

Direkte Messung der Erdrotation

07.12.2009 – 15.01.2010

PPG 5

Michele Collodo, Andreas Glossner,
Karl-Christoph Gödel, Bastian Hacker,
Maria Obst, Alexander Wagner, David Winnekens
Tutor: Xiaoyue Jin

http://pp.physik.uni-erlangen.de/groups/ws0910/ppg5/ppg5_start.html

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundprinzip - Trägheitsmoment	3
3	Bau des Drehstabs	3
3.1	Material	3
3.2	Aufhängung	3
3.3	Klappmechanismus	3
4	Messungen	4
4.1	Berechnungen im Vorraus	4
4.2	Cassymessungen	4
4.3	Videomessungen	5
5	Verbesserungsvorschläge	7
6	Fazit	7

Bla Abstract Bla

1 Einleitung

Messung der Erdrotation - eines der ältesten Experimente der Physik

2 Grundprinzip - Trägheitsmoment

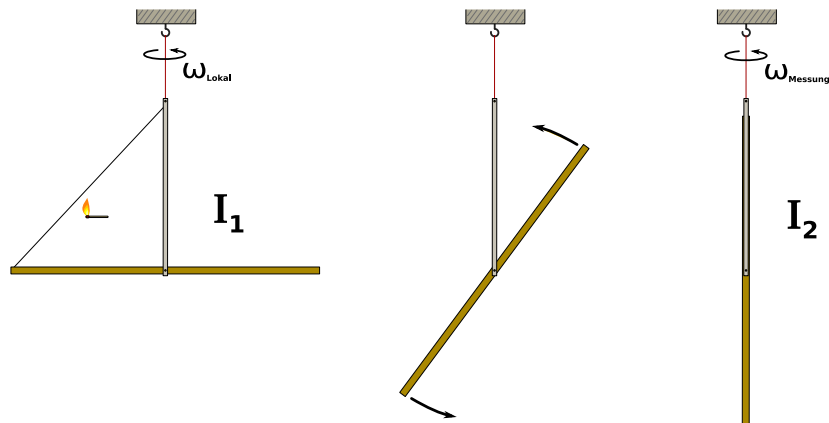


Abbildung 1: Schema des Bewegungsablaufs

3 Bau des Drehstabs

3.1 Material

Magnetismus, Verwindung usw.

3.2 Aufhängung

Stabilisierung der Drehbewegung

3.3 Klappmechanismus

Zugmechanismus, Einrasten

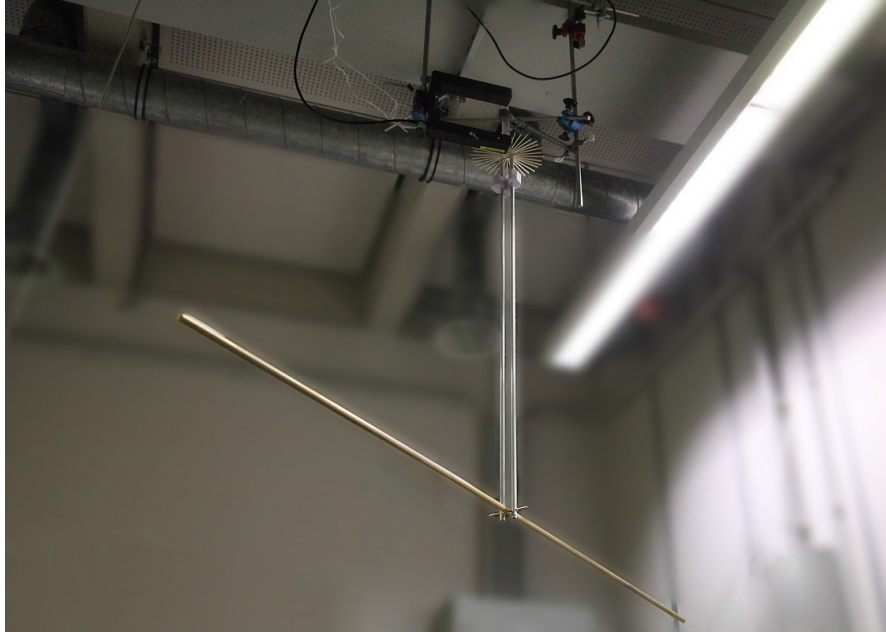


Abbildung 2: Der ausgelenkte Stab

4 Messungen

4.1 Berechnungen im Vorraus

Trägheitsmoment Rechnungen von Andi

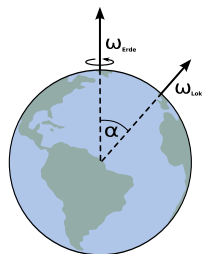


Abbildung 3: Position auf der Welt

4.2 Cassymessungen

Zur Aufzeichnung der Drehung des Stabes kam zunächst das CASSY Lab System zum Einsatz. Auf der Höhe der Spitze des Stabes wurde eine Lichtschranke durch Stativstangen an der Deckenkonstruktion verschraubt, welche die Durchgänge des

Stabes zählte. Die Auslösung der Lichtschranke sollte durch einen leichten Querstab aus Balsaholz erfolgen. Es stellte sich jedoch heraus, dass dabei nur unzureichende Genauigkeiten bei der Ermittlung der Drehgeschwindigkeit erzielt werden konnten, da die Lichtschranke bei dieser Methode nur zweimal pro ganzer Umdrehung ausgelöst wird. Deshalb wurde an der Spitze des Stabes ein „Speichenrad“ installiert. Die einzelnen Speichen hatten dabei einen Abstand von jeweils 10° . Pro Umdrehung wurde die Schranke also 36 Mal ausgelöst. Die Länge der Speichen wurde so kurz wie möglich gehalten um das Trägheitsmoment des Stabes nicht unnötig zu beeinflussen.

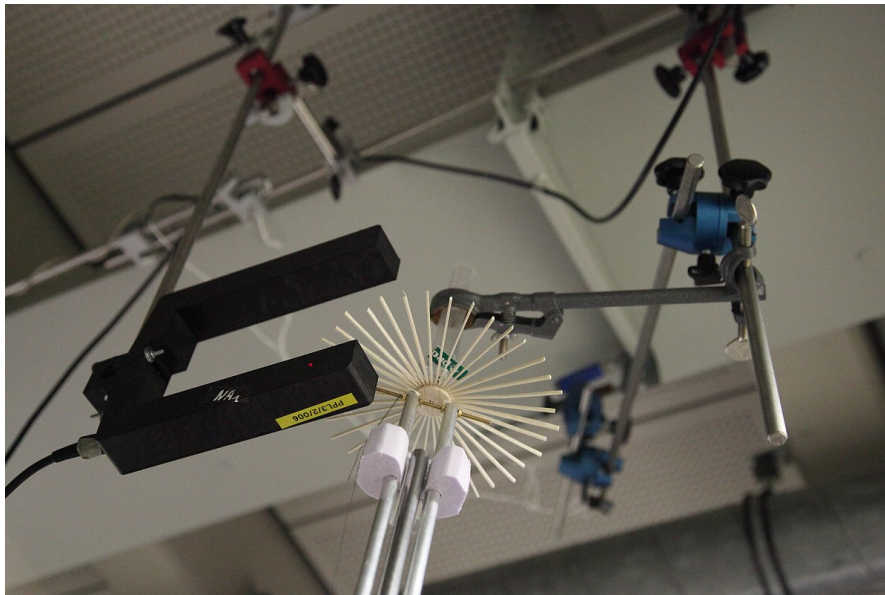


Abbildung 4: Das Speichenrad beim Durchgang durch die Lichtschranke

4.3 Videomessungen

Da die Schwingung der Vorrichtung die Cassymessung fast unbrauchbar machte, wurden weitere Wege gesucht, die bisherigen Versuche dennoch auswertbar zu machen. Als Grundlage sollten hier Videoaufnahmen dienen, die es ermöglichten, die Drehung unmittelbar nach dem Einklappen des Stabes zu beschreiben, bevor die störende Schwingung den Effekt zu stark überlagert. Die zur Verfügung stehenden Mitschnitte wurden ursprünglich nur zu Dokumentationszwecken aufgezeichnet. Dies hatte den Nachteil, dass die Videodateien vor der Auswertung noch stark bearbeitet werden mussten, um Messdaten ablesen zu können. Das Hauptproblem lag in der verzerrten Perspektive des Videos, das von schräg unten aufgenommen wurde (siehe Abbildung ?). Zur Auswertung wurde mit Hilfe der freien Bildbearbeitungssoftware GIMP wie folgt vorgegangen: Zuerst wurde das Video in

seine Einzelbilder zerlegt. Anhand dieser Bilder, im Speziellen der sich drehenden, oberen Verbindungsquerstange, wurde durch Fitten einer Ellipse die perspektivische Verzerrung ermittelt. Für das Halbachsenverhältnis dieser Ellipse ergab sich folgender Wert:

$$\frac{a_{\text{groß}}}{a_{\text{klein}}} = 3,21$$

Nun wurden die Einzelbilder senkrecht ausgerichtet, also um den Winkel α gedreht (siehe Abbildung ? - A) und schließlich um den ermittelten Faktor 3,21 gestreckt (siehe Abbildung ? - B). Aus diesen Bilddaten konnten nun die Drehwinkel ϕ

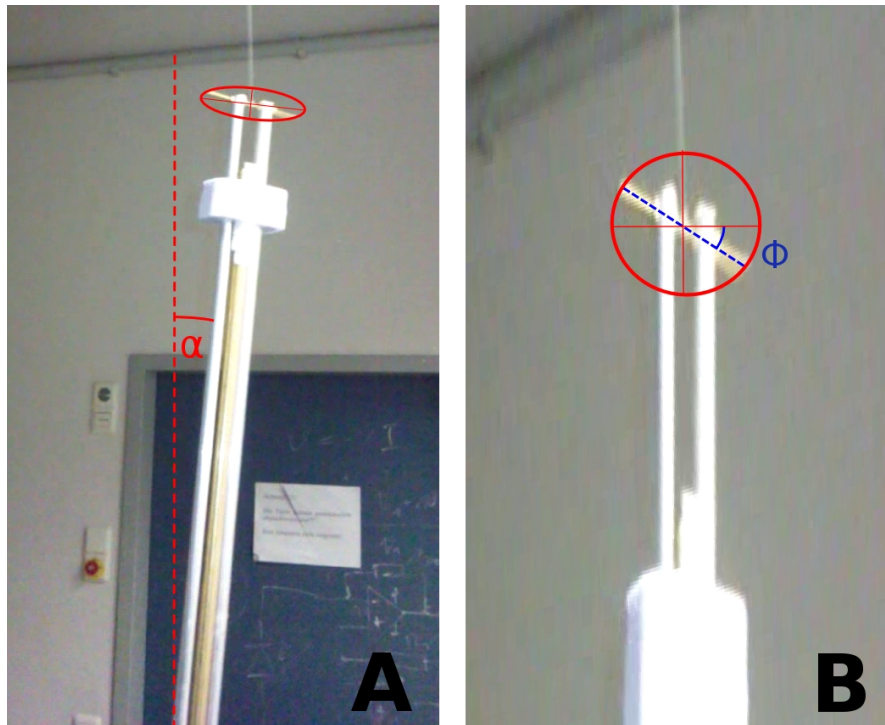


Abbildung 5: Bearbeitung der Videoeinzelbilder

abgelesen werden. Der Fehler dieser Messung lag vor allem in der unterschiedlichen Qualität der Einzelbilder und wurde durch mehrmaliges Messen pro Bild ermittelt. Da die schon anfänglich erwähnte Schwankung leider sehr schnell nach dem Einklappvorgang ins Gewicht fiel, konnten nur einige wenige Messpunkte zur Ermittlung der Winkelgeschwindigkeit herangezogen werden. Der zeitliche Abstand der Videoeinzelbilder wurde mit Hilfe einer Stoppuhr zu $\Delta t = 0,04\text{ s}$ gemessen. Durch einen Geradenfit der ersten sechs Messpunkte wurde die Winkelgeschwindigkeit ermittelt. Es gilt:

$$\omega_{\text{Messung}} = 33,35 \frac{\text{deg}}{\text{s}} = 0,582 \text{ Hz}$$

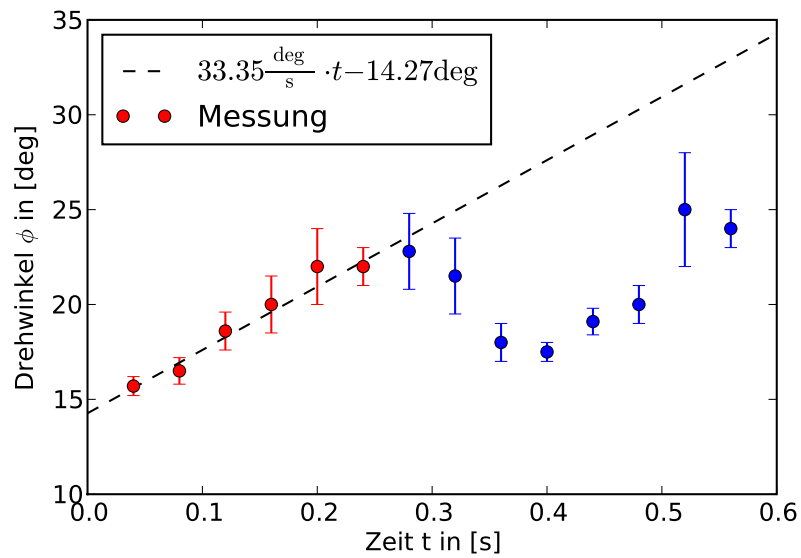


Abbildung 6: Messergebnisse der Video-Messung

Damit ergibt sich mit den bekannten Werten für die Trägheitsmomente folgende Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation:

$$\omega_{Erde} = \frac{\omega_{\text{lokal}}}{\sin(\alpha)} = \dots$$

5 Verbesserungsvorschläge

6 Fazit

Nicht alles funktioniert so, wie erwartet ... → Warum?