

Aus der Geschichte: **So versuchte man, die Lichtgeschwindigkeit zu messen**



5

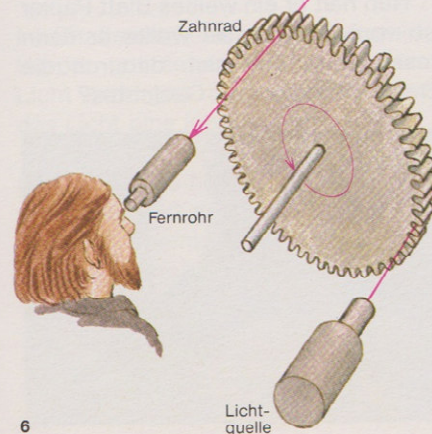
Wenn wir von *Lichtausbreitung* sprechen, stellen wir uns vor, daß das Licht von einer Lichtquelle ausgeht und sich durch den Raum *bewegt*. Eine Bewegung erfolgt immer mit einer **Geschwindigkeit**. Demnach müßte sich auch das Licht mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch den Raum bewegen.

Galileo Galilei (1564–1642) wollte dies mit einem Versuch beweisen: Er stellte zwei Helfer mit abgedeckten Laternen ein paar Kilometer voneinander entfernt auf zwei Berge (Bild 5). Der erste Helfer deckte seine Laterne auf. Sobald der zweite das Laternenlicht sah, tat er dasselbe.

Gemessen wurde, wie lange es dauerte, bis der erste Helfer das Lichtsignal des zweiten sah.

Galilei wollte so die Zeit bestimmen, die das Licht für Hin- und Rückweg benötigte. Er konnte jedoch keinen Zeitunterschied feststellen, der etwas über die Geschwindigkeit des Lichtes ausgesagt hätte.

Erst über 200 Jahre später (1849) gelang es dem französischen Physiker Fizeau, die Lichtgeschwindigkeit auf der Erde zu messen. Er hatte es



6

allerdings leichter als Galilei, denn er kannte schon die ungefähre Geschwindigkeit des Lichtes. Astronomen hatten nämlich im 17. Jahrhundert den Wert der Lichtgeschwindigkeit *im Weltall* aufgrund von bestimmten Planetenbewegungen errechnet.

Fizeau griff dabei die Idee von Galilei auf: Den ersten Helfer ersetzte er durch ein Zahnrad, das sich vor einer Lichtquelle drehte und so Lichtblitze erzeugte. Statt des zweiten Helfers baute er in 8,5 km Entfernung einen Spiegel auf; der gesamte Lichtweg betrug also 17 km.

Stell dir nun vor, daß du der Beobachter hinter dem Zahnrad bist (Bild 6): Solange das Zahnrad *stillsteht*, fällt das Licht der Lampe durch eine Zahnradlücke auf den Spiegel. Von dort gelangt ein Teil des Lichtes durch eine andere Lücke in dein Auge; du siehst daher den Spiegel als hell leuchtende Fläche.

Zunächst dreht sich das Zahnrad *langsam*. Die Lichtblitze bewegen sich vom Zahnrad zum Spiegel und zurück. In der Zeit, die das Licht für diesen Weg braucht, hat sich das Zahnrad kaum weitergedreht. Jeder Lichtblitz gelangt durch eine Lücke in dein Auge, und du siehst den Spiegel im Takt der Zahnfolge aufblitzen. Wenn er mehr als 20mal pro Sekunde aufblitzt, kannst du die einzelnen Lichtblitze nicht mehr unterscheiden; der Spiegel scheint jetzt „halbhell“ zu leuchten.

Erhöht man die Drehzahl, so beobachtest du etwas Überraschendes: Bei einer bestimmten Drehzahl siehst du den Spiegel nur noch dunkel. Das läßt sich so erklären:

Für den 17 km langen Weg braucht jeder Lichtblitz eine bestimmte Zeit. In dieser Zeit hat sich das Zahnrad ein

Stück weiterbewegt – und zwar gerade so weit, daß sich vor deinem Auge ein Zahn statt einer Lücke befindet. Durch die nachfolgende Lücke fällt aber kein Licht, da der nächste Lichtblitz noch unterwegs ist; du siehst also nur den nicht beleuchteten Spiegel.

Bei noch höherer Drehzahl wird der Spiegel wieder hell. Dann befindet sich vor deinem Auge schon die nächste Lücke, wenn der Lichtblitz zurückkehrt.

Aus der Drehzahl des Zahnrades, der Zahl seiner Zähne und der Entfernung zwischen Zahnrad und Spiegel berechnete Fizeau eine Lichtgeschwindigkeit von 313 290 km/s.

Messungen in unserer Zeit zeigten, das Fizeau recht gut gemessen hat: **Die Lichtgeschwindigkeit in Luft und im Vakuum beträgt nämlich fast genau 300 000 km/s.**

Fragen und Aufgaben zum Text

- Galilei mußte bei seinem Versuch die *Reaktionszeit* seiner Helfer berücksichtigen. Was ist damit gemeint?
- Galilei konnte noch keine sehr kurzen Zeitabstände messen. Wie weit hätten die Männer voneinander entfernt sein müssen, damit Galilei eine Lichtlaufzeit von 1 s hätte messen können?
- Die Erde hat am Äquator einen Umfang von etwa 40 000 km. Wie lange wäre ein Lichtsignal auf dieser Strecke unterwegs (wenn man es um die Erde herumlenken könnte)?
- Die mittlere Entfernung von der Erde zur Sonne beträgt etwa 150 Millionen Kilometer. Wie lange ist das Licht von der Sonne zur Erde unterwegs?
- In der Astronomie ist das *Lichtjahr* eine wichtige *Entfernungseinheit*. Welche Entfernung könnte damit gemeint sein? Wie groß ist diese Entfernung in km?