


7. Versuche mit Wasserwellen in der Wellenwanne

Zwei- und dreidimensionale Wellen

121  Die bisherigen Betrachtungen zur Ausbreitung von Wellen wurden hauptsächlich an eindimensionalen Wellen durchgeführt. Der Zweck dieses neuen Kapitels ist es, die Betrachtungen zur Wellenausbreitung auf **zwei-** und **dreidimensionale** Wellenträger auszudehnen. Konkret werden die Betrachtungen an Oberflächenwellen des Wassers, also an einem **zweidimensionalen** Medium durchgeführt. Dabei werden neuartige Phänomene sichtbar, welche auch bei **dreidimensionaler** Wellenausbreitung beobachtet werden können.

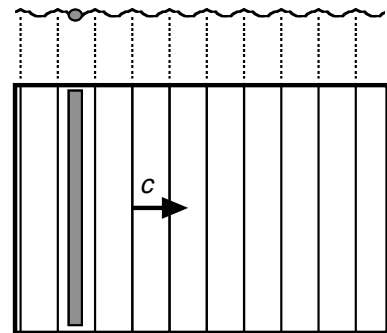



Abb. 1

Ebene Wellen in der Wasserwellenwanne

122  Die Wellenwanne ist eine Vorrichtung, welche die Ausbreitung von Wasserwellen durch Schattenprojektion gut sichtbar darstellt. Wir lernen diese Vorrichtung kennen, indem wir **ebene Wellen** (auf der Wasseroberfläche sind es eigentlich gerade Wellen) betrachten. Diese werden von einem geraden Stab erregt, der sich an der Wasseroberfläche auf- und abbewegt. Die **Abb.1** zeigt unten eine Aufsicht und darüber einen Längsschnitt der Versuchsanordnung. Die Linien stellen die Wellenberge dar. Man nennt diese Linien auch **Wellenfronten**.

Die Ausbreitung der Wellen erfolgt senkrecht zu den Wellenfronten mit konstanter Wellengeschwindigkeit c .

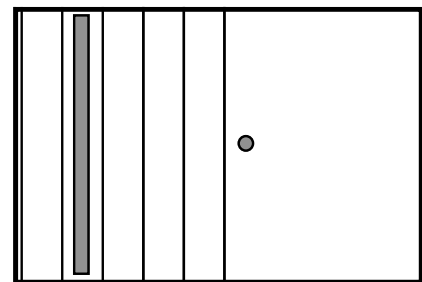



Abb. 2

Kleines Hindernis und schmaler Spalt

123  Was wird beobachtet, wenn ...

- ein kleines Hindernis (**Abb.2.**),
- eine Absperrung mit einem schmalen Spalt (eine **Spaltblende**) in den Wellengang gestellt wird (**Abb.3**)?

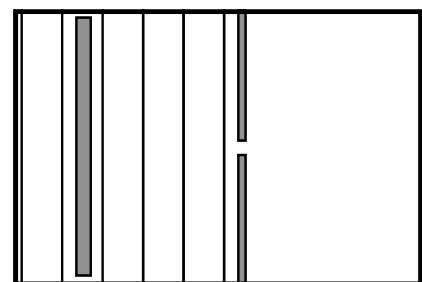




Abb. 3

Das Huygen'sche Prinzip

124  Beobachtungen wie die obigen brachten **Christiaan Huygens** (1629 – 95) auf die Idee, zu postulieren, dass jeder Punkt der Wasseroberfläche, der von einer Welle getroffen wird, selber zum Zentrum einer kugelförmigen Welle (einer **Elementarwelle**) wird. Das gesamte Erscheinungsbild entsteht durch die Überlagerung aller (unendlich vielen) Elementarwellen.

Huygen'sches Prinzip
Jeder Punkt, der von einer Welle getroffen wird, kann als Ausgangspunkt einer Elementarwelle (= kugelförmige Welle) angesehen werden. Durch das Zusammenwirken vieler Elementarwellen entsteht eine neue Wellenfront, die man geometrisch als Einhüllende der Elementarwellen konstruieren kann.

125  Wie das gemeint ist, soll am Beispiel der Ausbreitung von ebenen Wellen und Kugelwellen dargestellt werden. Legende zu **Abb.4** :

1 stellt einen Ausschnitt mit zwei Wellenfronten einer ebenen Welle dar. Auf der vorderen Wellenfront (dunkel) sind einige Punkte markiert. Diese (und alle andern) Punkte werden zu Zentren neuer Elementarwellen. **2** zeigt die Situation eine Periode später: Die hintere Wellenfront hat die alte Position der vorderen erreicht und die Elementarwellen haben sich um dieselbe Strecke von ihren jeweiligen Zentren entfernt. **3** bezeichnet jene Zone, in der Wellenberge und Wellentäler von Elementarwellen aufeinander treffen und sich gegenseitig teilweise oder ganz auslöschen, je nach genauem Ort. Entlang der vordersten Linie (**4**) treffen lauter Wellenberge zusammen und bilden zusammen eine neue gerade Wellenfront

Die Ausbreitung von **Kugelwellen** (resp. Kreiswellen) lässt sich in analoger Weise durch die Interferenz von Elementarwellen erklären (**Abb.5**).

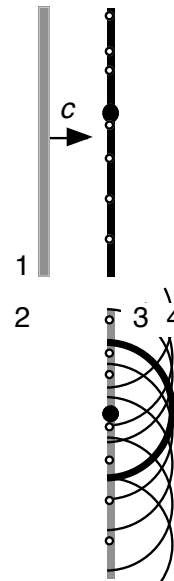


Abb. 4

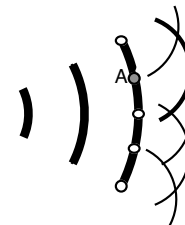




Abb. 5

Reflexion von Wasserwellen

126  Nun wird eine Wand schräg in die Wasserfläche gestellt. Was passiert mit den Wasserwellen?

127  Die eben gemachte Beobachtung erklären wir unter Anwendung des Prinzips von Huygens in folgender Bildserie:

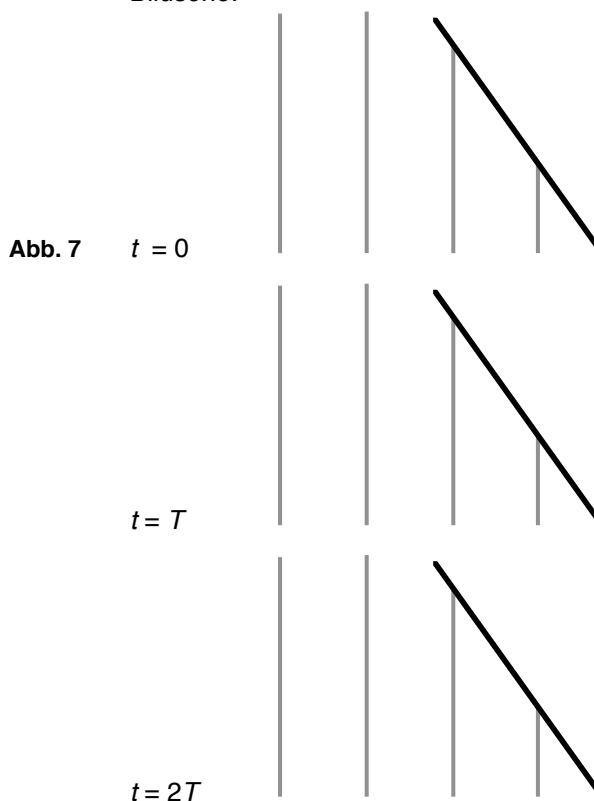


Abb. 7

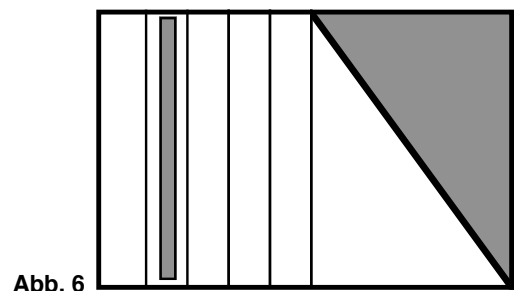


Abb. 6



Brechung von Wasserwellen

- 128** ⓘ Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wasserwellen ist abhängig von der Wassertiefe. Man kann deshalb in der Wasserwanne Zonen mit verminderter Ausbreitungsgeschwindigkeit erzeugen, indem man Glasplatten auf den Boden legt.
- 129** 🗑 Was beobachten Sie, wenn Wasserwellen gegen Zonen kleiner Ausbreitungsgeschwindigkeit laufen?
- 130** 🗑 Auch dieses Phänomen können wir aus dem Huygen'schen Prinzip erklären.

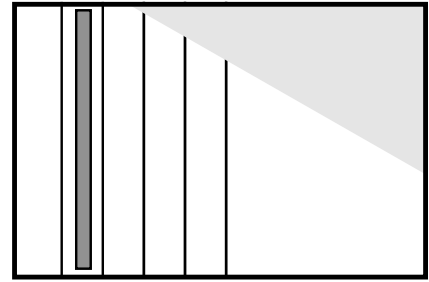


Abb. 8

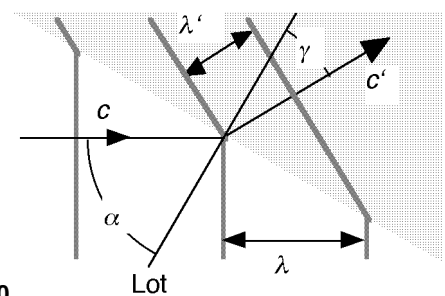
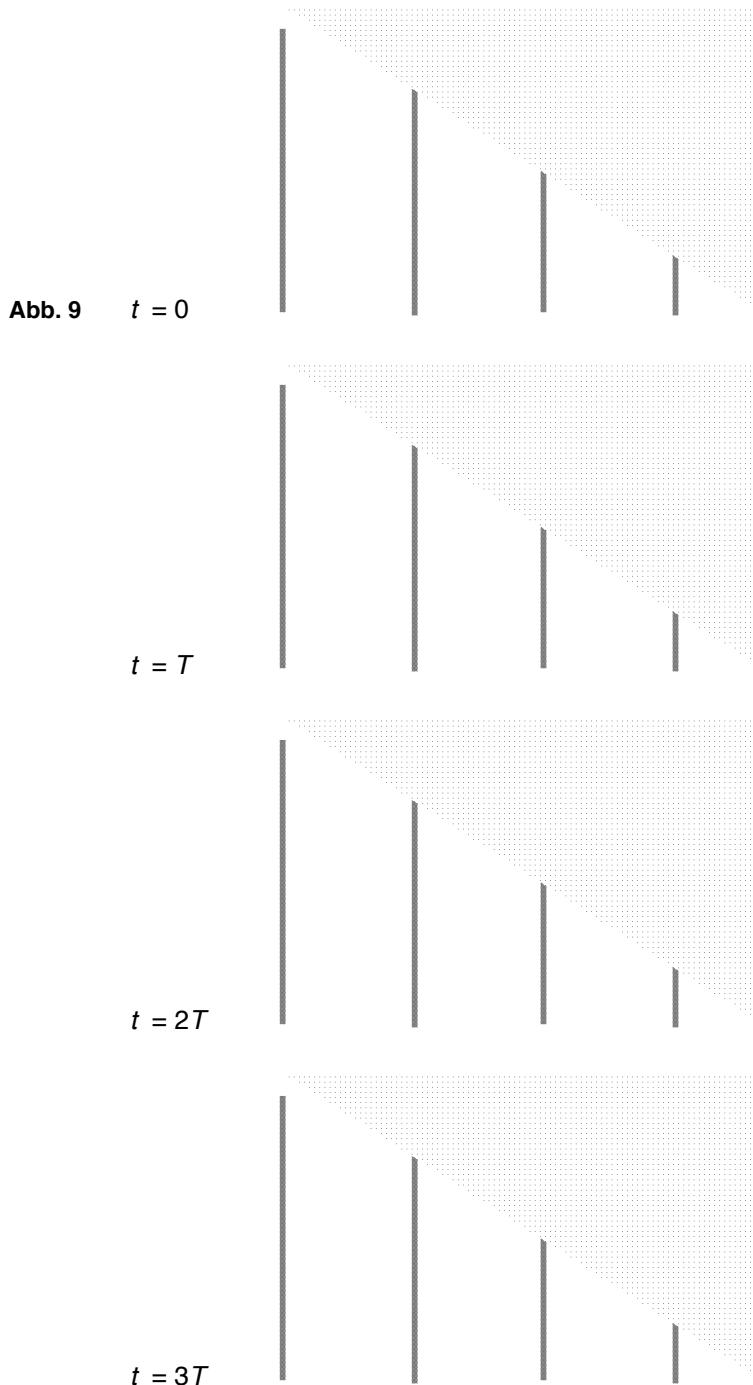





Abb. 10

Das Brechungsgesetz

- 131**  Die "Stärke" der Brechung hängt offensichtlich vom Unterschied der Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den beiden Zonen ab. Den genauen Zusammenhang konnten wir anhand Zeichnung **Abb.10** klären.


Interferenz von Wasserwellen

- 132**  Nun wird der Wellenerreger ersetzt, zuerst durch einen Tupper. Es erscheinen die sich konzentrisch ausbreitenden Kreiswellen. Danach wird ein zweiter Tupper dazugefügt. Auch dieser erzeugt Kreiswellen, welche die Kreiswellen des andern Tupfers durchdringen.


- 133**  Wer das Wellenbild etwas längere Zeit betrachtet und dabei vielleicht auch noch die Augen etwas zukneift, erkennt ein weiteres Phänomen.

Skizzieren Sie (grob) das Phänomen in **Abb.11**.


Bringen Sie Ihre Zeichnung mit der nachfolgenden **Abb.12** in Verbindung.

- 134**  Nun ersetzen wird die beiden Tupper durch eine Spaltblende mit zwei Öffnungen (**Abb.13**):
Sie kennen bereits die analoge Situation aus der **Akustik**. Welche Elemente entsprechen einander? wiederholen Sie den Begriff **Knotenlinie**.

Weitere Beugungserscheinung

- 135**  Wir stellen ein Hindernis in die Wellenwanne und lassen ebene Wellen dagegen laufen. Wagen Sie Prognosen über das Wellenbild hinter dem Hindernis!

Ergänzungen

- 136**  Unter dieser Nummer werden Sie die Ergänzungen festhalten, die wir zu diesem Kapitel möglicherweise machen werden.

Das Brechungsgesetz

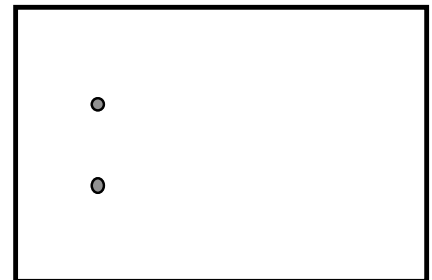


Abb. 11

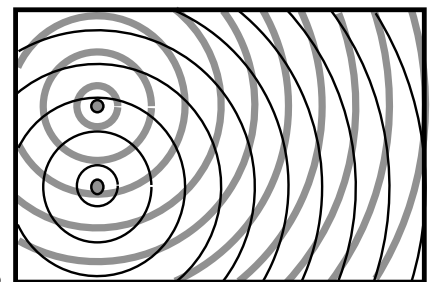


Abb. 12

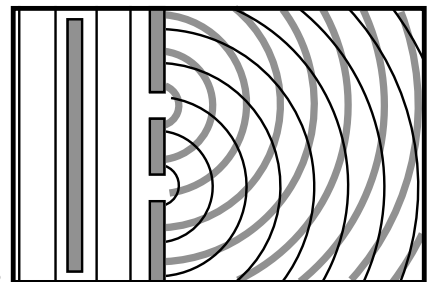


Abb. 13



Abb. 14

- Es gibt keine Ergänzungen!
 Es gibt Ergänzungen: