



Hintergrund

allgemeiner didaktischer Hintergrund

Ausgangspunkt ist ein fächerübergreifender Ansatz mit den Naturwissenschaften, insbesondere mit der Physik. Durch außermathematische Bezüge sollen die Schülerinnen und Schüler Mathematik angemessen, bedeutungsvoll und interessant erfahren; das Lernen in Zusammenhängen soll zu einem intuitiven mathematischen Verstehen beitragen. Mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kontexte und Methoden soll einerseits die oft beobachtete Kluft zwischen formaler Mathematik und authentischer Erfahrung geschlossen werden, andererseits die Vielseitigkeit mathematischer Begriffe erfahren werden.

fachlicher Hintergrund

Die Optik Physikunterricht widmet sich zunächst häufig dem Strahlenmodell. Dabei werden Lichtstrahlengänge nachvollzogen und vorhergesagt. Dazu bedient man sich den beobachteten zuvor Phänomenen der Lichtreflexion und der Lichtbrechung.

Hat man zur Vorhersage der Strahlengänge bei Reflexion noch aufgrund der Erkenntnis „Einfallswinkel ist gleich Ausfallswinkel“ keine Schwierigkeiten im Unterricht, so stellt die Lichtbrechung ein Problem dar: Wenn man sie nicht lediglich nachvollziehen möchte, benötigt man zumindest die Kenntnis des Sinus, um die Strahlengänge bei der Brechung mithilfe der Gleichung $\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_2 / n_1$ und vorgegebener Brechzahlen n_1 und n_2 vorherzubestimmen. Doch selbst wenn diese Gleichung eingeführt wird bleibt ein „fader Beigeschmack“, da nun zwei Phänomene, die beide aus demselben physikalischen Prinzip – dem Prinzip von Fermat - hervorgehen, ohne jede Verknüpfung zueinander unterrichtet wurde.

Das Prinzip von Fermat im Unterricht

Zunächst einmal klingt es sehr einfach: Ein Lichtstrahl läuft zwischen zwei Punkten immer so, dass er dazu möglichst wenig Zeit braucht (nach Vogel, S.174). Dieses Prinzip ändert sich auch nicht, wenn man an den Lichtstrahl die Bedingung stellt, einen Umweg über einen Spiegel einzuschlagen: „Der reflektierte Lichtstrahl folgt dem kürzesten Weg, der über den Spiegel von A nach B führt“ (ebd. S.173).

Wenn das Medium und somit die Geschwindigkeit für die Lichtausbreitung auf dem Weg von A nach B gewechselt wird, wie es beim Phänomen der Lichtbrechung der Fall ist, so ist der zeitlich kürzeste Weg zwischen zwei Punkten A und B ist nun nicht mehr die geometrisch kürzeste Verbindung. Beim Versuch diesen zeitlich kürzesten Weg zu berechnen, stößt man auf ein Minimierungsproblem mit einer Zielfunktion, die aus einer Summe zweier Wurzelterme besteht. Im Physikunterricht mit 16-18jährigen Schülerinnen und Schülern kann man davon ausgehen, dass ihnen die mathematischen Mittel zur analytischen Auswertung für ein solches Minimierungsproblem zur Verfügung stehen. Deshalb wird das Prinzip von Fermat hier direkt nach der Einführung dazu eingesetzt, mathematische Fähigkeiten im Bereich der Differenzialrechnung auszuprägen bzw. zu vertiefen. Gleichzeitig kann die Lichtgeschwindigkeit in Wasser (bei bekannter Lichtgeschwindigkeit in Luft) bestimmt werden. So findet eine direkte Verknüpfung von Physik und Mathematik statt, in der beide Wissenschaften als gleichberechtigt nebeneinander stehen.