9.2.6 Ausbreitung und Überlagerung von Realwellen

Wellen transportieren Energie. Wohin gelangt diese Energie bei der destruktiven Interferenz? **Harmonische Wellen** sind im **Idealfall** unendlich lang. Tatsächlich auftretende Wellen (**Realwellen**) haben einen Anfang und ein Ende und sind dort nicht harmonisch. Findet im Mittelteil der Welle eine Auslöschung mit einer anderen Welle statt, so wird die Energie in den Anfangs- und Endteil der Welle „umverteilt".

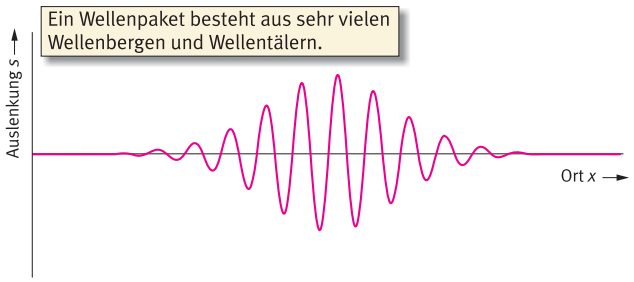

Abb. 88.1: Reale Wellen bestehen häufig aus endlich vielen Wellenbergen und Wellentälern, deren Amplituden im Allgemeinen zum Rand der Welle hin abnehmen. Wir sprechen dabei von einem **Wellenpaket**.

Durch Überlagerung von harmonischen Wellen mit verschiedenen Wellenlängen kann – ähnlich wie bei der Schwebung – ein sogenanntes **Wellenpaket** entstehen. Für reale Wellen treten im Gegensatz zu idealen harmonischen Wellen folgende Effekte auf:

1. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit hängt von der Wellenlänge ab (**Dispersion**). Da ein Wellenpaket aus Wellen mit verschiedenen Wellenlängen besteht, breiten sich die einzelnen Teile des Wellenpakets verschieden rasch aus – das Wellenpaket läuft mit der Zeit auseinander; seine Energie verteilt sich.

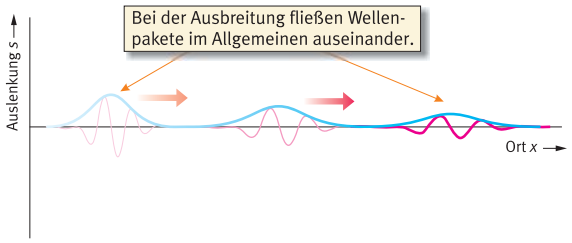

Abb. 88.2: Die Form von Realwellen verändert sich im Allgemeinen während der Ausbreitung.

2. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit hängt von der Amplitude ab. Läuft die Spitze einer Realwelle (mit größter Amplitude) etwas schneller als der Rest der Welle, so kommt es zum **„Überschlagen"** der Welle.

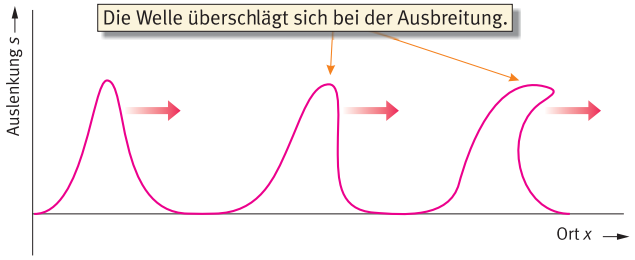

Abb. 88.3: Läuft die Spitze einer Realwelle etwas rascher als die übrige Welle, so kommt es zur „Aufsteilung" der Wellenfront und zum „Überschlagen" der Welle (Beispiel: Wasserwellen bei abnehmender Wassertiefe, Kap. 10.2).

Im Gegensatz dazu können bei sehr speziellen Wellen die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Amplitude so genau aufeinander abgestimmt sein, dass sich die beiden oben genannten Effekte aufheben: Solche Wellen behalten bei der Ausbreitung die Form bei und zerfließen nicht. Diese stabilen Wellen werden als **Solitonen** bezeichnet.

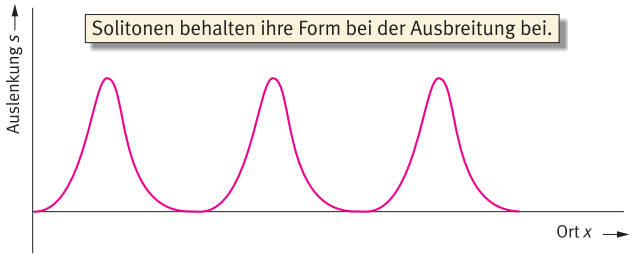

Abb. 88.4: Solitonen sind stabile Einzelwellen.

Solitonen wurden zunächst (1834) bei Wasserwellen beobachtet. Erst 1895 gelang eine mathematische Beschreibung. Während Realwellen im Allgemeinen bei der Überlagerung ihre Gestalt verändern, bleiben Solitonen – etwa wenn sie gegeneinander laufen und kollidieren – unverändert.

Nach 72