

## **Multimedien in der Physikausbildung**

### **Lehrvideo zur Corioliskraft**

A. Wagner, S. Altherr, B. Eckert, H. J. Jodl  
(Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern)

Das Themengebiet um die Corioliskraft (linear beschleunigte und rotierende Bezugssysteme, Inertialsysteme, Schein- bzw. Trägheitskräfte) hat seinen angestammten Platz in der Lehre über Mechanik. Das Phänomen selbst kommt vor in Naturerscheinungen, in der Technik und im Alltag.

Wie die Erfahrung aber zeigt, tun sich Lernende beim Verständnis des Konzeptes selbst schwer (z. B. Koordinatentransformation), sei es wegen undurchsichtiger Demonstrationsexperimente (z. B. Foucault-Pendel), sei es weil statische Buchdarstellungen schlichtweg falsch sind, sei es weil Lehrbücher manchmal suggerieren, es handele sich dabei um „Scheinkräfte“ und nicht um real wirkende Kräfte. Demonstrationsexperimente zu diesem Thema leiden unter der Tatsache, dass der Beobachter (Schüler, Student) sich im ruhenden System befindet, die Coriolisbeschleunigung aber nur im beschleunigten System sichtbar oder erfahrbar ist. Selbst „Kunstgriffe“ wie beispielsweise das Aufzeichnen der Bahn einer zuvor in Farbe getauchten Kugel auf einer rotierenden Scheibe oder Sandpendel über einer rotierenden Scheibe (Stichwort: Rosettenbahn) sind nur begrenzt tauglich, setzen sie doch eine Transformation der Bewegung – quasi im Kopf des Lernenden – voraus [1]. Als Medien gibt es durchaus überzeugende Videos (z. B. Karussell, Hoch-/Tiefdruckgebiete), aber der Beobachter befindet sich entweder im rotierenden oder im ruhenden System; die technischen Möglichkeiten digitaler Videos werden nicht genutzt [2].

Wie hinlänglich bekannt, macht sich die Corioliskraft auf einen Körper zum Beispiel dann bemerkbar, wenn in einem gleichmäßig rotierenden (somit beschleunigten) System ein Objekt sich mit konstanter Geschwindigkeit radial bewegt. Aus der Sicht des (ruhenden) Laborsystems bewegt sich das Objekt kräftefrei, idealer Weise also auf einer Geraden; aus der Sicht des beschleunigten Koordinatensystems wird das Objekt infolge einer Trägheitskraft von dieser Geraden abgelenkt. Man muss also nur ein- und dieselbe Bewegung des Objektes aus der „Sicht“ zweier Koordinatensysteme beschreiben, um diesen Unterschied klar zu erkennen. Genau diese zwei Sichtweisen haben wir in diesem Lehrvideo realisiert.

### **Abbildung 1**

Den Versuchsaufbau zeigt Abbildung 1: Eine Kamera, fest montiert am Boden, zeigt die Sichtweise aus dem ruhenden Laborsystem; eine weitere Kamera, montiert auf der sich drehenden Scheibe, zeigt die Sichtweise aus dem beschleunigten System. Im Video wird der Unterschied beider Perspektiven sofort sichtbar, da das - bewusst auffällige - Muster des Experimentiertisches ruht bzw. sich dreht. Der Rest des Aufbaus entspricht bisher üblichen Demonstrationsversuchen: eine Kugel rollt eine Schiene hinab; in der Mitte der Scheibe verlässt die Kugel die Schiene; danach bewegt sie sich nach Newton kräftefrei mit konstanter Radialgeschwindigkeit. Die Scheibe selbst wird über einen Motor mit konstanter Umdrehungsgeschwindigkeit in Bewegung versetzt.

### **Abbildung 2**

Das Versuchsergebnis zeigt Abbildung 2. Ein- und dieselbe Bahnkurve einer rollenden Kugel wird also aus der Sicht der ruhenden Kamera (links) und aus der Sicht der rotierenden Kamera

(rechts) dargestellt. Da die Bildfrequenz der Kamera 25 Bilder pro Sekunde beträgt, lässt sich die jeweilige Bahnkurve durch zeitlich äquidistante Punkte markieren und damit für den Betrachter deutlich sichtbar machen. Wir nutzen hier also verschiedene Techniken der digitalen Nachbearbeitung.

Die von uns entwickelten Lehrvideos haben den Vorteil, dass sie nicht nur zur Demonstration des Phänomens aus zwei Bezugssystemen heraus eingesetzt werden können, sondern – das war ein weiteres Ziel der Entwicklung – auch zur eigenständigen Messung und Auswertung, etwa verbunden mit einer Übungsaufgabe, dienen können (Messvideo) [3]. Mit Abbildung 3 werden Mess- und Auswerteverfahren deutlich.

### Abbildung 3

Da alle nötigen Daten aus dem Video entnommen werden können bzw. mit angegeben werden (Größe der Scheibe, Umdrehungsfrequenz, Position der Kugel zu bestimmten Zeiten etc.), ist es möglich, die theoretische Formel für die Coriolisbeschleunigung experimentell quantitativ zu überprüfen [4].

Das Video kann in mittlerer Auflösung kostenlos heruntergeladen [5] oder in höherer Qualität bei den Autoren auf CD-ROM [6] angefordert werden. Multimedien/Messvideos zu weiteren Themen stehen ebenfalls zum Download zur Verfügung [5].

#### Literaturhinweise

- [1] Von den zahlreichen Experimentvorschlägen seien hier exemplarisch zwei Werke genannt: (a) M. J. Hignatsberger, *Physik in 700 Experimenten*, Blick in die Welt Film- und Dokumentations-GmbH, Frankfurt/M. 1977; (b) H. F. Meiners (Hrsg.), *Physics Demonstration Experiments*, The Ronald Press Company, New York 1970.
- [2] Beispiele: (a) *Forces and Winds – Online Meteorology Guide*, University of Illinois, [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/fw/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/fw/home.rxml); (b) M. F. Selekwia, *Coriolis Acceleration*, Florida State University, <http://www.eng.fsu.edu/~majura/dynamics/>; (c) K. Meier, H.-G. Siebig, L. Koch, *Team anderthalb – Filme über physikalische Phänomene*, Universität Heidelberg, <http://www.uni-heidelberg.de/media/physik/anderthalb.html>; (d) FiPS-Medienserver, Corioliskraft, TU Kaiserslautern, <http://www.fernstudium-physik.de/medienserver/mediafiles/realvideo/free/corioliskraft.rm> (Zugriff: Nutzer *medien*, Passwort *uni-kl*) bzw. <http://pen.physik.uni-kl.de/medien/corioliskraft.rm>
- [3] So wurden beispielsweise im Rahmen des Projekts „Früheinstieg ins Physikstudium (FiPS)“ rund 50 multimediale Übungsaufgaben entwickelt, etwa 10 davon als Messvideos. Siehe z. B.: B. Eckert, M. E. Berbenni-Bitsch, H. J. Jodl, *Multimediale Übungsaufgaben im Physikstudium*, in: Didaktik der Physik – Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG – Augsburg 2003 (V. Nordmeier, Hrsg.), Lehmanns Media, Berlin 2003 (CD-ROM).
- [4] B. Eckert, A. Wagner, S. Altherr, H. J. Jodl, *Multimediale Übungsaufgaben am Beispiel von Messvideos*, erscheint in *PhyDid (Physik und Didaktik in Schule und Hochschule)* 2005.
- [5] Dateigröße ca. 20 MB, für Real Player, <http://pen.physik.uni-kl.de/videos.html>
- [6] Dateigröße ca. 100 MB, avi-Format, Unkostenbeitrag 5,- €.

#### Abbildungsunterschriften

Abb. 1: Versuchsaufbau (links: Schema, rechts: Foto)

Abb. 2: Versuchsergebnis ein und derselben Bewegung mit markierter Trajektorie

Abb. 3: Polardiagramm der in Abb. 2 dargestellten Bewegung

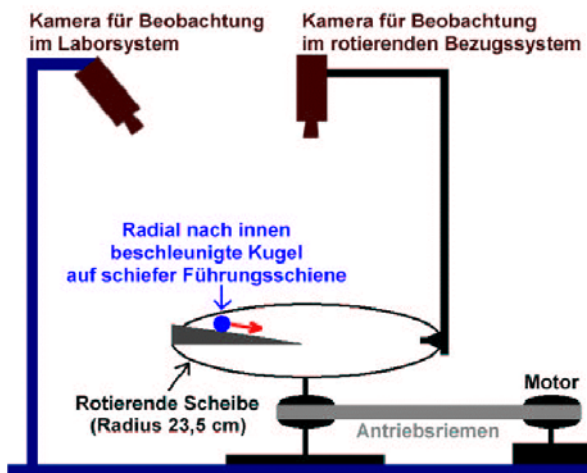


Abb. 1: Versuchsaufbau (links: Schema, rechts: Foto)

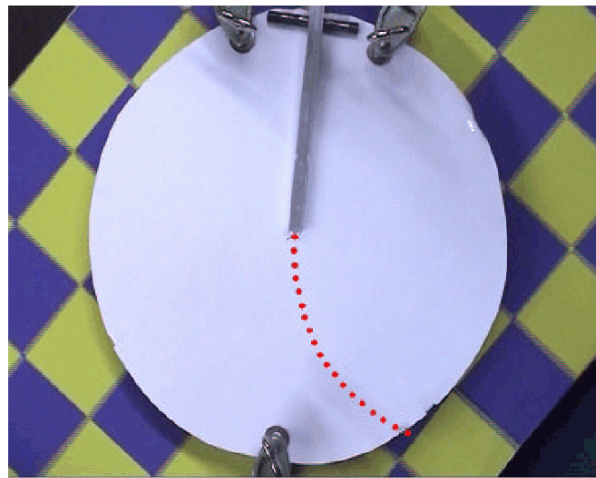
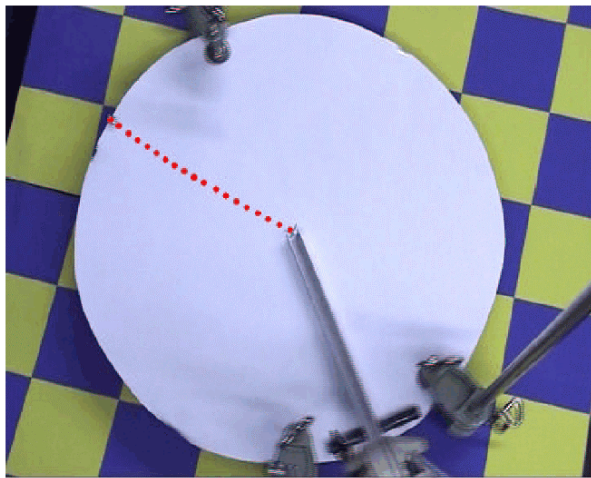


Abb. 2: Versuchsergebnis ein und derselben Bewegung mit markierter Trajektorie

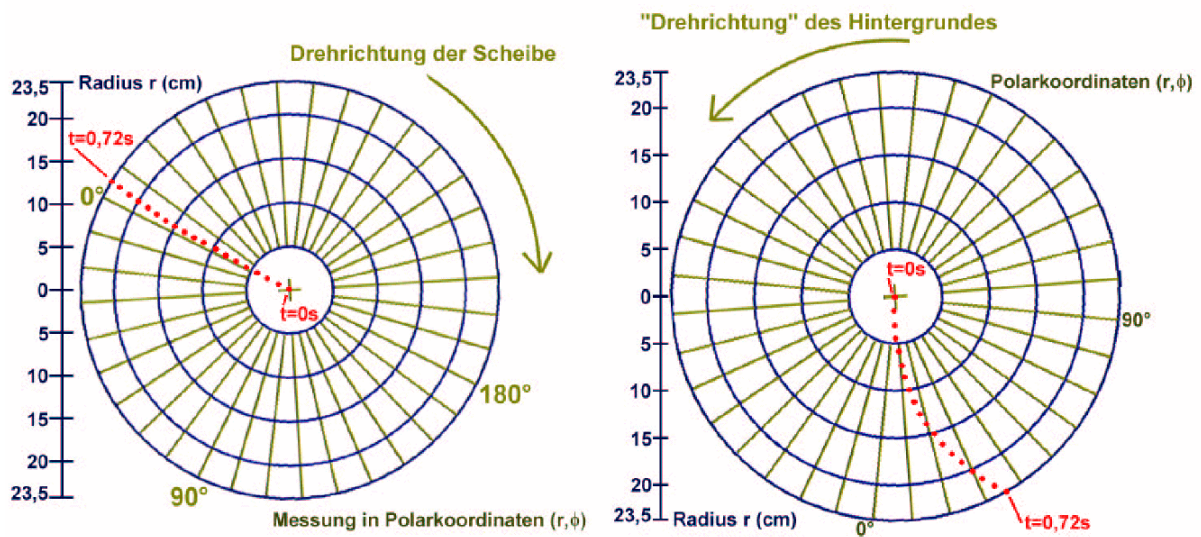


Abb. 3: Polardiagramm der in Abb. 2 dargestellten Bewegung