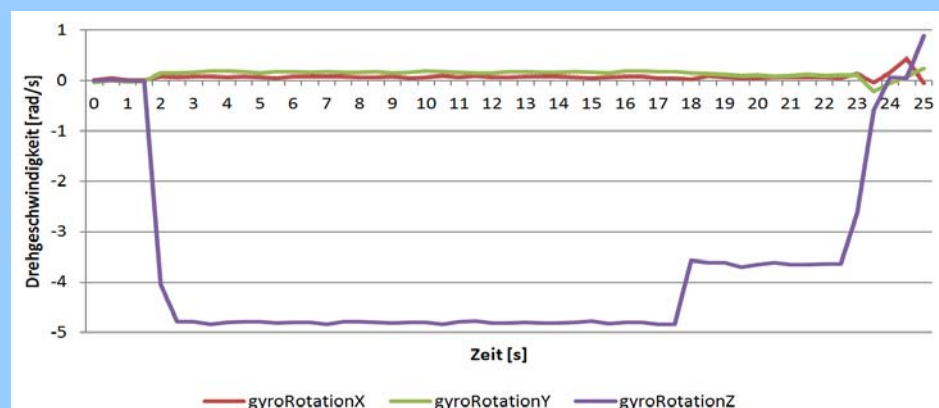
## Geeignete Apps für den Sensor

SensorKinetics	Physics Toolbox	Sensor Log
<b>Vorteile:</b> Übersichtliche Diagramme, kostenlose Probeversion	<b>Vorteile:</b> praktischer, automatischer Export der Daten; kostenlos	<b>Vorteile:</b> viele Einstellungen; schöne Farben; kostenlos
<b>Nachteile:</b> Dateiexport kostenpflichtig, etwas unübersichtlich	<b>Nachteile:</b> etwas verwirrend, ungewohnte Farbgebung	<b>Nachteile:</b> nur iOS
<b>Download:</b> 	<b>Download:</b> 	<b>Download:</b> 

## Experiment 2: Plattenspieler

Thesen: Ein Schallplattenspieler dreht sich immer gleichmäßig. Das Umstellen der Taste „45/33“ ändert die Winkelgeschwindigkeit.

Versuchsaufbau: Smartphone auf drehender Schallplatte geklebt.



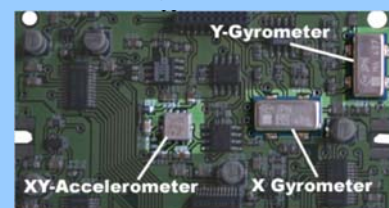
→ Die Winkelgeschwindigkeit ist zeitlich konstant mit exakt 45 rpm (Einstellung für Singles). Die Taste „45/33“ verringert die Winkelgeschwindigkeit auf 33,3 rpm (für Langspielplatten).

## Fazit

Die Messung mit dem Smartphone ist praktisch, weil es überall hin mitgenommen werden kann und nicht aufwändig befestigt werden muss. Die Genauigkeit der Sensoren reicht aus, um bei einem Rennspiel ein Auto zu lenken, aber auch, um physikalische Zusammenhänge experimentell zu bestätigen.

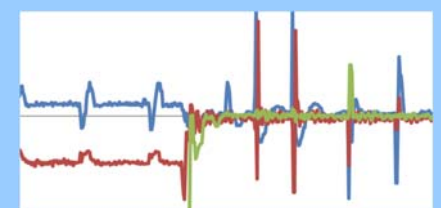
Nachteile des Gyrometers im Smartphone:

Anordnung der Sensoren:



→ Die Achsen der Drehungsmessung haben kein gemeinsames Zentrum!

Fehler bei hohen Messraten:



→ Wird der Sensor mit mehr als 30Hz ausgelesen, liefert er reproduzierbare Störungen!

## Literatur:

- REST, L.; TRZMIEL, Z. (2014). Beschleunigungsmessung mit dem Smartphone, In: iStage 2, Science on Stage S. 55-58.  
 KUHN, J. & VOGT, P. (2014). Angular velocity and centripetal acceleration relationship. In: The Physics Teacher 10, S. 159-160.  
 VOGT, P.; KUHN, J. & Müller, A. (2015). Zuschlagen einer Tür als Anwendungsbeispiel der Rotationsdynamik. In: Unterricht Physik 145, S. 21-23.