

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
Robert-Bosch-Breite 10
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0
Fax +49 (0) 551 604-107
E-mail info@phywe.de
Internet www.phywe.de

Betriebsanleitung



Das Gerät entspricht
den zutreffenden
EG-Rahmenrichtlinien



Abb. 1: Wasserwellengerät mit LED-Lichtquelle, komplett 11260-88

INHALTSVERZEICHNIS

- 1 SICHERHEITSHINWEISE
- 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN
- 3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE
- 4 HANDHABUNG
- 5 BETRIEBSHINWEISE
- 6 TECHNISCHE DATEN
- 7 LIEFERUMFANG
- 8 ZUBEHÖR
- 9 LITERATURHINWEIS
- 10 GARANTIEHINWEIS
- 11 ENTSORGUNG

1 SICHERHEITSHINWEISE



Achtung!

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Betriebsanleitung sorgfältig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.

- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.
- Das Gerät ist nur zum Betrieb in trockenen Räumen, die kein Explosionsrisiko aufweisen, vorgesehen.
- Vor dem Anlegen der Netzspannung muss sichergestellt werden, dass der Schutzleiter des Netzteils ordnungsgemäß mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden ist. Der Netzstecker darf nur in eine Netzsteckdose mit Schutzleiter eingesteckt werden. Die Schutzwirkung darf nicht durch die Verwendung eines Verlängerungskabels ohne Schutzleiter aufgehoben werden.
- Achten Sie darauf, dass die auf dem Typenschild des Netzteils angegebene Netzspannung mit der Ihres Stromnetzes übereinstimmt.
- Das Gerät ist so aufzustellen, dass Netzschalter bzw. Gerätestecker frei zugänglich sind. Die Lüftungsschlitze des Gerätes dürfen nicht abgedeckt werden.
- Das Gerät nicht öffnen.
- Achten Sie darauf, dass keine Flüssigkeiten oder Gegenstände in die Lüftungsschlitze des Gerätes gelangen.
- Keine anderen Geräte als die vorgesehenen an das Wasserwellengerät anschließen.
- Achtung: Vor Lösen, Tausch oder Entfernen jeglicher Kabelverbindungen ist das Gerät vom Netz zu trennen!
- Während des Befüllens oder Leerens der Wellenwanne mit Wasser ist das Gerät vom Netz zu trennen.
- Längeres Betrachten der Wellenbilder unter Stroboskop-Beleuchtung kann bei gefährdeten Personen epileptische Anfälle auslösen.
- Nicht absichtlich direkt auf die leuchtende LED starren.

2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

Das Wasserwellengerät dient zur Erzeugung und dem Studium von Oberflächenwellen in Wasser. Mit Hilfe des Gerätes lassen sich sowohl Experimente, die charakteristisch für Oberflächenwellen in Wasser sind als auch Experimente, die eine Analogie zu Experimenten mit Lichtwellen darstellen, durchführen. Viele wichtige Gesetze der Wellenoptik lassen sich anhand von Wasserwellen anschaulich und einfach demonstrieren. Im Folgenden wird beschrieben, wie das Wasserwellengerät funktioniert und wie das Bild der Wasserwellen entsteht.

Die Wasserwellen werden mithilfe eines im Wasserwellengerät integrierten mechanischen Erregers erzeugt (Prinzip Lautsprecher). Dieser Erreger kann entweder einen einzelnen oder mehrere Tupfer zur Erzeugung von Kreiswellen oder einen Schieber zur Erzeugung von ebenen Wellen mit einer Frequenz zwischen 5 Hz und 60 Hz in das Wasser einer Wellenwanne eintauchen. Durch das periodische Eintauchen werden Oberflächenwellen im Wasser erzeugt.

Am Gehäuseboden des Wasserwellengerätes ist eine grüne LED befestigt. Diese beleuchtet die Wellenwanne von unten und ermöglicht über das optische Prinzip der Schattenprojektion (Abb. 2) eine kontrastreiche Darstellung der Wasserwellen. Es ist sowohl kontinuierliches Licht, als auch Stroboskoplicht möglich. Das Stroboskoplicht ermöglicht es, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwellen bis zum völligen Stillstand zu verlangsamen. Genauer zum Gebrauch des Stroboskoplichts finden Sie unter Kapitel 4 „Handhabung“.

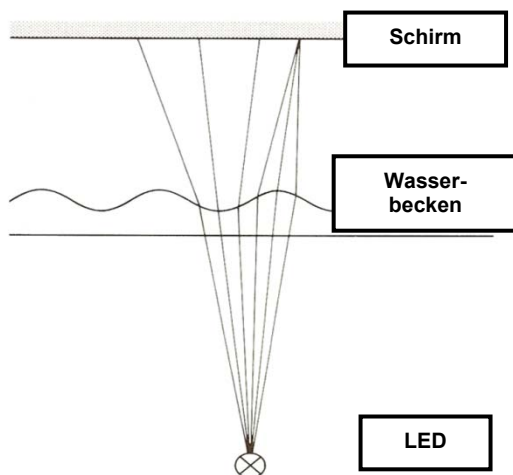


Abb. 2: Prinzip der Schattenprojektion – das Licht einer punktförmigen Lichtquelle durchtritt das Wasserbecken und erleidet entsprechend der Struktur der Oberflächenwellen teilweise eine Ablenkung, die zu einem Hell-Dunkel-Muster auf einem Schirm führt.

Der zum Lieferumfang gehörende Zeichentisch wird auf das Wellengerät gestellt. Durch ein darauf zu legendes weißes Blatt Papier lassen sich die Wasserwellen auf dem Papier betrachten.

Bei der Abbildung der Wellenbilder wird vollständig auf fokussierende optische Bauelemente verzichtet. Die Bildentstehung ist vielmehr ausschließlich auf die brechenden Eigenschaften der Wasseroberfläche zurückzuführen.

Das Licht der LED wird durch die Wellentäler divergent, durch die Wellenberge konvergent gemacht. Dies bewirkt, dass die Wellentäler als dunkle und die Wellenberge als helle Streifen auf einem Schirm als Betrachtungsfläche (Blatt Papier) zu erkennen sind. Durch dieses Prinzip werden kontrastreiche und scharfe Wellenbilder erzeugt. Zu beachten ist hierbei, dass sich ein guter Bildkontrast nur bei kleinen Wellenamplituden einstellt. Bei größeren Amplituden werden die von der LED ausgehenden Lichtstrahlen schon vor der Betrachtungsfläche vereinigt und laufen auf ihrem weiteren Weg zur Betrachtungsfläche wieder auseinander, was zu

einem Verschwinden des Wellenbildes führt. Aus diesem Grund ist der Wellenerreger mit einem Amplitudensteller ausgestattet. Dadurch können die für die einzelnen Versuche unterschiedlichen optimalen Erregeramplituden in jedem Fall eingestellt werden.

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

3.1 Bedienfeld

Das Wasserwellengerät verfügt über ein Bedienfeld mit 14 Tasten (Abb. 3) und eine LCD-Anzeige. Im Folgenden werden die Einstellungsmöglichkeiten sowie die zur Erzeugung von Wasserwellen nötigen Wellenerreger genannt:

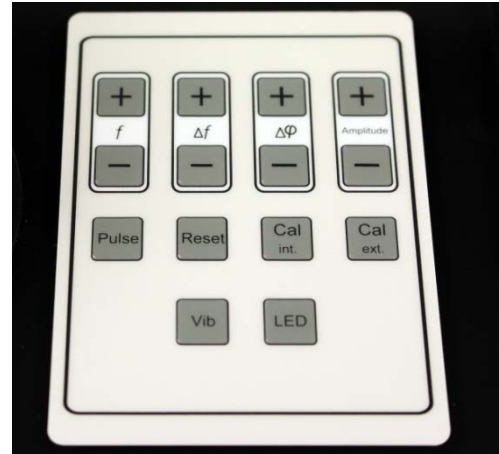


Abb. 3: Bedienfeld bestehend aus 14 Tasten an der Gehäuseoberseite des Wasserwellengeräts.

- 1 **Vib**
Schaltet den/die Erreger an bzw. aus.
- 2 **LED**
Schaltet zwischen den folgenden Einstellungen der LED hin und her:
 - Kontinuierliches Licht
 - Stroboskoplicht
 - Aus
- 3 **f**
Erhöht (+) bzw. verringert (–) die Erregerfrequenz zwischen 5 Hz und 60 Hz.
- 4 **Δf**
Stellt einen Frequenzunterschied zwischen Erreger und Stroboskoplicht ein. Im Grundzustand sind beide Frequenzen gleich, die Wellen erscheinen dann unter stroboskopischer Beleuchtung als stehende Welle. Mit den Tasten (+) und (–) lässt sich ein Frequenzunterschied herstellen, um eine „Zeitlupendarstellung“ der Wellen zu erhalten.
- 5 **Δφ**
Stellt einen Phasenunterschied zwischen dem integrierten Erreger und einem zusätzlichen, externen Erreger (11260-10) her. Im Grundzustand schwingen beide Erreger gleichphasig. Es lässt sich ein Phasenunterschied zwischen 0° und 360° in jeweils 15°-Schritten einstellen.
- 6 **Amplitude**
Über (+) wird die Amplitude des Erregers (in 4 Stufen) erhöht, über (–) verringert.

7 Pulse

Durch Drücken wird dem Erreger ein einzelner Impuls gegeben, wodurch der Tupfer ein einziges Mal in das Wasser eintaucht. Durch Loslassen wird der Tupfer wieder in seine Ausgangsposition gebracht. Falls verbunden, wird ebenfalls der externe Erreger (19) angesteuert.

8 Reset

Schaltet den Erreger und die LED aus. Alle weiteren Einstellungen bleiben davon unberührt, damit das Gerät direkt wieder in Betrieb genommen werden kann.

9 Cal int.

Zur Kalibrierung des integrierten Erregers. Die Amplitude des Erregers kann im Bereich zwischen 80 % und 120 % unabhängig vom externen Erreger variiert werden. Sollten sich die Amplituden von integriertem und externem Erreger unterscheiden, kann somit eine Feinabstimmung der Amplitude des integrierten Erregers auf die des externen Erregers vorgenommen werden.

Zunächst die Taste *Cal int.* betätigen. Unmittelbar danach über die Tasten (+) und (-) der *Amplitude*-Regelung (6) die Feinabstimmung vornehmen. Die Kalibrierung bleibt auch nach dem Reset (8) oder nach Ziehen des Netzsteckers (11) erhalten.

10 Cal ext.

Wie (9) zur Kalibrierung des externen Erregers. Die Amplitude des externen Erregers kann unabhängig vom integrierten Erreger im Bereich zwischen 80 % und 120 % variiert werden. Dafür zunächst die Taste *Cal ext.* betätigen und direkt im Anschluss über die Tasten (+) und (-) der *Amplitude*-Regelung (6) die Feinabstimmung vornehmen.

3.2 Weitere Funktionselemente

Neben dem Bedienfeld weist das Wasserwellengerät weitere Funktionselemente auf (siehe Abb. 4, 5 und 6):



Abb. 4: Buchse zur Stromversorgung (11) und Buchsenpaar zum Verbinden des externen Erregers (12).

11 Anschlussbuchse 12 V

Anschluss des Wasserwellengeräts über ein externes Netzteil (im Lieferumfang enthalten). Die Anschlussbuchse befindet sich an der Seite des Gehäuses.

12 Verbindungsbuchsen externer Erreger

Zum Anschluss des externen Erregers mithilfe zweier 4-mm-Verbindungskabel. Es ist darauf zu achten, dass der externe Erreger mit dem internen in Phase schwingt. Dazu drückt man bei angeschlossenem externen Erreger die Taste *Pulse*. Beide Tupfer müssen sich nun nach unten bewegen. Bewegt sich der externe Erreger hingegen nach oben, so müssen die Anschlüsse am Gerät vertauscht werden.

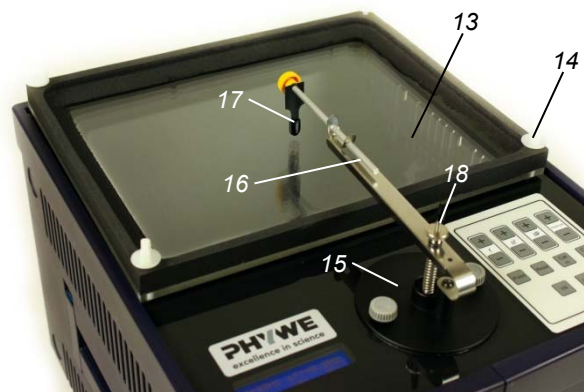


Abb. 5: Interner Erreger (15) mit Wellenwanne (13), Montierstab (16) und Tupfer (17).

13 Wellenwanne

Im Wasser der Wellenwanne werden die Wasserwellen erzeugt. Die inneren Ränder der Wellenwanne sind mit Schaumstoff abgeklebt. Dies ermöglicht eine nahezu vollständige Absorption der auf die Wannenränder auftreffenden Wasserwellen, um unerwünschten Wellenreflexionen vorzubeugen.

14 Verstellerschrauben, 4 Stück

Zum waagrechten Ausrichten der Wellenwanne.

15 Integrierter Erreger

Zur Befestigung der unterschiedlichen Wellenerreger. Durch Lösen der beiden Stellschrauben im Sockel lässt sich der Erreger in der Ebene drehen.

16 Montierstab

Zur Aufnahme und Positionierung des jeweiligen Wellenerregers.

17 Wellenerreger

Zur Erzeugung von Wellen, taucht bei eingeschaltetem internen Erreger in das Wasser ein.

18 Vorspannschraube

Zum Anheben und Absenken des Wellenerregers für die passende Positionierung im Wasser der Wellenwanne.

19 Externer Erreger (als Zubehör: 11260-10)

Als zusätzlicher zweiter Erreger verwendbar sowie nötig für den Versuch „Dopplereffekt“.



Abb. 6: Externer Erreger (11260-10) mit Zubehör, separat erhältlich.

4 HANDHABUNG

Dieser Abschnitt beschreibt die Inbetriebnahme des Wasserwellengerätes und die Erzeugung von Wasserwellen. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt sorgfältig durch, um Misserfolge oder Fehlbedienungen zu vermeiden.

Hinweis: Der Erreger schaltet sich nach 10 Minuten Dauerbetrieb zum Schutze des Gerätes selbständig aus, da längeres ununterbrochenes Experimentieren in diesem Betriebszustand nicht zu erwarten ist.

4.1 Inbetriebnahme Wasserwellengerät

Zu Beginn ist das Wasserwellengerät mit dem Netzteil über Anschlussbuchse (11) an die externe Spannungsversorgung anzuschließen. Das LCD-Display leuchtet auf; das Wasserwellengerät ist betriebsbereit.

4.2 Wellenwanne füllen

Die leere Wellenwanne ist erst auf das Wasserwellengerät zu stellen und anschließend vorsichtig mit Wasser zu befüllen. Dazu kann die mitgelieferte Spritzflasche verwendet werden. Die Wanne sollte zu etwa dreiviertel befüllt werden. Damit die Reflexion der Wasserwellen an den Rändern unterdrückt werden kann, wird mit dem Finger nach dem Befüllen über den gesamten Schaumstoffrand gestrichen, damit das Wasser den Schaumstoff besser benetzen kann.

Mithilfe der Verstellerschrauben (14) lässt sich die Wellenwanne waagrecht ausrichten. Dazu schaut man zweckmäßigerweise flach über die Wasseroberfläche und nimmt die Höhe des Wasserspiegels an den einzelnen Wannenträndern als Referenz. Durch Verstellen der Schrauben lässt sich nun die Wanne waagrecht ausrichten, bis der Wasserspiegel an allen Seiten in etwa die gleiche Höhe besitzt.



Achtung!

Beim Herausheben der gefüllten Wanne kann das Wasser schnell überschwappen! Stets darauf achten, dass kein Wasser in das Gerät eindringt.

Zum abschließenden Leeren der Wanne empfiehlt es sich, erneut die Spritzflasche oder z. B. einen Schwamm zu verwenden, während die Wellenwanne noch auf dem Wasserwellengerät steht.

4.3 Reinigung

Die Deckelplatte des Wasserwellengeräts und die Wellenwanne bestehen aus Plexiglas. Bitte reinigen Sie die Platten nur mit geeigneten und nicht-kratzenden Tüchern ohne Unterstützung aggressiver Chemikalien.

4.4 Erzeugung von Kreiswellen

Der Montierstab (16) mit individuellem Tupfer (17) wird am integrierten Erreger (15) befestigt und über die Mitte der Wellenwanne gebracht. Durch Drehen der Einspannschraube am Erreger lässt sich der Tupfer soweit absenken, bis dieser in das Wasser der Wellenwanne eintaucht. Dann stellt man kontinuierliches Licht, eine Erregerfrequenz zwischen 5 Hz und etwa 20 Hz sowie eine kleine Amplitude (1 oder 2) ein. Als Betrachtungsoberfläche dient der Zeichentisch mit einem darauf gelegten weißen Blatt Papier. Dieser wird über die Wellenwanne gestellt. Für eine bessere Sichtbarkeit des Wellenbildes könnte es nützlich sein, den Raum abzudunkeln.

Sollte das Wellenbild verzerrt oder undeutlich sein, so kann die Erregerfrequenz f und/oder die Amplitude variiert werden, bis ein Wellenbild sichtbar wird, das dem in Abb. 7 dargestelltem Wellenbild ähnelt.

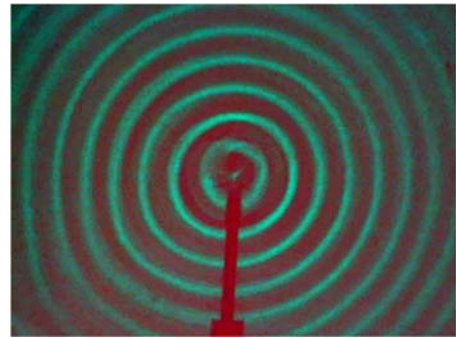


Abb. 7: Kreiswellen erzeugt mit dem tupferförmigen Erreger.

4.5 Erzeugung von ebenen Wellen

Die Erzeugung ebener Wellen ist etwas schwieriger, da sie eine genauere Ausrichtung der Wellenwanne und des zu verwendenden Schiebers erfordert. Gegebenenfalls sollte dem Wasser zur besseren Benetzung 1 bis 2 Tropfen Seifenlösung hinzugefügt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Dosierung nicht überschritten wird, da andernfalls Trübung und Schaumbildung auftreten, welche die Bildqualität verschlechtern.

Der Montierstab mit Schieber wird am Erreger befestigt und zum unteren Ende der Wellenwanne gebracht. Anschließend muss die Wellenwanne richtig justiert werden, da der Schieber exakt gleichmäßig in das Wasser eintauchen muss. Andernfalls ist das Wellenbild verzerrt und undeutlich. Hinweise zur richtigen Justierung der Wellenwanne befinden sich im Abschnitt 4.2 „Wellenwanne füllen“.

Auch der Schieber muss waagrecht justiert werden. Hierzu wird dieser annähernd waagrecht am integrierten Erreger befestigt und die Einspannschraube am Erreger solange gedreht, bis sich der Schieber knapp über der Wasseroberfläche befindet. Mit der Wasseroberfläche als Referenzfläche lässt sich nun der Schieber waagrecht ausrichten. Wenn dies geschehen ist, wird die Einspannschraube am Erreger weiter gedreht, bis der Schieber in das Wasser der Wellenwanne eintaucht (etwa 1 bis 2 mm). Dann wird eine Erregerfrequenz zwischen 18 Hz und 25 Hz, eine kleine Amplitude sowie kontinuierliches Licht eingestellt. Es sollte ein Wellenbild sichtbar werden, wie es in Abb. 8 zu sehen ist.

Sollte das Wellenbild verzerrt oder undeutlich sein, so sollte die Erregerfrequenz, die Amplitude und/oder die Eintauchtiefe variiert werden. Sollte dies keine Verbesserung des Wellenbildes zur Folge haben, so könnte es sein, dass der Schieber nicht richtig justiert ist und somit nicht gleichmäßig in das Wasser eintaucht. Dann sollte dieser gemäß der obigen Beschreibung erneut ausgerichtet werden.

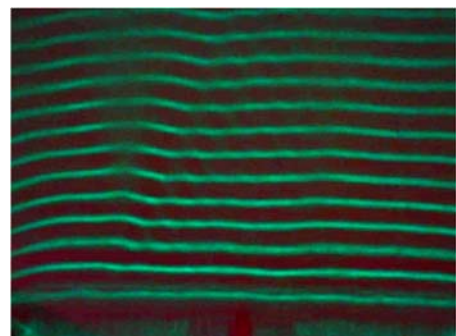


Abb. 8: Ebene Welle erzeugt mit dem planaren Erreger.

4.6 Gebrauch des Stroboskoplchts

In den einzelnen Versuchsbeschreibungen wird die Benutzung des Stroboskoplchts nur dann vorgeschrieben, wenn sie zur Erreichung des jeweiligen Versuchsziels erforderlich ist. Alle anderen Experimente sollten zunächst ohne Stroboskoplcht durchgeführt werden, da durch die stroboskopische

Beleuchtung der Bildeindruck zum Teil erheblich verändert wird. Interferenzmuster sind bei kontinuierlicher Projektion wesentlich eindrucksvoller zu sehen als bei Stroboskop-Beleuchtung.

In diesem Zusammenhang sollte beachtet werden, dass das menschliche Auge nur im unteren Frequenzbereich in der Lage ist, die Wellenbilder bei kontinuierlicher Beleuchtung zu erkennen. Aus diesem Grund wird empfohlen, beim Arbeiten mit kontinuierlicher Beleuchtung nur Frequenzen bis etwa 30 Hz zu verwenden. Bei kürzeren Wellenlängen (höhere Frequenzen) sollte dann das Stroboskoplicht eingesetzt werden, um so die Wellenausbreitung zu verlangsamen und für das Auge sichtbar zu machen.

5 BETRIEBSHINWEISE

Das vorliegende Qualitätsgerät erfüllt die technischen Anforderungen, die in den aktuellen Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft zusammengefasst sind. Die Produkteigenschaften berechtigen zur CE-Kennzeichnung.

Der Betrieb dieses Gerätes ist nur unter fachkundiger Aufsicht in einer beherrschten elektromagnetischen Umgebung von Forschungs-, Lehr- und Ausbildungsstätten (Schulen, Universitäten, Instituten und Laboratorien) erlaubt.

Dies bedeutet, dass in einer solchen Umgebung Sendefunk-einrichtungen, wie z. B. Mobiltelefone nicht in unmittelbarer Nachbarschaft verwendet werden dürfen. Die einzelnen angeschlossenen Leitungen dürfen nicht länger als 2 m sein.

Durch elektrostatische Aufladungen o. ä. elektro-magnetische Phänomene (HF, Burst, indirekte Blitzentladungen usw.) kann das Gerät beeinflusst werden, so dass es nicht mehr innerhalb der spezifizierten Daten arbeitet.

Folgende Maßnahmen vermindern bzw. beseitigen den störenden Einfluss:

Teppichboden meiden; für Potentialausgleich sorgen; Experimentieren auf einer leitfähigen, geerdeten Unterlage, Verwendung von Abschirmungen, abgeschirmte Kabel. Hochfrequenzsender (Funkgeräte, Mobiltelefone) nicht in unmittelbarer Nähe betreiben.

Dieses Gerät entspricht der Klasse A, Gruppe 1, der Norm EN 55011 und darf nur außerhalb von Wohnbereichen uneingeschränkt betrieben werden. Sollten trotz Beschränkung des Einsatzes auf den Fachraum einer Schule oder einer anderen Ausbildungsstätte im umgebenden Wohnbereich elektromagnetische Störungen auftreten, so kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen (z. B. Abschirmung, große Abstände zu empfindlichen Geräten, kurze Betriebsdauer, kürzestmögliche Verbindungsleitungen usw.) durchzuführen und dafür aufzukommen.

6 TECHNISCHE DATEN

(typisch für 25 °C)

Betriebstemperaturbereich 5...40 °C
Relative Luftfeuchte < 80 %

Erregerfrequenz 5...60 Hz
Erregeramplitude 1...4
Stroboskopfrequenz (Δf) -2,5...2,5 Hz
Phasenunterschied 0...360°
Anschlussspannung 110...240 V
Netzfrequenz 50/60 Hz

maximaler LED-Lichtstrom 285 lm

Abmessungen (mm) 300 x 370 x 330 (B x T x H)
Wannenfläche (mm) 280 x 210 (B x T)
Masse ca. 5,7 kg

7 LIEFERUMFANG

Der Lieferumfang des Artikels „Wasserwellengerät mit LED, komplett“ (11260-88) enthält folgende Komponenten:

Basisgerät	11260-02
Netzgerät 12 V DC / 2 A	12151-99
Zubehörsatz zum Wasserwellengerät	11260-12
Zeichentisch zum Wasserwellengerät	11260-13
Wellenwanne zum Wasserwellengerät	11260-14



Abb. 9: Lieferumfang Wasserwellengerät mit LED, komplett 11260-88.

8 ZUBEHÖR

Für verschiedene Versuche wie zum Beispiel „Dopplereffekt“ oder zur Demonstration der Versuche über einen Spiegel sind folgende Zubehörkomponenten erhältlich:

Ext. Vibrationsgenerator zum Wasserwellengerät	11260-10
Demo-Spiegel für Wasserwellengerät	11260-30

9 LITERATURHINWEIS

Demonstrationsversuche: Versuche mit dem Wasserwellengerät	16040-01
--	----------

10 GARANTIEHINWEIS

Für das von uns gelieferte Gerät übernehmen wir innerhalb der EU eine Garantie von 24 Monaten, außerhalb der EU von 12 Monaten. Von der Garantie ausgenommen sind: Schäden, die auf Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, unsachgemäße Behandlung oder natürlichen Verschleiß zurückzuführen sind.

Der Hersteller kann nur dann als verantwortlich für Funktion und sicherheitstechnische Eigenschaften des Gerätes betrachtet werden, wenn Instandhaltung, Instandsetzung und Änderungen daran von ihm selbst oder durch von ihm ausdrücklich ermächtigte Stellen ausgeführt werden.

11 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.



Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll).

Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die unten stehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
Abteilung Kundendienst
Robert-Bosch-Breite 10
D-37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-0
Fax +49 (0) 551 604-107