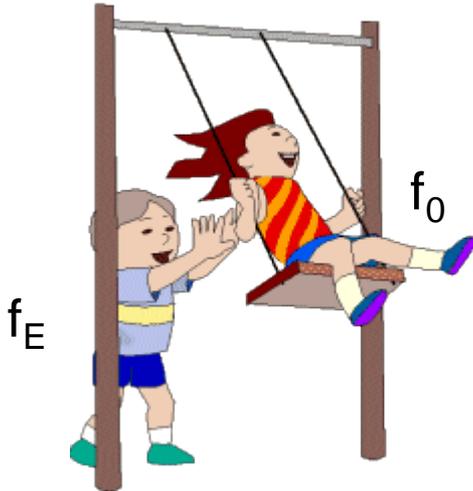


Ungedämpfte mechanische Schwingungen



Um die Dämpfung einer Schwingung auszugleichen muss von außen Energie zugeführt werden.



z.B.:
periodisches Anschubsen
einer Schaukel

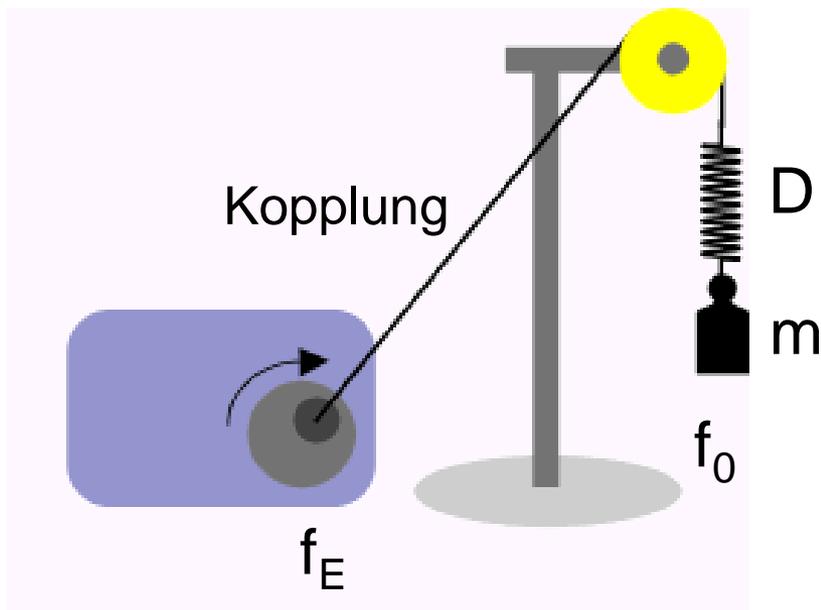
→ Erreger

Erreger und schwingendes System werden miteinander gekoppelt.



Führt man einem schwingungsfähigen System periodisch Energie zu, so spricht man von einer erzwungenen Schwingung.

Erzeugung von erzwungenen Schwingungen:



Mittels eines Motors wird eine periodische Kreisbewegung erzeugt

→ Erregerfrequenz f_E

Über ein Seil wird die Bewegung mit einer Feder gekoppelt

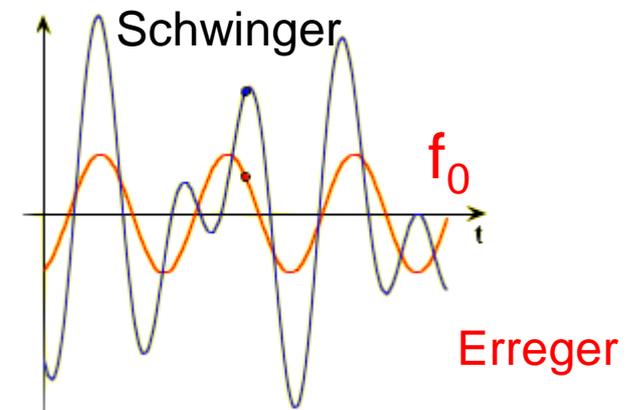
Feder (D) und Massestück (m) bilden den Schwinger

→ Eigenfrequenz f_0

Die Drehbewegung des Motors führt zu einer erzwungenen Schwingung der Feder.

Sind Erregerfrequenz und Eigenfrequenz voneinander verschieden ($f_E \neq f_0$) ist die erzwungene Schwingung sehr unregelmäßig.

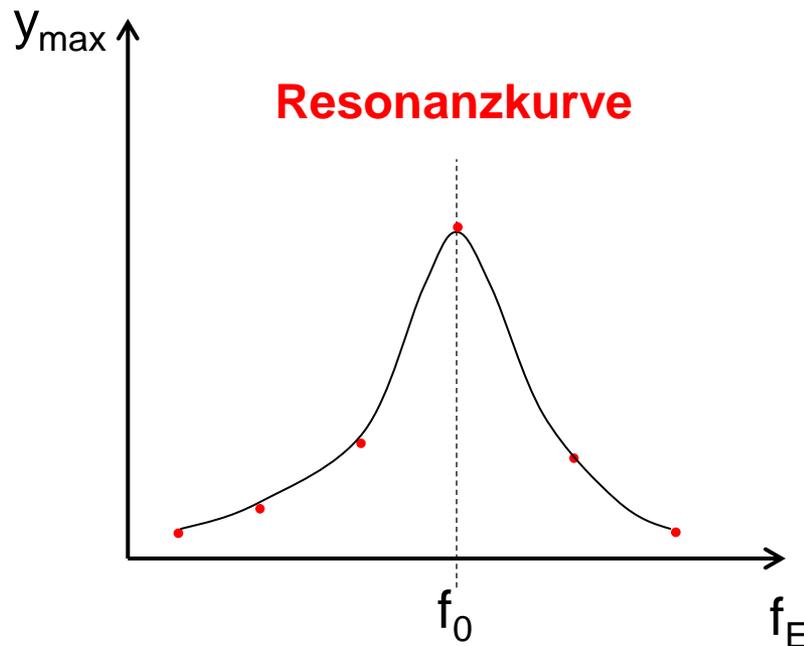
„schwankende Amplitude“



Veränderung der Erregerfrequenz f_E :

Die Amplitude y_{\max} einer erzwungenen Schwingung hängt von der Erregerfrequenz ab.

Nähert sich die Erregerfrequenz f_E der Eigenfrequenz f_0 , so nimmt die Amplitude zu.



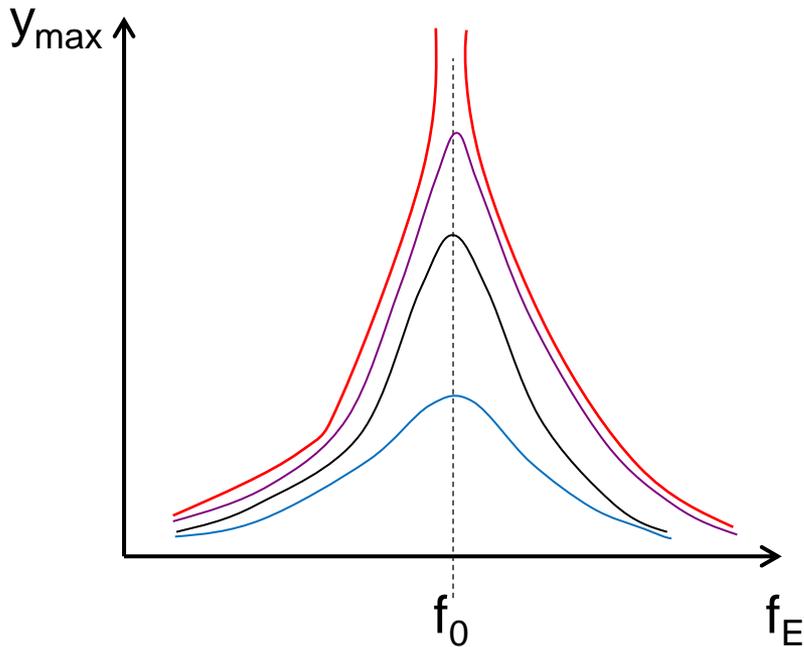
Stimmen Erregerfrequenz und Eigenfrequenz überein, dann ist die Amplitude am größten.

Mann spricht von **Resonanz**.

$$f_E = f_0 \iff \text{Resonanz}$$

Die maximale Amplitude wird durch die Dämpfung bestimmt.

Einfluss der Dämpfung:



mittlere Dämpfung

starke Dämpfung

schwache Dämpfung

Resonanzkatastrophe

Tacoma Bridge
Washington – USA (1940)

Ist die Erregerenergie zu groß bzw. die Dämpfung zu gering kann es zur **Resonanzkatastrophe** kommen.

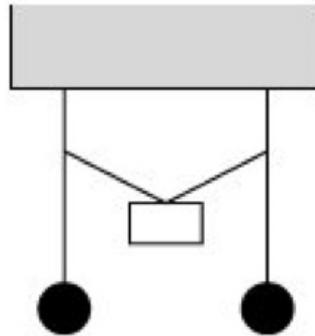
Das schwingende System kann zerstört werden.



Energieübertragung bei erzwungenen Schwingungen:

„gekoppelte Pendel“

Pendel mit variabler
Pendellänge
(Erregerfrequenz f_E)



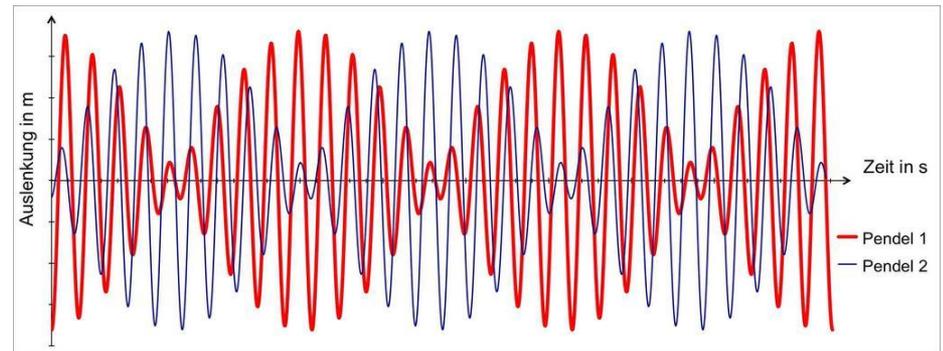
schwingendes Pendel
mit $l = \text{konstant}$
(Eigenfrequenz f_0)

Beobachtung:

Zwischen Erreger und Schwinger wird nach und nach Energie übertragen.

Im Resonanzfall (gleiche Pendellängen) wird die gesamte (maximale) Energie übertragen.

Erregerschwingung und
Eigenschwingung sind
zeitlich um $T/4$ versetzt.



Resonanzbeispiele:



schwingende
Gläser



Resonanzböden



Frequenzmessung



Selbsterregung
in
mechanischen
Uhren

Anwendung und Nachteile der Resonanz:

Anwendung der Resonanz	nachteilige Wirkungen der Resonanz
<ul style="list-style-type: none">- Resonanzböden von Musikinstrumenten- Stimmen von Instrumenten- Anschieben von Kfz. (Winter)- Antrieb mechanischer Uhren- Frequenzmessungen	<ul style="list-style-type: none">- Dröhnen von Karosserien- Zerstörung rotierender Maschinenteile- Plärren von Lautsprechern- Zerstörung von Brücken

Durch periodisches Zuführen kleiner Energiebeträge können große Wirkungen hervorgerufen werden ...

Vermeidung von Resonanzkatastrophen:

- starke Dämpfungen (Schwingungsdämpfer)
- Änderung der Eigenfrequenz (Konstruktion)

