



Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion

Christoph Kulgemeyer

Einstiegsaufgabe

4.1.1. Gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen

Eine Schwingung mit konstanter Amplitude, wie sie in 1.4.3 beschrieben wurde, heißt ungedämpfte Schwingung. Konstanz der Amplitude bedeutet Konstanz der Energie; die Schwingung besteht nur darin, daß abwechselnd kinetische Energie in potentielle übergeht und umgekehrt.

Jede Reibungskraft verzehrt mechanische Energie. Wenn dieser Verlust nicht durch Energiezufuhr von außen kompensiert wird, muß sich die Amplitude ständig verringern: Die Schwingung ist gedämpft (Abb. 147).

Reibungskräfte sind der Geschwindigkeit meist entgegengerichtet und ihr häufig proportional (vgl. Kap. 1.6):

$$R = -ku = -k \frac{dx}{dt} \quad (4.1)$$

Diese Reibungskraft tritt zu der Rückstellkraft hinzu, die der Auslenkung x aus der Ruhelage entgegenwirkt. Es sei dies speziell eine quasielastische Rückstellkraft. Dann heißt die Bewegungsgleichung

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt} - Dx \quad \text{oder abgekürzt} \quad m\ddot{x} + k\dot{x} + Dx = 0. \quad (4.2)$$

Wie man durch Einsetzen verifiziert, wird sie gelöst durch

$$x(t) = x_0 e^{-\delta t} \cos \omega t, \quad (4.3)$$

(Näheres in 4.1.6), wobei

$$\delta = \frac{k}{2m}, \quad \omega = \sqrt{\frac{D}{m} - \frac{k^2}{4m^2}}. \quad (4.4a, b)$$

Diese Funktion $x(t)$ beschreibt genau das Verhalten von Abb. 147: Die Amplitude, die anfangs x_0 war, reduziert sich nach einer Periode $\left(t = T = \frac{2\pi}{\omega}\right)$ um den Faktor $e^{-\delta T} = e^{-\frac{2\pi k}{\sqrt{4mD - k^2}}}$. Dies ist auch ganz allgemein das Verhältnis zweier aufeinanderfolgender Amplituden. Sein natürlicher Logarithmus, also der Wert δT , heißt logarithmisches Dekrement der Schwingung.

Wie würden Sie den Sachverhalt in der E-Phase erklären? Was muss man zentral wissen?

Elementarisierung

- In seiner „*didactica magna*“ stellt Comenius bereits 1632 die Behauptung auf, **dass es möglich sei, allen Menschen alles zu lehren**. Jeder Sachverhalt könne so dargestellt werden, dass jeder ihn im Kern verstehen würde. Diese Aufgabe wird als Elementarisierung bezeichnet. (vgl. Reinhold, 2006)
- „**Bringe den Gegenstand** oder Sachverhalt aus Physik oder Technik, über den unterrichtet werden soll, **auf ein Anforderungsniveau, das dem Auffassungsvermögen und der geistigen Leistungsfähigkeit Deiner Schüler entspricht**. Dabei darf das Ziel, den „Kern der Sache“ zu erfassen, nicht aus dem Auge gelassen werden.“ (Bleichroth, 1991, S.4)

Warum elementarisieren?

- Physikalische Theorien, Modelle und Prinzipien zeichnen sich durch eine hohe Komplexität aus.
- Komplex bedeutet, dass die Theorien und Prinzipien jeweils eine Menge einzelner Elemente beinhalten, die zueinander in Beziehung stehen und zusammengenommen ein Ganzes bilden.
Durch die Betrachtung des Ganzen treten die einzelnen Elemente und ihre Verknüpfung in den Hintergrund.
- Beispiel: Newtonsche Axiome
- Elementarisieren heißt letztlich, den fachlichen Kern eines Zielbereichs unterrichtlich aufzubereiten - fachgerecht, anschlussfähig, adressatengerecht
- Elementar im Sinne von
 - exemplarisch, beispielhaft
 - grundlegend für das jeweilige Wissensgebiet / die Sache
 - wesentlich für den Bildungsprozess

Hilft das weiter?

4.1.1. Gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen

Eine Schwingung mit konstanter Amplitude, wie sie in 1.4.3 beschrieben wurde, heißt ungedämpfte Schwingung. Konstanz der Amplitude bedeutet Konstanz der Energie; die Schwingung besteht nur darin, daß abwechselnd kinetische Energie in potentielle übergeht und umgekehrt.

Jede Reibungskraft verzehrt mechanische Energie. Wenn dieser Verlust nicht durch Energiezufuhr von außen kompensiert wird, muß sich die Amplitude ständig verringern: Die Schwingung ist gedämpft (Abb. 147).

Reibungskräfte sind der Geschwindigkeit meist entgegengerichtet und ihr häufig proportional (vgl. Kap. 1.6):

$$R = -ku = -k \frac{dx}{dt} \tag{4.1}$$

Diese Reibungskraft tritt zu der Rückstellkraft hinzu, die der Auslenkung x aus der Ruhelage entgegenwirkt. Es sei dies speziell eine quasielastische Rückstellkraft. Dann heißt die Bewegungsgleichung

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt} - Dx \quad \text{oder abgekürzt} \quad m\ddot{x} + k\dot{x} + Dx = 0. \tag{4.2}$$

Wie man durch Einsetzen verifiziert, wird sie gelöst durch

$$x(t) = x_0 e^{-\delta t} \cos \omega t, \tag{4.3}$$

(Näheres in 4.1.6), wobei

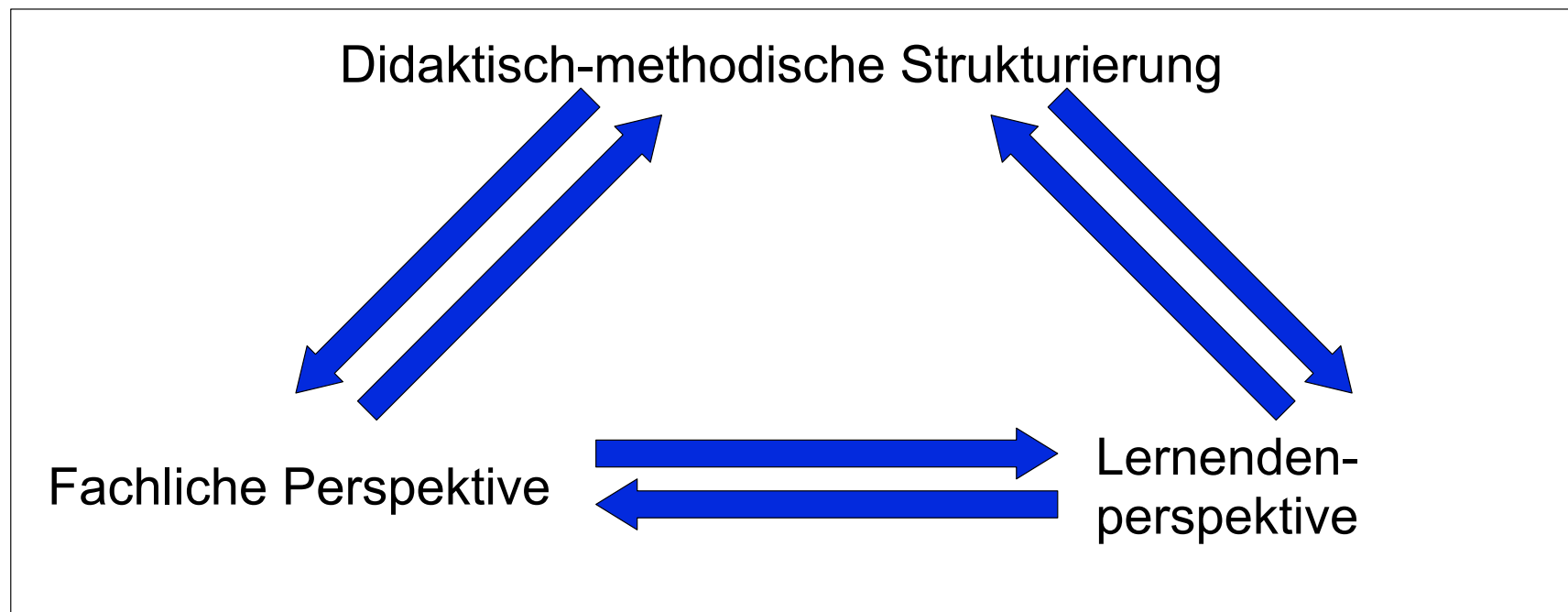
$$\delta = \frac{k}{2m}, \quad \omega = \sqrt{\frac{D}{m} - \frac{k^2}{4m^2}}. \tag{4.4a, b}$$

Diese Funktion $x(t)$ beschreibt genau das Verhalten von Abb. 147: Die Amplitude, die anfangs x_0 war, reduziert sich nach einer Periode $\left(t = T = \frac{2\pi}{\omega}\right)$ um den Faktor $e^{-\delta T} = e^{-\frac{2\pi k}{\sqrt{4mD - k^2}}}$. Dies ist auch ganz allgemein das Verhältnis zweier aufeinanderfolgender Amplituden. Sein natürlicher Logarithmus, also der Wert δT , heißt logarithmisches Dekrement der Schwingung.

Moment mal, kann das funktionieren?

Didaktische Rekonstruktion als Schema

- „Im Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Konzepte und Schülervorstellungen gleichwertig behandelt [...]“. (Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek, 1997, S. 6)



Didaktische Rekonstruktion als Schema

Didaktisch-methodische Strukturierung



Fachliche Perspektive

Lernenden-
perspektive

- **Fachliche Klärung:** was ist wesentlich?
- **Lernendenperspektive:** Was denken SuS zu den Inhalten? Was finden sie interessant?
- **Didaktisch-methodische Strukturierung:** Aus Fach- und Lernendenperspektive wird der Gegenstand neu konstruiert. Beide sind gleichwertig!

Nach: Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek (1997)

Was bedeutet Didaktische Rekonstruktion?

- „Aus fachdidaktischer Perspektive wird der **wissenschaftliche Gegenstand in seinen bedeutsamen Bezügen wiederhergestellt**, und es wird durch **Rückbezug auf die verfügbaren Schülervorstellungen** ein Unterrichtsgegenstand konstruiert“ (Kattmann et al. 1997, S. 4)
- Dazu gehören **Alltagserfahrungen**, in der Schule erworbenes Wissen und die Fähigkeiten, altes und neues Wissen zu verbinden, Wissen neu zu strukturieren, sinnvoll damit zu arbeiten. **Schließlich sollen didaktische Rekonstruktionen auch anregend und attraktiv** sein, so dass sich die Schüler hinreichend intensiv damit beschäftigen. (Kircher, 2015, S. 112)

Was bedeutet Didaktische Rekonstruk?

