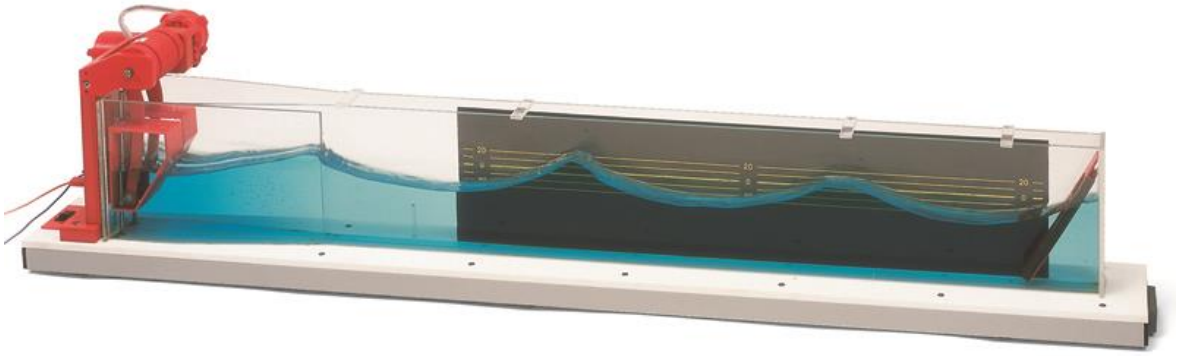
3B SCIENTIFIC® PHYSICS

...going one step further

Wasserwellenkanal 1000807

Bedienungsanleitung

11/17 ALF



1. Beschreibung

Der Wasserwellenkanal dient der Demonstration und Untersuchung von Oberflächenwellen in Wasser.

Er besteht aus einer großen durchsichtigen Küvette, die zu 2/3 mit Wasser gefüllt wird. Im kurzen, V-förmigen Teil werden die Wellen erzeugt, im I-förmigen Teil werden sie untersucht. Zur Erzeugung der Wellen ist am Ende des V-förmigen Kanals ein Motor mit Getriebe angebracht. Er treibt zwei Tauchkörper an, die sich im Wasser auf und ab bewegen. Jeder Tauchkörper erzeugt in einem Teil des V-förmigen Kanals eine Welle. Je nach der Einstellung an der Erregerwelle können sich die beiden Tauchkörper gleichsinnig oder gegensinnig bewegen. Die Frequenz der Wellen kann durch Verändern der Betriebsspannung des Motors variiert werden.

In den beiden Teilkanälen befindet sich je ein Rahmen mit einem Vlies, den die Wellen durchdringen müssen. Dadurch wird ein weitgehend sinusförmiger Verlauf erreicht. Danach treten sie in den I-förmigen Teil des Kanals ein und bewegen sich bis zu dessen Ende. Ist am Ende dieses Kanals der dämpfende Rahmen mit Vlies eingeschoben, so werden sie weitestgehend absorbiert. Dadurch tritt im Kanal das Bild einer sich ausbreitenden Welle auf. Ist der Absorber nicht eingeführt, so werden die Wellen am hinteren Ende des I-förmigen Kanals reflektiert.

Bei kurzer Einschaltzeit des Motors entsteht ein Wellenzug, der nach Durchlaufen des Kanals und nach der Reflexion wieder zum Erreger zurückkehrt. Bei Dauerbetrieb des Motors überlagern sich die ankommende und die reflektierte Welle, und es tritt das Bild einer stehenden Welle auf.

Wird die am Ende des I-Kanals absorbierte Welle von nur einem Wellenerreger erzeugt (Verschließen des zweiten Teilkanals), so ist ihre Amplitude klein. Gelangen beide Teilwellen in den I-förmigen Teil des Kanals, so nimmt die Amplitude zu.

Durch Einfügen der Trennplatte in den Übergangsbereich vom V-förmigen zum I-förmigen Kanal verlaufen die beiden Teilwellen auch im I-förmigen Kanal noch getrennt und können in ihrer Bewegung miteinander verglichen werden. Werden die beiden Wellenerreger gegensinnig betrieben, so ist im Bereich der eingeschobenen Glasplatte deutlich die Phasenverschiebung von $\lambda/2$ zu erkennen. Die Überlagerung dieser beiden Teilwellen führt dazu, dass nach ihrem Eintreten in den hinteren Teil des I-Kanals weitestgehend Auslöschung auftritt.

Mit dem Wasserwellenkanal sind Experimente zu folgenden Schwerpunkten möglich:

- Erzeugung einer nichtperiodischen Welle
- Erzeugung einer periodischen Welle
- Nachweis, dass Wellen Energie, aber keinen Stoff transportieren
- Phasen- und Gruppengeschwindigkeit einer Welle
- Bestimmung der Phasengeschwindigkeit
- Demonstration des Zusammenhangs zwischen Frequenz und Wellenlänge
- Reflexion einer Welle
- Stehende Wellen
- Phasengleiche Überlagerung von Wellen
- Überlagerung von Wellen mit einer Phasenverschiebung von $\lambda/2$

1.1 Zubehör

2 Rahmen mit Vlies zur Homogenisierung der Wellen (Primärabsorber)

1 Rahmen mit Vlies zur Unterdrückung der Wellenreflektion am Kanalende (Sekundärabsorber)

1 Dichtungsprofil zum zeitweiligen Verschließen eines V-förmigen Teilkanals

1 durchsichtige Trennplatte 40x170x6 mm^3 mit Distanzstücken zum Einführen in den I-förmigen Kanal

2 Schwimmerkugeln mit Faden zum Nachweis der Auf- und Abbewegung

1.2 Zusätzlich benötigte Geräte

1 Stromversorgungsgerät für Gleichspannung, 0 - 20 V, stufenlos stellbar

2. Technische Daten

Betriebsspannung Motor:	12 V DC
Abmessungen:	1500x150x290 mm^3
Gewicht:	ca. 12,6 kg

3. Bedienung

- Den Wasserwellenkanal bis zur markierten Höhe mit Wasser füllen(Fig. 1).
- Den Motor mit dem Stromversorgungsgerät verbinden.
- In die beiden Teilkanäle des V-förmigen Teils je einen Primärabsorber einschieben.
- Am hinteren Ende des I-förmigen Teils den Sekundärabsorber so einführen, dass die Wellen an der Oberfläche sehr flach auf ihn auflaufen.
- Den Motor einschalten.

Es entsteht das Bild einer sich ausbreitenden Welle.

Um die Phasenlage der beiden Teilwellen zu verändern, wird eine der Walzen auf der Erregerwelle um 180° verdreht, bis sie einrastet.

Die Spannung für den Motor kann kurzzeitig bis etwa 13 V erhöht werden. Die Stromstärke ist kleiner als 0,5 A. Der Motorschalter besitzt 3 Stellungen. In der Mittelstellung ist der Motor abgeschaltet. Betätigt man den Schalter nach der einen Seite, so wird der Motor eingeschaltet (Dauerbetrieb). Betätigt man den Schalter nach der anderen Seite, so arbeitet der Motor nur so lange, wie der Schalter gedrückt wird. Auf diese Weise können kurze Wellenlängen erzeugt werden.

- Nach dem Experimentieren unter den hinteren Teil des I-förmigen Kanals einen Wassereimer unterstellen.

Zur Entleerung des Wasserwellenkanals ist ein fest mit dem Kanalinneren verbundener Ablaufschlauch vorgesehen.

Der Schlauch aus ermüdungssicherem Kunststoff befindet sich in der kleinen Aufbewahrungsbox am Kanalende (hinter der grauen Verschlussplatte).

- Zum Entnehmen des Wassers den Schlauch vorsichtig (das eine Ende ist fest mit einem Anschlussstutzen verbunden) aus der Box nehmen.
- Das freie Ende durch leichtes Straffen bis zum Ablaufgefäß führen.

Das Wasser entläuft selbständig.

- Nach erfolgter Entleerung den Schlauch wieder zickzackförmig zusammenlegen und in die Box zurückschieben.

4. Versuchsbeispiele

4.1 Erzeugung einer nichtperiodischen Welle

- Zunächst eine gleichphasige Bewegung der beiden Erreger einstellen.
- Am Ende des I-förmigen Teils des Wellenkanals den Absorber einschieben.
- Den Motor etwa 1 s lang einschalten.

Es entsteht ein kurzer Wellenzug, der sich durch den Wellenkanal bewegt (Fig. 2).

4.2 Erzeugung einer periodischen Welle

- Den Motor für längere Zeit einschalten.

Es entsteht eine fortschreitend periodische Welle, die vom Erreger bis zum hinteren Ende des I-Kanals verläuft.

4.3 Nachweis, dass Wellen Energie, aber keinen Stoff transportieren

- Im mittleren Teil des I-förmigen Kanals an verschiedenen Stellen die beiden Schwimmerkugeln mit ihren Fäden an der Kanalwandung befestigen.
- Den Motor kurzzeitig einschalten.

Wenn die Kugeln von dem Wellenzug getroffen werden, bewegen sie sich wie die Wasserteilchen rhythmisch auf und ab. Nach der Weiterbewegung des Wellenzuges befinden sich die Kugeln noch an der gleichen Stelle.

4.4 Bestimmung der Phasengeschwindigkeit einer Welle

- Bei laufendem Motor die Zeit messen, die ein Wellenberg braucht, um von der Eintrittsstelle in den I-förmigen Kanal bis zum Absorber zu gelangen.

Die Geschwindigkeit wird als Quotient aus Weg und Zeit berechnet.

4.5 Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge

- Den Motor zunächst mit einer geringen Spannung betreiben.
- Die Wellenlänge abschätzen.
- Danach die Frequenz des Motors vergrößern und erneut die Wellenlänge ermitteln.
- Das Experiment mit noch größerer Drehzahl des Motors wiederholen.

Je größer die Frequenz der Welle ist, umso kleiner ist die Wellenlänge.

4.6 Reflexion der Wasserwelle

- Den Sekundärabsorber im hinteren Teil des I-Kanals entfernen.
- Den Wellenerreger etwa 1 s lang einschalten.

Es entsteht ein kurzer Wellenzug, der sich bis zum Ende des I-Kanals bewegt. Dort wird er reflektiert und verläuft zurück zum Wellenerreger.

4.7 Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit

- Den Wellenerreger etwa 2 s lang einschalten.

Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Wellenberge mit größerer Geschwindigkeit zum Ende des I-Kanals bewegen und nach der Reflexion von dort zum Wellenerreger zurück als die gesamte Wellengruppe.

4.8 Stehende Wellen

- Den Motor einschalten.

Die Welle wird am Ende des I-Kanals reflektiert. Die reflektierte Welle überlagert sich mit der ankommenden Welle. Es entsteht eine stehende Welle. Durch geringfügiges Ändern der Motordrehzahl kann ein überzeugendes Bild einer stehenden Welle eingestellt werden.

4.9 Phasengleiche Überlagerung der Wellen

- Den Wellenabsorber wieder am hinteren Ende des I-Kanals einschieben.
- Den Motor einschalten.
- Zunächst den Ausgang eines Teilkanals mit dem Dichtungsprofil verschließen.
- Nach dem Eintreten der Welle in den I-Kanal ihre Amplitude bestimmen (Fig. 3).
- Danach den zweiten Teilkanal wieder frei geben und erneut die Amplitude an der gleichen Stelle ermitteln.

Sie ist jetzt um den Faktor $\sqrt{2}$ größer als im ersten Falle (Fig. 4).

4.10 Überlagerung der Wellen bei einer phasenverschiebung von 1/2

- Eine Muffe auf der Erregerwelle so verdrehen, dass sich die Erreger gegensinnig bewegen.
- In den Bereich des Übergangs vom V-förmigen in den I-förmigen Teil die Trennplatte einführen.
- Den Motor einschalten.

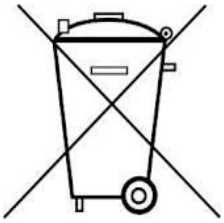
Im Bereich der Trennplatte ist deutlich die phasenverschobene Lage der beiden Teilwellen zu erkennen. Im I-förmigen Teil des Kanals, der nicht durch die Platte getrennt ist, treffen die beiden Teilwellen zusammen und löschen sich aus (Fig. 1).

Die Tatsache, dass sich im Bereich des Kanals mit Trennplatte stehende Wellen ausbilden, ist auf die Reflexion der Teilwellen hinter der trennenden Platte zurückzuführen. Schaltet man den Erreger nur kurzzeitig ein, so ist zuerken-

nen, dass sich die beiden Teilwellen bis zur Überlagerungsstelle bewegen. Dort werden sie in den beiden Kanälen zurück reflektiert.

5. Entsorgung

- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so gehört dieses nicht in den normalen Hausmüll. Es sind die lokalen Vorschriften zur Entsorgung von Elektroschrott einzuhalten.



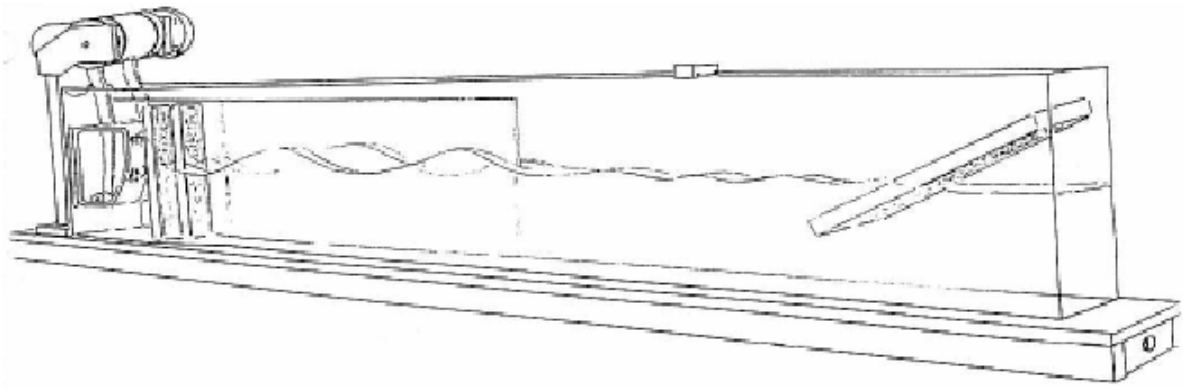


Fig. 1 Aufbau des Wellenwannenkanals

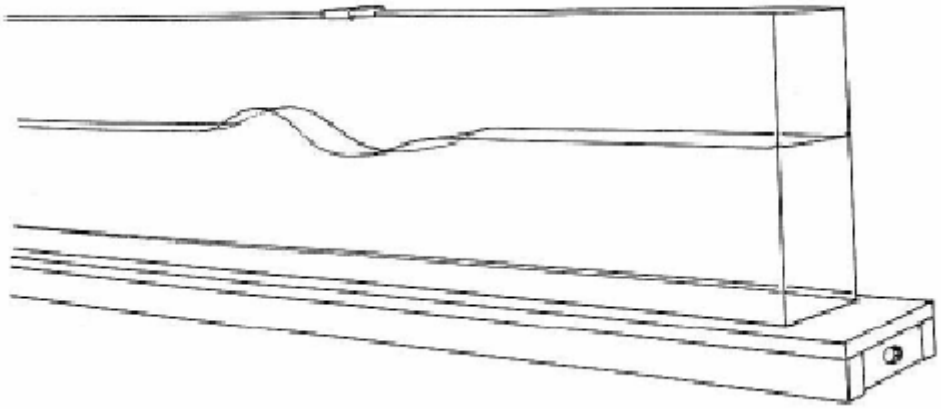


Fig. 2 Erzeugung einer nichtperiodischen Welle

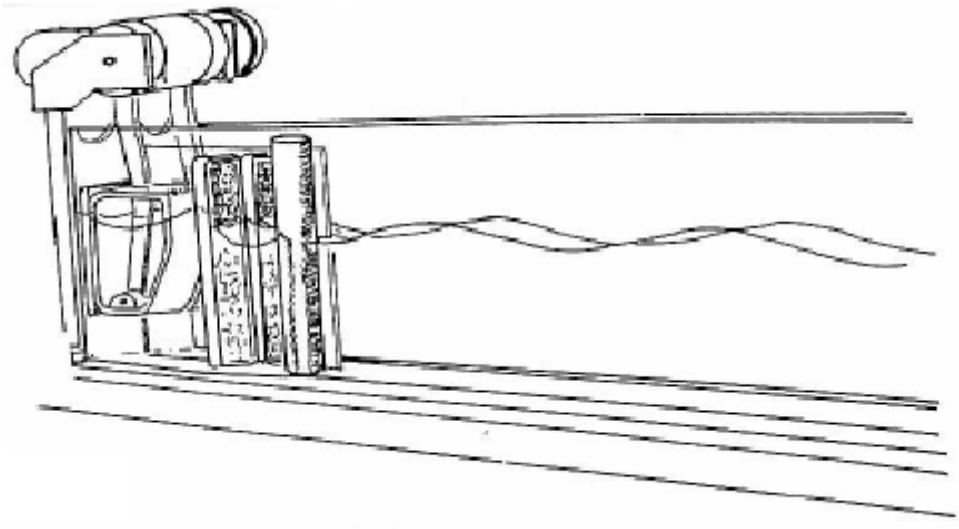


Fig. 3 Phasengleiche Überlagerung der Wellen

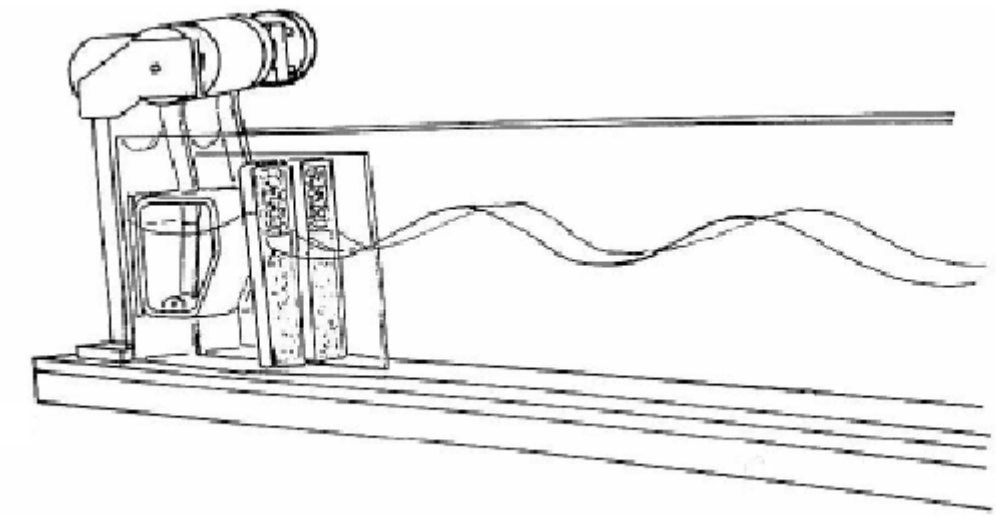


Fig. 4 Phasengleiche Überlagerung der Wellen

© Copyright 2017 3B Scientific GmbH