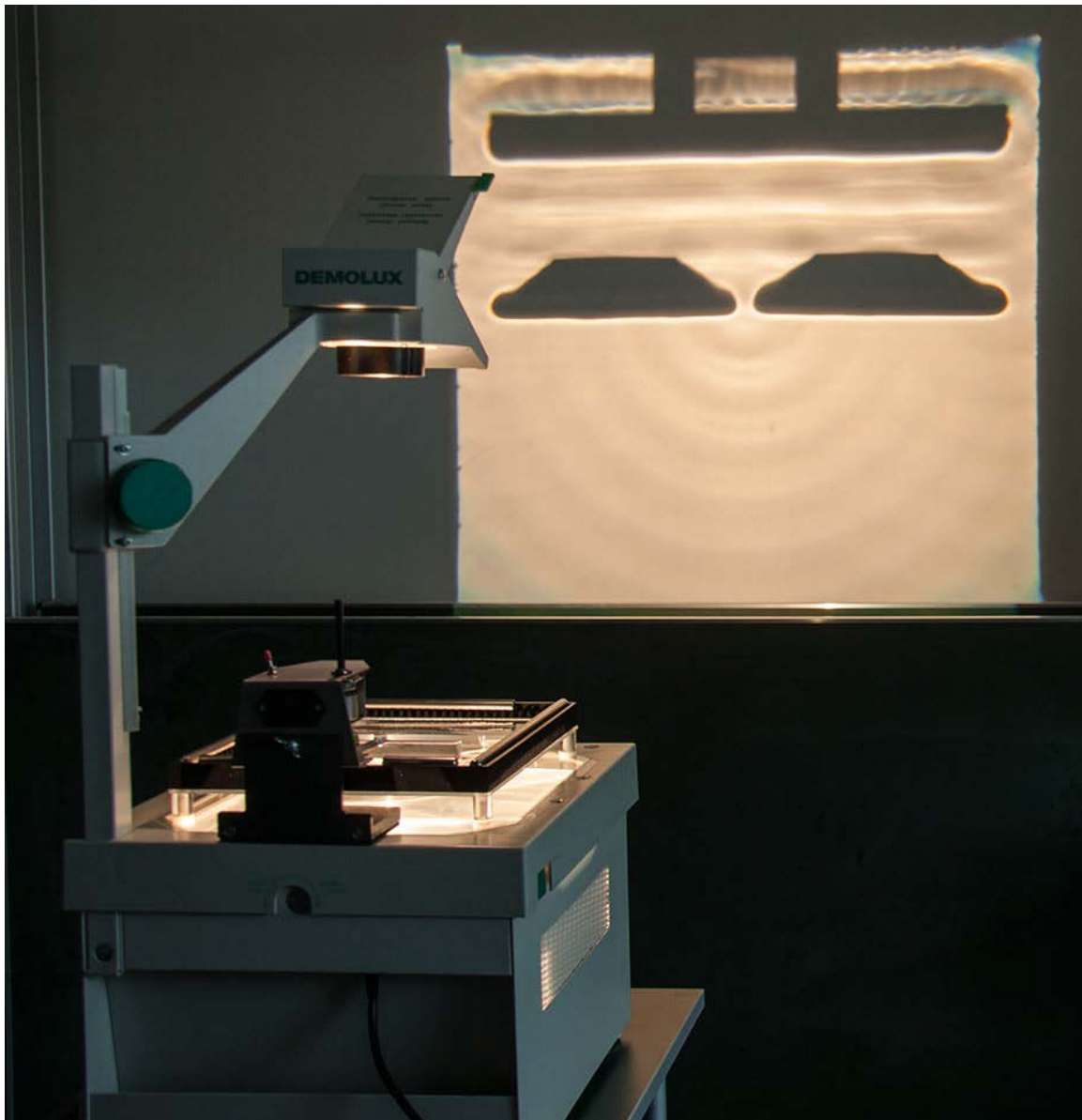


Wellenwanne für Projektion

DW401-2W

Versuchsanleitung



INHALTSVERZEICHNIS

AKD 7.09	Dopplereffekt
AKD 7.07	Reflexion Spiegel hohl
AKD 7.08	Brechung Planwellen
AKD 7.02	Beugung Kante
AKD 7.01	Ausbreitung
AKD 7.03	Beugung Spalt einfach
AKD 7.05	Interferenz zwei Kreiswellen
AKD 7.06	Reflexion Spiegel eben
AKD 7.04	Beugung Spalt doppelt



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

Ziel:

Demonstration der Ausbreitung von Wellen.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird vorerst nur ein Wellenerreger für punktförmige Wellen eingesetzt.



Versuch 1:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

Erkenntnis:

Wir erzeugen eine kreisförmige Welle.

Entsprechend den Wellenbergen und Wellentälern ergeben sich helle und dunkle konzentrische Kreise.

Jene Punkte, die von einer Welle zur gleichen Zeit erreicht werden, bilden eine Wellenfläche.

Jeder Punkt der Wellenfläche kann als Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle angesehen werden, deren gesamte Überlagerungen die beobachtbare Welle bilden.



Hinweis:

Eine Wellenlänge entspricht dem Abstand zweier Wellenberge oder zweier Wellentäler.

Versuch 2:

Wir erhöhen die Umdrehungszahl und vergleichen die Wellenlänge zum Versuch 1.

Erkenntnis:

Bei höherer Umdrehungszahl wird die Wellenlänge geringer.



Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude! Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.

Versuch 3:

In den Erreger wird nun ein Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



Erkenntnis:

Wir erzeugen nun plane Wellen.

Entsprechend den Wellenbergen und Wellentälern ergeben sich helle und dunkle parallele Streifen.

Wird die Umdrehungszahl (Frequenz) erhöht, wird die Wellenlänge geringer.



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

Ziel:

Demonstration der Beugung an einer Kante.

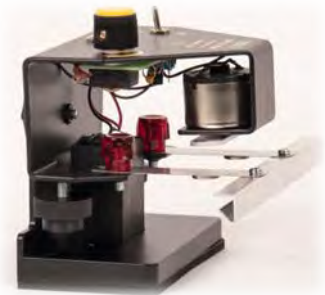
Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.

Versuch 1:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

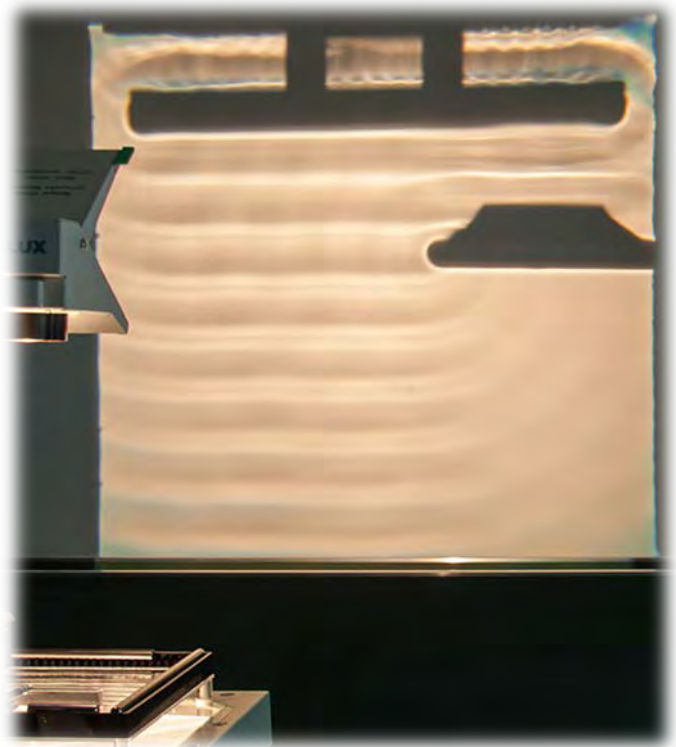
Ein schmales Hindernis (Beugungsplatte 85 mm) wird im Abstand von etwa 5 cm vor den Balken des Wellenerregers in die Wanne gelegt.



Erkenntnis:

Das Hindernis wirft einen deutlichen Wellenschatten.

Die Wellen greifen in Form von Kreiswellen, ausgehend von der Kante, in den entstandenen Schattenraum über.



Hinweis:

Wie in diesem Versuch gezeigt gelangen z. B. Schallwellen in den Raum hinter Mauern.
An Kanten treten Beugungseffekte auf.

Versuch 2:

Wir verschieben das Hindernis in die Mitte der Wanne und wiederholen den Versuch.

Erkenntnis:

An beiden Außenkanten des Objektes treten Beugungseffekte auf.

Die Wellen greifen in Form von Kreiswellen, ausgehend von den Kanten, in den entstandenen Schattenraum über.

Bei jedem Versuch kann auch die Umdrehungsgeschwindigkeit geändert werden.



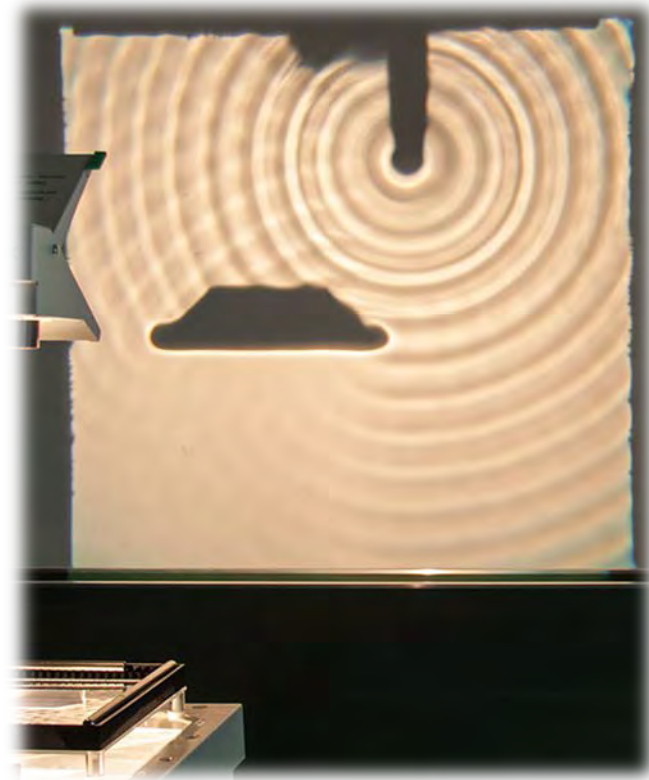
Versuch 3:

Wir ersetzen die Beugungsplatte 85 mm mit der Kleinen (25 mm) und wiederholen den Versuch.



Versuch 4:

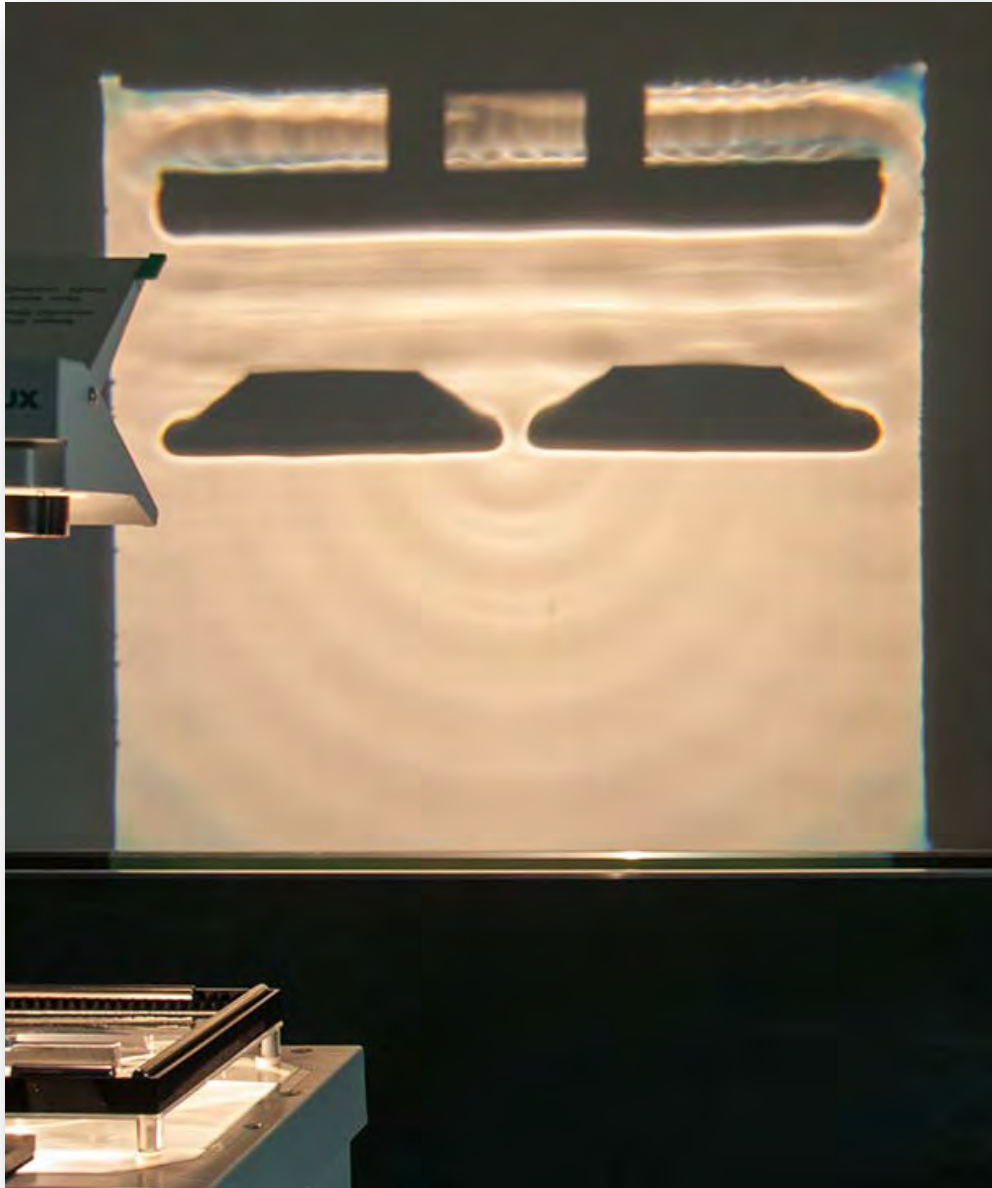
Wir setzen nun den punktförmigen Wellenerreger ein.



Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

Ziel:

Demonstration der Beugung am einfachen Spalt.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



Versuch 1:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

Die beiden Beugungsplatten 85 mm werden im Abstand von etwa 5 cm vor den Balken des Wellenerregers in die Wanne gelegt. Die beiden Objekte werden vorerst jeweils an den Rand gelegt, sodass ein möglichst großer Spalt vorhanden ist. Dieser Spalt wird dann jedoch enger gemacht.

Erkenntnis:

Ist die Öffnung relativ breit, geht die Welle fast ungehindert hindurch.

Die Hindernisse "werfen" deutliche Wellenschatten, in die die Welle in Form von schwachen Kreiswellen - ausgehend von den Rändern der Öffnung - übergreift.

Erreicht die Öffnung in etwa die Größenordnung der Wellenlänge, so tritt starke Beugung auf, hinter dem Spalt entsteht eine Kreiswelle, wobei der Wellenschatten immer undeutlicher wird.



Hinweis:

Schallwellen bewegen sich in der Größenordnung "Meter" - "Dezimeter", daher treten an Türen, Fenstern und dergleichen Beugungseffekte auf.

Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

Ziel:

Demonstration der Beugung am doppelten Spalt.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



Versuch:

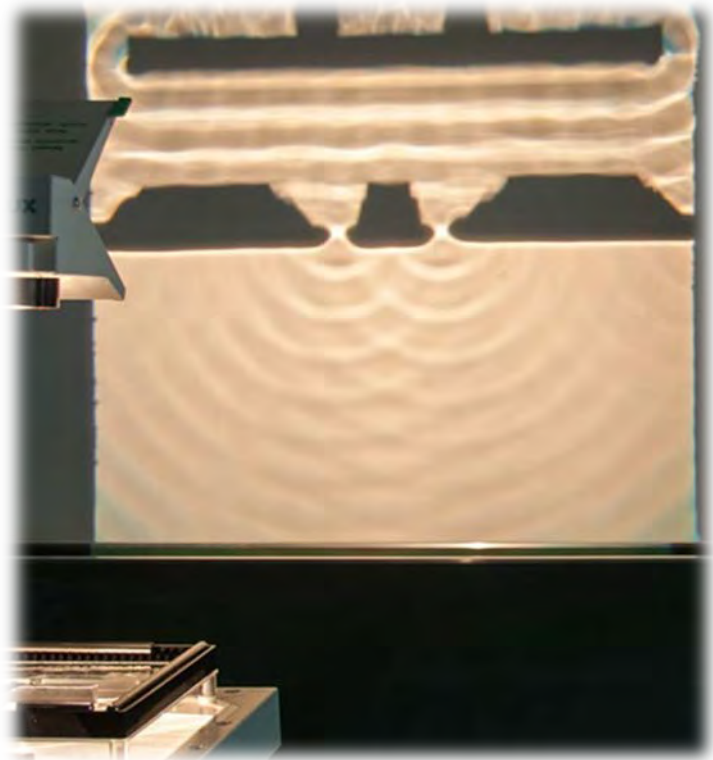
Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

Alle drei Beugungsplatten werden im Abstand von etwa 5 cm vor den Balken des Wellenerregers in die Wanne gelegt. Die beiden großen Objekte werden jeweils an den Rand gelegt, sodass ein möglichst großer Spalt vorhanden ist. In diesen Spalt wird das kleine Objekt mittig eingebracht.

Erkenntnis:

Nach dem Prinzip von Huygens wird jede Welle, die durch eine sehr kleine Öffnung tritt, an dieser gebeugt und es ergibt sich nach dem Spalt eine kreisförmige Elementarwelle.

Die Überlagerung der beiden kreisförmigen Elementarwellen hat ein Interferenzmuster zur Folge.



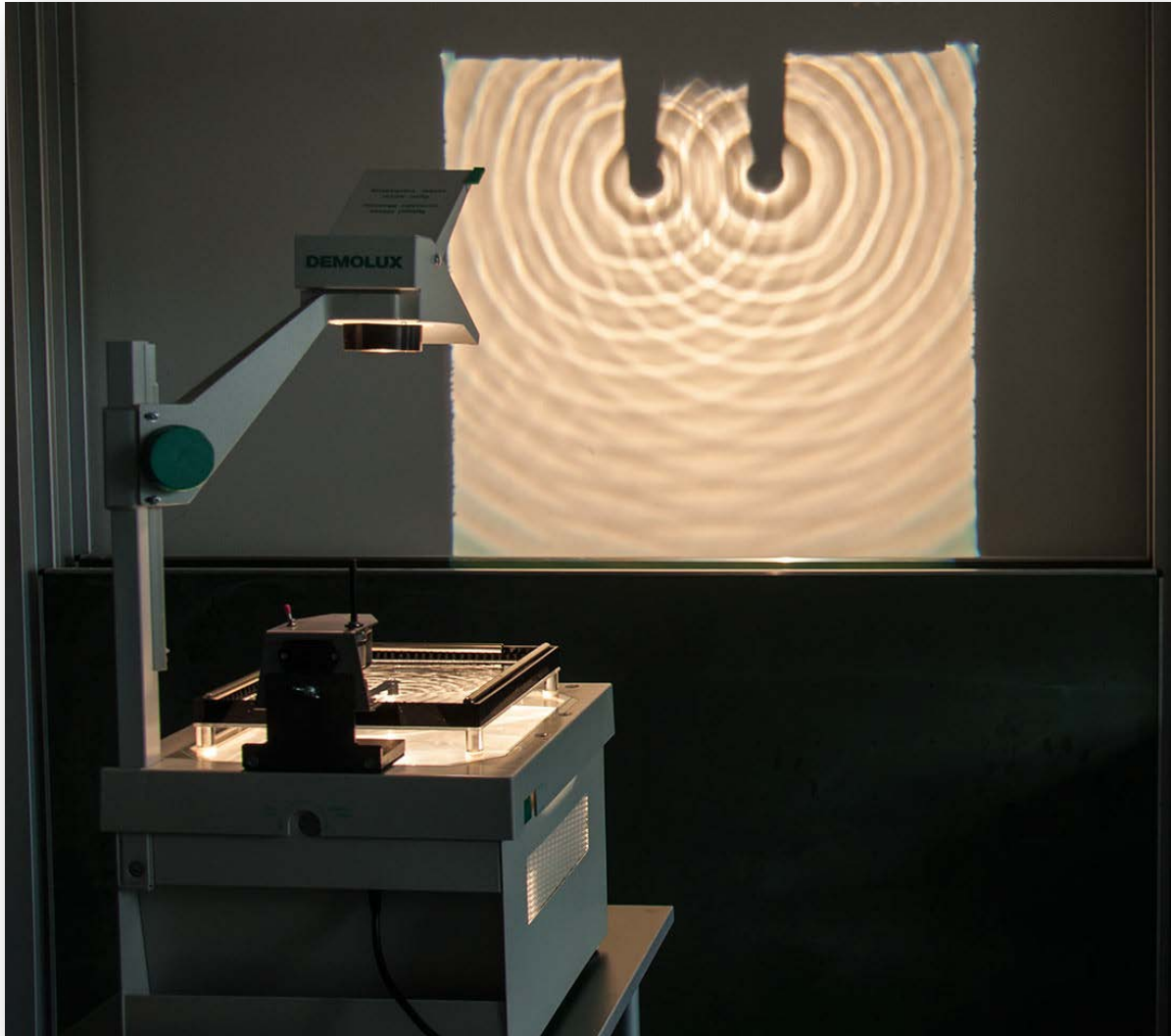
Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.

INTERFERENZ ZWEIER KREISWELLEN

AKD 7.05



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

INTERFERENZ ZWEIER KREISWELLEN

AKD 7.05

Ziel:

Demonstration der Interferenz zweier Kreiswellen.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger werden zwei punktförmige Wellenerreger eingesetzt.



Versuch:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

Erkenntnis:

Die beiden Kreiswellen laufen übereinander hinweg und überlagern sich nach einem komplizierten Interferenzmuster.

An jenen Stellen, wo sich Wellenberge überlagern, entstehen doppelt so hohe Wellenberge. Analog gilt für Wellentäler, dass doppelt so tiefe Wellentäler entstehen.

An jenen Stellen, wo ein Wellenberg auf ein Wellental trifft, kommt es zur gegenseitigen Auslöschung. Die Lösungs- und Verstärkungspunkte liegen auf Hyperbeln, deren Brennpunkte in den Mittelpunkten der Erreger liegen. (In der Projektion als dunklere und hellere Streifen sichtbar.)



Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.

REFLEXION AM EBENEN SPIEGEL

AKD 7.06



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

REFLEXION AM EBENEN SPIEGEL

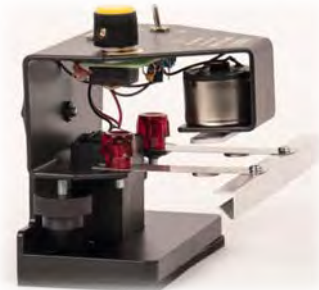
AKD 7.06

Ziel:

Demonstration der Reflexion am ebenen Spiegel.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



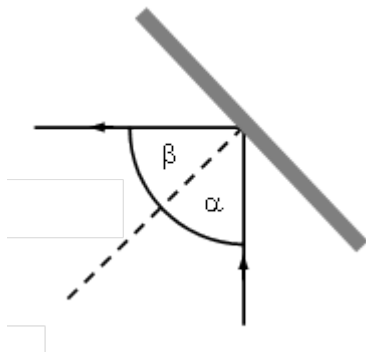
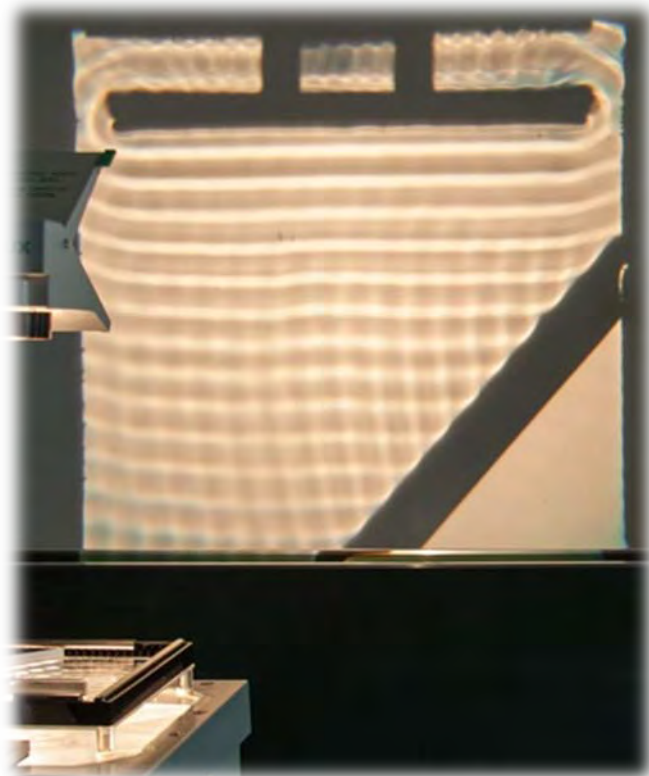
Versuch:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.
Die Reflexionsplatte 170 mm wird in einem Winkel von 45 Grad in die Wanne gestellt.

Erkenntnis:

Die Reflexion von Schallwellen wird durch die Wasserwellen simuliert. Die Reflexion erfolgt bei dieser Versuchsanordnung rechtwinkelig. Die Normale auf eine Wellenfläche heißt Wellenstrahl.

Der Winkel zwischen einfallendem Wellenstrahl und Einfallslot ist gleich dem Winkel zwischen reflektiertem Wellenstrahl und Einfallslot (Reflexionsgesetz).



Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.

REFLEXION AM HOHLSPIEGEL

AKD 7.07



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

REFLEXION AM HOHLSPIEGEL

AKD 7.07

Ziel:

Demonstration der Reflexion am ebenen Spiegel.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



Versuch:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.
Die Reflexionsplatte Kreisbogen wird im Abstand von 10 cm in die Wanne gestellt.

Erkenntnis:

Die Entstehung eines Brennflecks wird deutlich.

Hinweis:

Die Reflexionseffekte dienen in der Unterstufe vor allem der Erklärung von Phänomenen aus der Akustik (Schall wird zurückgeworfen, Schall wird konzentriert).

In der Oberstufe erweitert sich dieser Aspekt durch den Einsatz bei der wellenoptischen Erklärung geometrisch – optischer Phänomene.



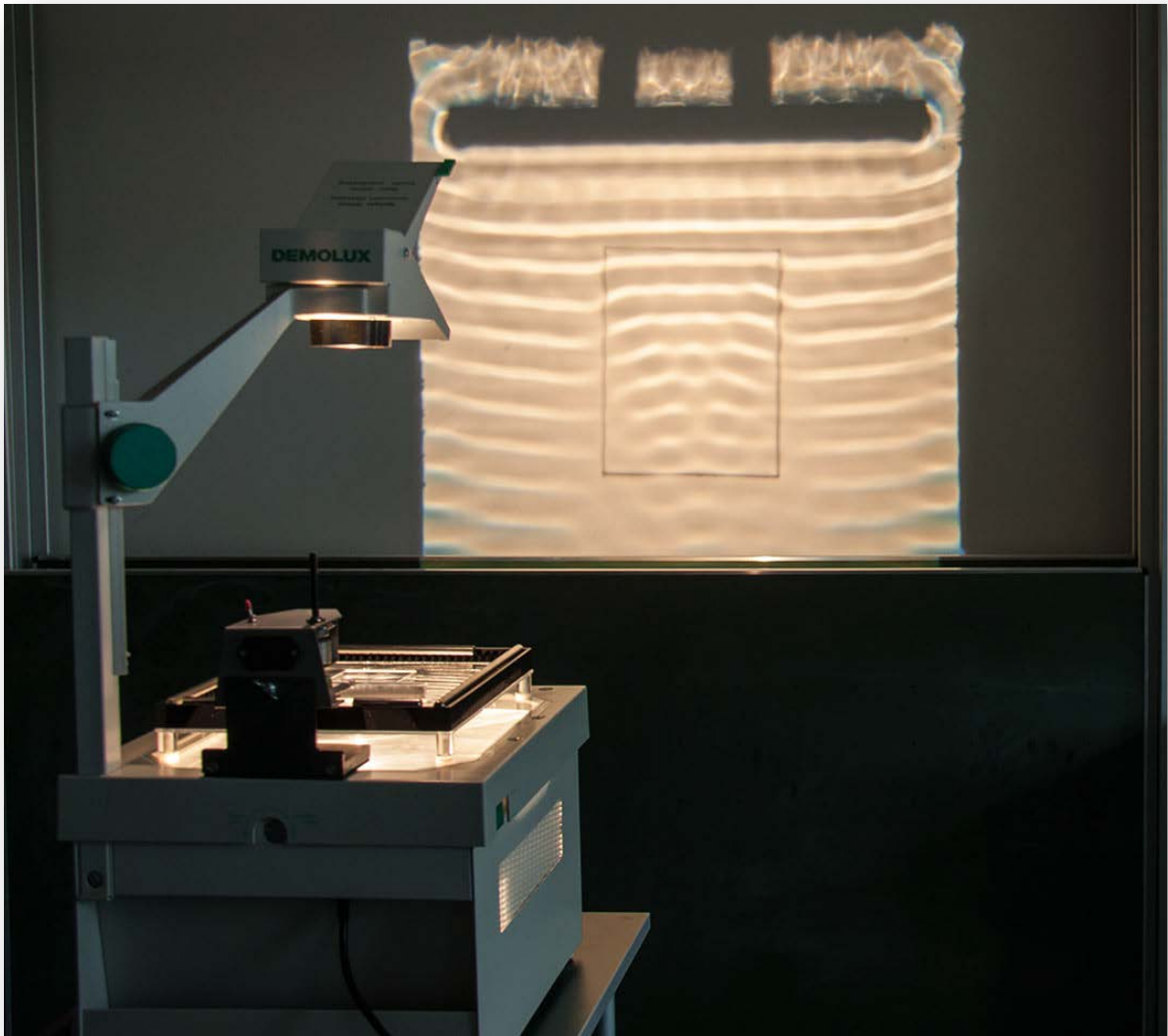
Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.

BRECHUNG VON PLANWELLEN

AKD 7.08



Material:

Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

BRECHUNG VON PLANWELLEN

AKD 7.08

Ziel:

Demonstration der Brechung von Planwellen.

Aufbau:

Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird der Wellenerreger für plane Wellen eingesetzt.



Versuch 1:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.
Die durchsichtige, rechteckige Brechungsplatte wird in die Wellenwanne gelegt. Die Platte muss zur Gänze mit Wasser bedeckt sein, jedoch soll die Wassertiefe über der Platte nur etwa 1 - 2 mm sein.

Erkenntnis:

Es lassen sich unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Wellenfronten erkennen. An der Grenzfläche kommt es zum Übergang, es entsteht ein „Knick“ in den Wellenfronten.

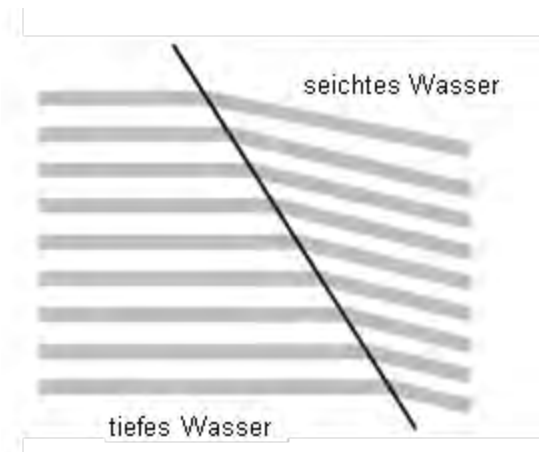


BRECHUNG VON PLANWELLEN

AKD 7.08

Versuch 2:

Wird die Brechungsplatte um 45° gedreht, bilden die beiden Wellenfronten miteinander einen Winkel, dessen Größe von der Wassertiefe (Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle) abhängt.



Achtung:

Bei einer bestimmten Umdrehungszahl (etwa mittige Stellung des Drehknopfes) kommt die Blattfeder in Resonanz und bekommt dadurch eine große Amplitude!
Der Punkt-Erreger kann dadurch sogar die Bodenplatte berühren, und es kann auch Wasser wegspritzen.

Das Gerät erleidet dadurch keinen Schaden!
Um dies aber zu vermeiden begrenzen Sie den Ausschlag einfach mit dem Zeigefinger.



Material:

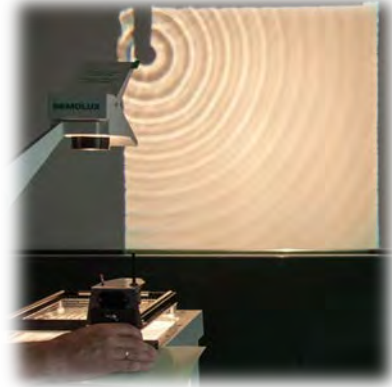
Art.-Nr.	Anz.	Bezeichnung
DW401-2W	1	Wellenwanne für Overheadprojektion
	1	Overheadprojektor

Ziel:

Demonstration des Doppler Effektes.

Aufbau:

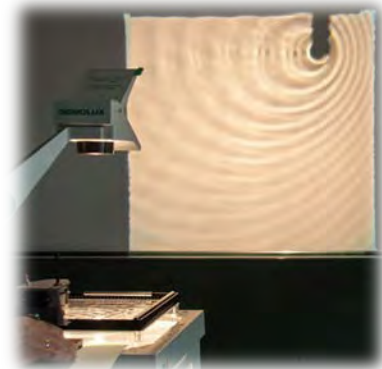
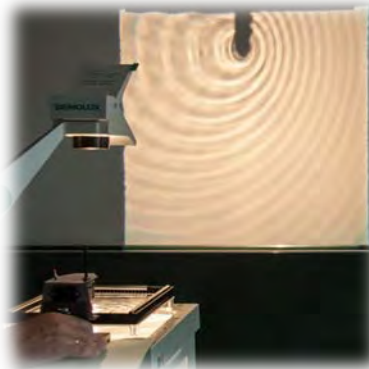
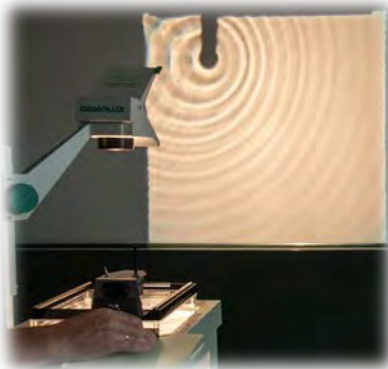
Aufstellen und justieren gemäß Aufbauanleitung.
In den Erreger wird ein Wellenerreger für punktförmige Wellen eingesetzt.
Die Erregereinheit wird an die rechte Ecke der Wanne geschoben.
Unter die Erregereinheit wird ein Blatt Papier gelegt, dadurch lässt sich dieser leichter bewegen.



Versuch:

Der Umdrehungsregler wird auf eine niedrige Umdrehungszahl eingestellt.
Der Erreger wird eingeschaltet, der Drehbalken mit dem Finger in Drehbewegung versetzt.

Die ganze Erregereinheit wird nun zügig von der rechten zur linken Seite, dann wieder in die Gegenrichtung verschoben. Dabei wird das Wellenbild betrachtet.



Erkenntnis:

In Bewegungsrichtung „drängen“ sich die Kreise vor dem Punkterreger näher aneinander. Die Wellenlängen sind kleiner.
Nach dem Punkterreger haben die Kreise einen größeren Abstand. Die Wellenlängen sind daher größer.

Hinweis:

Wir kennen den Doppler-Effekt aus dem Alltag von einem vorbeifahrenden Einsatzfahrzeug welches ein Signalhorn eingeschaltet hat. Kommt das Fahrzeug auf uns zu ist der Signalton höher, ist das Fahrzeug an uns vorbeigefahren ist der Signalton tiefer.

In der Oberstufe erfolgt die Ausdehnung dieser Anwendungsmöglichkeiten von mechanischen Wellen ausgehend auf die Wellenoptik.