

Basiskonzept System (Physik)

Physikalische Systeme umfassen mehrere Komponenten, die so in Beziehung zueinander stehen und miteinander wechselwirken, dass sie aus übergeordneter Sicht als eine Einheit angesehen werden können. Man unterscheidet zwei Sichtweisen auf Systeme. Auf der Makroebene betrachtet man ein System und seine Eigenschaften als Ganzes von außen. Auf der Mikroebene betrachtet man die Komponenten eines Systems und ihr Zusammenwirken. Die Eigenschaften eines Systems (auf der Makroebene) werden durch seine Komponenten und deren Wechselwirkungen (auf der Mikroebene) bestimmt.

Physikalische Systeme sind in der Regel offen, lassen sich aber nach außen klar abgrenzen, um modellhaft das Geschehen in ihnen und ihre Wechselwirkung mit der Umgebung beschreiben zu können. Die Grenzen werden willkürlich so gezogen, dass sich Prozesse innerhalb des Systems und der Austausch (z. B. von Energie, Stoffen oder Informationen) mit der Umgebung bzw. mit anderen Systemen klar unterscheiden lassen. Systeme, deren Wechselwirkungen mit der Umgebung vernachlässigt werden können oder sollen, werden als abgeschlossene Systeme bezeichnet. Welche Betrachtungsweise man wählt, hängt u. a. davon ab, ob man Prozesse innerhalb des Systems (auf der Mikroebene) oder, im Gegensatz dazu, gerade die Austauschprozesse mit der Umgebung bzw. mit anderen Systemen (Makroebene) in den Blick nehmen will.

Physikalische Systeme können Gleichgewichtszustände besitzen oder auch im Ungleichgewicht sein. Offene Systeme können sich mit ihrer Umgebung in einem durch Austauschprozesse bestimmten dynamischen Gleichgewicht befinden (z. B. ein Treibhaus oder die Erde im Weltraum). Störungen des Gleichgewichts führen typischerweise zu Veränderungen innerhalb des Systems und der in ihm ablaufenden Prozesse (z. B. in Form von Strömen, Strömungen, Kreisläufen oder Schwingungen bzw. Änderungen von Zustandsgrößen). Auf der Makroebene lassen sich bereits ohne Kenntnis der Mikroebene Gesetzmäßigkeiten zwischen äußeren Einflüssen und den Reaktionen des Systems erkennen und beschreiben. Erklärt werden können diese Gesetzmäßigkeiten aber nur durch die Struktur und die Wechselwirkungen innerhalb des Systems.

Diese Aussagen treffen im Grundsatz auf alle Systeme zu, auch solche, die in den anderen Naturwissenschaften und in der Technik betrachtet werden. Vergleicht man sie mit denen zum Basiskonzept System für den Biologieunterricht, so wird deutlich, dass in beiden Fächern ein vergleichbares Begriffsverständnis besteht.

Viele Phänomene und Funktionsweisen von Gegenständen des Alltags lassen sich mit Blick auf das System besser beschreiben und verstehen. Schon recht einfach aufgebaute Geräte, wie z. B. Fahrräder, bestehen aus mehreren Komponenten, die miteinander wechselwirken und die Gesamtfunktion des Systems Fahrrad bestimmen. Die Funktionen der verschiedenen Komponenten können in Form von Wirkungs- und Energieübertragungsketten in einen Zusammenhang gebracht werden. Dabei ist es nicht zwingend notwendig die Funktionsweise aller Subsysteme (z. B. des Dynamos) erklären zu können. Umgekehrt können Komponenten technischer Geräte (mechanische, elektrische, optische)

identifiziert und ihre Funktionsweisen unter Verwendung physikalischer Prinzipien näher untersucht werden.

Andererseits erschließt eine systemische Sicht die Möglichkeit, Systeme (z. B. komplexe Bauelemente in Alltagsgeräten oder elektronische Bauelemente) durch Darstellung der Zusammenhänge von Input und Output in ihrer Wirkung auf der Makroebene zu beschreiben, ohne das Zusammenwirken der Komponenten auf der Mikroebene betrachten zu müssen.

Energiebetrachtungen erfordern von Anfang an eine systemische Sicht. Viele der bei Speicherung, Transport, Wandlung und Entwertung von Energie auf der Mikroebene ablaufenden Prozesse können in der Sekundarstufe I zunächst nicht oder nicht in allen Details geklärt werden. Dennoch ist es möglich, das energetische Verhalten von Systemen (z. B. von Energiewandlern oder temporären Energiespeichern), also den Zusammenhang zwischen dem Energiezufluss in das System hinein und dem Energieabfluss aus dem System heraus, auf der Makroebene zu erkennen und zu beschreiben. Gerade darin liegt eine der wesentlichen Stärken energetischer Betrachtungen.

Recht früh können auch schon Systeme mit thermischen Kreisläufen behandelt werden, wie sie sich etwa in Wetterphänomenen zeigen. Die Wirkungen der Sonneneinstrahlung, die Entstehung von Hoch- und Tiefdruckzonen, von Winden, Wolken und Niederschlägen kann zum Anlass genommen werden, die beteiligten Komponenten und ihre Wechselwirkungen zu untersuchen und Zusammenhänge zwischen ihnen herzustellen.

Im Laufe des Physikunterrichts können zunehmend komplexere Systeme betrachtet werden. Im Anfangsunterricht lernen Kinder zum Beispiel, Komponenten zu identifizieren, die für einen einfachen elektrischen Stromkreis unerlässlich sind. Mit zunehmender Kenntnis des Zusammenwirkens dieser Komponenten ist es möglich, die Funktionsweise von komplexeren Schaltungen und später von Stromnetzen zu beschreiben und zu erklären.

Mit zunehmender Erfahrung lernen Schülerinnen und Schüler, zwischen offenen und geschlossenen Systemen zu unterscheiden und den Austausch bzw. die Wechselwirkung innerhalb und zwischen Systemen zu beschreiben. Auf diese Weise werden sie in die Lage versetzt, z. B. Maschinen, Antriebe, elektronische und medizinische Geräte und Energieversorgungseinrichtungen in ihren Funktionsweisen und Wirkungen zu analysieren und zu verstehen. Auf dieser Ebene der Erkenntnis erkennen sie dann auch die Parallelen zwischen dem Systemverständnis der Biologie und der Physik.

Der besondere Wert einer systemischen Sichtweise für das Lernen von Physik besteht darin, dass sie problemorientierte Fragestellungen herausfordert. Außerdem ermöglicht sie die Betrachtung komplexerer Zusammenhänge und damit ein tieferes naturwissenschaftliches Verständnis. Sie wirkt damit einer Fragmentierung des Wissens in unverbundene Teilaspekte entgegen.