

Erzwungene Schwingungen - Experimente mit dem Clausthaler Drehpendel in Vorlesung und Praktikum

Das Pohlsche Rad

Über viele Jahrzehnte hat das Drehpendel des Göttinger Physikers Robert Wichard Pohl (1884 - 1976) die Studenten in den Praktika beschäftigt, wenn es darum ging, gedämpfte Schwingungen in freier oder erzwungener Form zu studieren. In einer Zeit ohne Computer und Videoaufzeichnung erlaubte das experimentell gut durchdachte Gerät Einblicke in die Bewegungsvorgänge des Drehpendels entweder bei direkter Beobachtung oder in der damals üblichen Schattenprojektion. Zwischen zwei Schwingungen stand -bedingt durch die niedrige Resonanzfrequenz- genügend Zeit zur Verfügung, um die abgelesenen Werte der aktuellen Amplitude zu notieren.

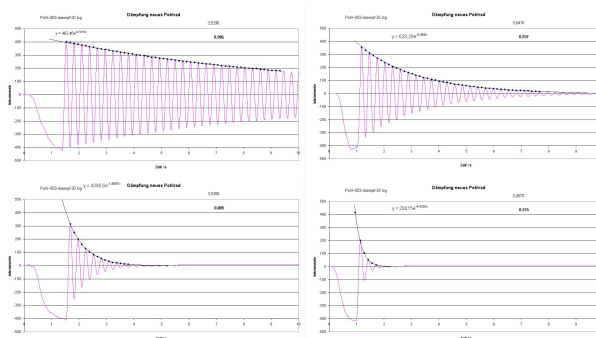
Für uns und die noch nachfolgenden Studenten hatte die Konstruktion aber den Nachteil, dass man nahezu unendlich viel Zeit mitbringen mußte, um bei sehr schwacher Dämpfung stabile Schwingungen mit konstanter Amplitude zu erhalten. Darüberhinaus bestand zwischen den theoretischen Zielen und den mit Bleistift und Papier erreichbaren experimentellen Daten eine große Diskrepanz. Ob die Frequenzverschiebung der Resonanz mit zunehmender Dämpfung tatsächlich zu messen war und wenn ja in welcher Richtung, hat schon so manchen Praktikumsbetreuer irritiert.

Aus diesen kritischen Gedanken heraus ist das **Clausthaler Drehpendel** entstanden:

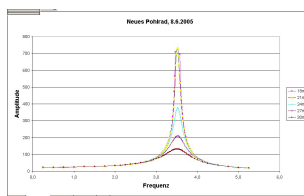
- 1) Resonanzfrequenz etwa bei 3,5 Hz
- 2) Anregung und Schwingung digital messbar
- 3) Datenaufzeichnung in einer Tabelle, Rate >100 Hz
- 4) Grafische Darstellung unmittelbar während (in der Vorlesung) oder im Anschluß an die Messung (im Praktikum)
- 5) Wirbelstrombremse mit verschiebbarem Permanentmagnet
- 6) akustische Anzeige der Resonanzkatastrophe

Aufgaben

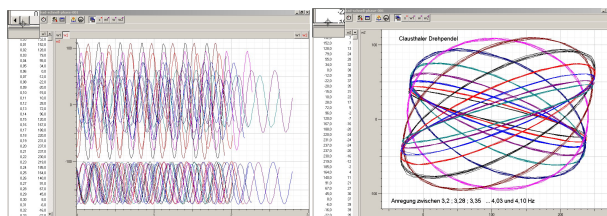
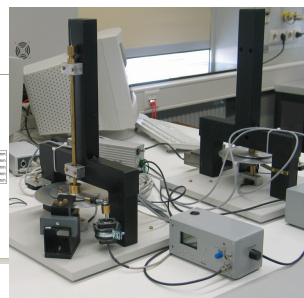
- 1) Datenausgabe der freien gedämpften Schwingung
- 2) Bestimmung von Amplitude und Phase als Funktion der Dämpfung bei erzwungener Anregung
- 3) Einschwingverhalten (Schwebung zwischen Resonanz- und Anregefrequenz)



Freie Schwingung bei unterschiedlich starken Dämpfungen, Versuch der Anpassung durch Exponentialkurve mit Programm EXCEL.

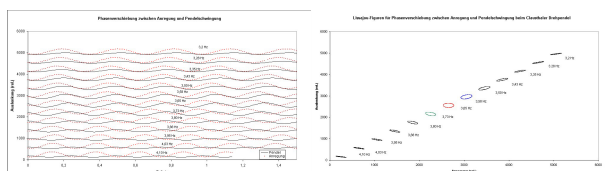


Resonanzkurve, in mühsamer Handarbeit aufgenommen.



Aufzeichnung mit dem Programm CASSY, verschiedene Anregefrequenzen in der Nähe der Resonanz, links: Pendel (oben) und Anregung (unten), rechts: beide Bewegungen gegeneinander aufgetragen als Lissajou-Figur, Dauer der Messung ca. 5 Minuten

unten: Eine Übernahme der gleichen Daten in das Programm EXCEL ist möglich und erlaubt unterschiedlichste Darstellungen der Beziehung zwischen Frequenz, Phase und Amplitude



Nach Start der Anregung überlagern sich Resonanz- und Generatorfrequenz. Die Differenzfrequenz beider ist als Schwebung deutlich zu sehen. Erst nach langer Zeit nimmt beim ungedämpften Pendel die Amplitude der Schwebung ab, während sie beim gedämpften System kaum ausgeprägt ist.

