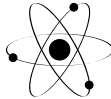

6. Wellen



In diesem Kapitel werden wir entdecken, dass sich alle Wellen ähnlich verhalten: Sie durchqueren einander, ohne Schaden zu nehmen, sie werden reflektiert, wenn sie auf gewisse Dinge treffen, und gebeugt, wenn sie in andere Dinge eintreten. Und doch tauchen Wellen in vielen unterschiedlichen Formen auf. Wir werden also herausfinden, warum die Kraft von Wellen sich so schwer fassen lässt, die Schallgeschwindigkeit berechnen und den Beweis in Händen halten, dass Licht eine Welle ist.

Fangen wir jedoch am Meer an, denn hier kann man auf hervorragende Weise etwas über die Physik der Wellen erfahren. Das liegt, wie Sie bereits erraten haben werden, daran, dass der Sonnenschein, die Bewegungen der See und die Geräusche des Meeres Wellen sind. Schnappen Sie sich also Ihr Surfbrett. Wir schwimmen raus und gehen auf Entdeckungsreise.

Sobald Sie die Brandung hinter sich gelassen haben, auf Ihrem Board sitzen und auf eine prächtige große Welle warten, die Sie wieder an den Strand tragen soll, werden Sie die wichtigste Eigenschaft von Wasserwellen bemerken: Sie heben Sie an und lassen Sie wieder sinken.

Und noch eine weitere wichtige Eigenschaft ist ganz offensichtlich: Wellen transportieren Energie in Richtung Strand (deshalb können sie Sie auch mitnehmen, wenn Sie es schaffen, auf einer zu reiten), aber das Meer bleibt an Ort und Stelle. Zwar läuft die Brandung ein Stück den Strand hinauf, aber die Bewegung der Wellen und die Energie, die von ihnen (in Richtung Ufer) transportiert wird, ist unabhängig von den Bewegungen der einzelnen Wasserteilchen (die sich im Wesentlichen nur nach oben und unten und ein bisschen vor und zurück bewegen, sodass sich jeder Punkt des Meeres letztlich ein Stück im Kreis dreht).

Voilà! Sie mussten noch nicht einmal mit Ihren Surftricks angeben und haben schon herausgefunden, was eine Welle ist: ein Transport von Energie ohne Transport von Materie.

Aber warten Sie noch ein bisschen hier draußen. Wir können noch viel mehr über Wasserwellen herausfinden, und weil alle Wellenarten die gleichen Tricks drauf haben, auch über Wellen im Allgemeinen.

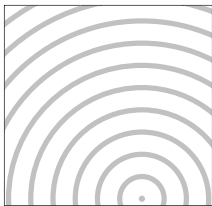
Die Konsequenz der Interferenz

Während Sie beispielsweise da draußen auf dem Meer sanft auf und ab schaukeln, können Sie selbst kleine Wellen erzeugen, indem Sie Ihre Hand ins Wasser tauchen. Diese Miniwellen breiten sich auf dem Rücken der größeren Wellen aus, die gerade in Richtung Strand rollen. Es zeigt sich also, dass eine Vielzahl Wellen in unterschiedli-

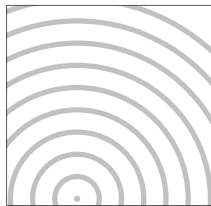
chen Richtungen gleichzeitig durch die gleiche Materie wandern können. Sie prallen aber nicht wie Bälle gegeneinander.

Vielmehr interagieren sie auf eine andere Weise. Ihre Miniwellen machen die großen Wellen hier und da ein Stückchen höher und anderswo ein bisschen niedriger. Ein solches Kräuseln des Wassers ist auf riesigen Brechern kaum wahrnehmbar, aber wenn Sie zwei Surfer auf eine einigermaßen ruhige Wasseroberfläche setzen, dann wird schnell deutlich, dass aus den Wellen, die die beiden hinterlassen, ein neues Muster entsteht. Wellen breiten sich aus, stoßen zusammen und an manchen Stellen treffen zwei Wellentäler aufeinander (daraus entsteht ein Tal mit doppelter Tiefe), während sich an anderen zwei Spitzen begegnen (woraus eine Spitze mit doppelter Höhe entsteht).

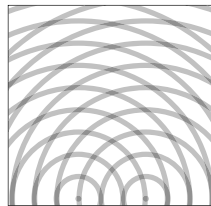
An wieder anderen Stellen trifft die Spitze einer Welle des einen Surfers auf ein Tal des anderen, was dazu führt, dass sich die beiden Wellen an diesem Punkt gegenseitig aufheben. Es scheint, als gäbe es hier gar keine Welle – aber



Wellen des
ersten Surfers



Wellen des
zweiten Surfers



Interferenzmuster der
beiden Wellenzüge

selbstverständlich wandert die Energie der Wellen beider Surfer auch durch diesen Punkt.

Physiker nennen dieses Zusammenspiel von zwei oder mehreren Wellen *Interferenz*. Unsere beiden Surfer werden sich dazu möglicherweise weniger zurückhaltend äußern.

Die Kraft der Ozeane

Eine ein Meter hohe Welle wirkt auf ein Stück Strand von einem Meter Breite mit einer Leistung, die ausreichen würde, um zehn kleine Heizlüfter zu betreiben. Es ist daher frustrierend, dass wir noch nicht in der Lage sind, die Energie von Wellen einzufangen und sie in Strom zu verwandeln.

Ein Teil des Problems mit der Wellenenergie liegt in der Art und Weise, wie Wellen diese Energie transportieren. Die Energie einer Welle ist proportional zum Quadrat ihrer Höhe. Eine 3-Meter-Welle hat also ($3^2 = 9$) neunmal so viel Energie wie eine 1-Meter-Welle. Kommt also ein Hurrikan vorbei und liefert mit seinen 30-Meter-Wellen 900-mal mehr Energie, als es das sanfte Meeresschäumen, aus dem Sie üblicherweise Elektrizität gewinnen, mit sich bringt, dann ist Ihr ausgefuchstes kleines Wellenkraftwerk plötzlich nur noch ein nutzloses verbogenes Etwas.