

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



Abb. 1: Luftkissenbahn, komplett 11202-88

## INHALTSVERZEICHNIS

### 1 SICHERHEITSHINWEISE

### 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

### 3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

### 4 GERÄTELISTE

### 5 ENTSORGUNG

## 1 SICHERHEITSHINWEISE



### Achtung!

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät
- Schützen Sie das Gerät vor Staub, Feuchtigkeit und Dämpfen. Reinigen Sie das Gerät mit einem leicht feuchten, fusselfreien Tuch. Scharfe Reinigungsmittel oder Lösungsmittel sind ungeeignet.
- Die Oberfläche mit den Luftlöchern muss vor Kratzern und Verformungen geschützt werden, da Fehler in dieser Oberfläche die Reibung zwischen Schiene und Wagen erhöhen.
- Das Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn Beschädigungen am Gerät sichtbar sind.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.

## 2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

Die Luftkissenbahn 11202-88 eignet sich wegen ihrer äußerst geringen Reibung hervorragend zur Untersuchung der Kinetik und Dynamik geradliniger Bewegungsabläufe. Hauptkomponente in diesem Gerätesystem ist die 2 m lange Luftkissenbahn, auf der sich mit Hilfe der zum Lieferumfang gehörenden Einzelteile zahlreiche Experimente durchführen lassen. Der Zusammenhang zwischen Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie die dynamische Verknüpfung dieser Größen kann im demonstrativen Messversuch ermittelt werden.

### 3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

#### 3.1 Montage der Füße

Die beiden Füße werden in Vierkantmuttern geschraubt, die sich in drei Nuten an der Unterseite der Schiene befinden. Beginnen Sie mit dem großen Querfuß. Führen Sie die Vierkantmuttern in den beiden äußeren Nuten an das Ende der Schiene, das ein Loch für den Gebläseschlauch hat. Legen Sie die Schiene mit der richtigen Seite nach oben auf einen Tisch, sodass dieses Ende ein Stück über die Kante hinausragt. Setzen Sie eine der Innensechskantschrauben auf den Innensechskant-Schlüssel und stecken Sie ihn durch eines der Löcher im Fuß. Ohne die Verbindung zwischen Schraube und Schlüssel zu lösen, wird die Schraube in der Vierkantmutter befestigt und mit ein paar Umdrehungen festgezogen, jedoch nicht so fest, dass sich der Fuß nicht mehr auf der Schiene verschieben lässt. Wiederholen Sie den Vorgang mit der anderen Schraube. Wenn beide Schrauben festsitzen, können Sie sie vorübergehend etwas weiter anziehen. Drehen Sie die Schiene um. Befestigen Sie den kleinen Fuß auf die gleiche Weise in den beiden Vierkantmuttern in der mittleren Nut.

#### 3.2 Endgültige Positionierung der Füße

Selbst ein starkes, stranggepresstes Aluminiumprofil weist eine gewisse Elastizität auf, weshalb die Füße so positioniert werden, dass die Schiene bestmöglich abgestützt wird. Für eine hypothetisch ideale und geradlinige Schiene dieser Länge zeigen Modellberechnungen, dass die Füße am besten um die Positionen 435 mm bzw. 1465 mm auf der aufgedruckten Entfernungsskala der Schiene platziert werden. (Wenn die aktuelle Schiene eine leichte Netto-Krümmung aufweist, kann diese tatsächlich durch Anpassen des Abstands der Füße ausgeglichen werden.)

#### 3.3 Montage der Endhalter für Luftkissenbahn

Die beiden Endhalter 11202-15 werden mit einer Fingerschraube montiert, wie in der Abbildung 2 gezeigt.

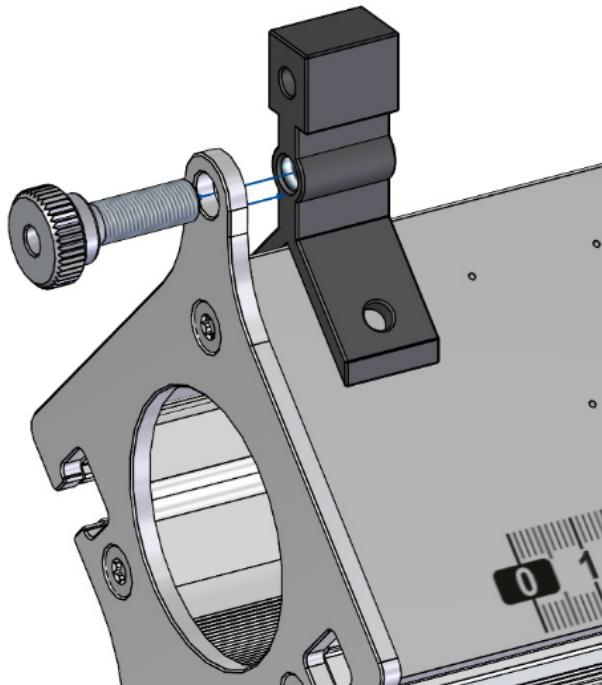


Abb. 2: Befestigung der Endhalter

#### 3.4 Aufstellen der Luftkissenbahn

Die Bahn wird auf einen stabilen Tisch gestellt.

Das Gebläse 13772-97 wird angeschlossen und es wird sichergestellt, dass der Schlauch nicht z. B. stark am Ende der Schiene (z. B. nach unten zum Boden) zieht. Stellen Sie einen Wagen mit 1 Gewicht auf jeder Seite in die Mitte der Schiene. Der Wagen muss nun mit Hilfe der Fingerschrauben am Querfuß horizontal ausgerichtet werden. Die Einstellung erfolgt visuell, wobei sicherzustellen ist, dass der Wagen so weit wie möglich still auf der Luftkissenbahn steht. Die Reibung ist so gering, dass der Wagen nur sehr selten vollständig zum Stillstand gebracht werden kann – die letzten mikroskopischen Unebenheiten spielen in der Praxis keine Rolle. Der Gebläsedruck wird so eingestellt, dass sich der Wagen sicher von der Schiene hebt und frei auf dem Luftkissen schwebt. Vermeiden Sie einen zu hohen Druck, da dies die ruhige Bewegung des Wagens beeinträchtigt.

Neben den zuvor beschriebenen Teilen für die feste Montage auf der Schiene sind 2 Schlitten 11202-02 sowie ein Kunststoffkoffer mit Kleinteilen 11202-01 im Lieferumfang enthalten. Die Wagen wiegen jeweils ca. 180 g und sind mit zwei Stahlstiften zur Platzierung von Gewichten ausgestattet. Dadurch kann die Masse um 100 g oder 200 g erhöht werden.

Der Wagen hat an den Enden 4-mm-Löcher zum Befestigen von Zubehörteilen. Diese Teile sind gleich schwer (10 g) und müssen aus Gründen der Balance immer jeweils eines an jedem Ende des Wagens angebracht werden.

Ein unausgewogener Wagen „surft“ auf der Schiene auf dem Luftstrom. Verwenden Sie vorzugsweise die unteren Löcher, da diese näher am Schwerpunkt des Wagens liegen.

##### *Schlitten 11202-02*

Schlitten zum Gleiten auf der Luftkissenbahn.

##### *Blende mit Stecker, l = 100 mm 11202-03*

Aufsteckbar auf Schlitten zur Unterbrechung von Lichtschranken und zur Steuerung elektronischer Zeitmessgeräte.

##### *Blende mit Stecker, l = 25 mm 11202-04*

Für Luftkissenbahnschlitten zur Unterbrechung einer Lichtschranke und zur Steuerung elektronischer Zählgeräte.

##### *Röhrchen mit Stecker 11202-05*

In Verbindung mit Nadel mit Stecker für inelastische Stöße auf der Rollenfahrbahn und der Luftkissenbahn.

##### *Nadel mit Stecker 11202-06*

Steckelement in Verbindung mit Röhrchen mit Stecker für inelastische Stöße auf der Rollenfahrbahn und der Luftkissenbahn.

##### *Haken mit Stecker 11202-07*

Steckelement zur Aufnahme eines Fadens mit Beschleunigungsmassen für einen Luftkissenbahnschlitten

##### *Gabel mit Stecker 11202-08*

Gabel mit 4 Schlitten zur Aufnahme von gespannten Gummibändern zum Katapultieren/Stoßen von Messwagen und Luftkissenbahnschlitten.

##### *Gummiband für Gabel mit Stecker 11202-09*

Gummibänder für Gabel / Startvorrichtung der Luftkissenbahn

##### *Platte mit Stecker 11202-10*

Steckelement in Verbindung mit Gabel mit Stecker für elastische Stöße auf der Rollenfahrbahn und der Luftkissenbahn.

### **Halter mit Stecker 11202-11**

Steckelement zum Fixieren eines Luftkissenbahnschlittens an der elektromagnetischen Startvorrichtung.

### **Startvorrichtung 11202-13**

Vorrichtung zum Starten von Schlitten auf der Luftkissenbahn. Für 3 unterschiedliche, reproduzierbare Startimpulse, auch für Schlittenfreigabe ohne Anfangsimpuls geeignet.

Wenn die Startvorrichtung verwendet werden soll, werden der Endhalter und die Schraube auf der Start-Seite entfernt (s. Abb. 2). An den Schlitten wird der Haltemagnet mit Stecker 11202-14 gesteckt. Je nach Verwendungszweck ist die Startvorrichtung auf die Bahn zu stellen und bis an das Endstück zu schieben. Hierbei gibt es zwei mögliche unterschiedliche Orientierungen, die sich im Auslösevorgang unterscheiden:

#### *Übertragung von Anfangsimpulsen auf den Schlitten.*

In diesem Fall muss der kolbenförmige Stößel 1 zur Fahrbahnmitte weisen. Der Stößel wird bis zu gewünschten Raststellung eingedrückt und der Schlitten mit aufgestecktem Haltemagnet an den Stößel angekoppelt. Der Schlitten kann nun durch Betätigen des Drahtauslösers gestartet werden. Bei Wiederholung des Experiments unter gleichen Bedingungen, d.h. bei gleicher Masse des Schlittens und gleicher Federvorspannung bzw. Raststellung, erhält man innerhalb enger Fehlertoleranzen die gleiche Anfangsgeschwindigkeit.

#### *Start eines Schlittens ohne Erteilung eines Anfangsimpulses.*

Soll der Schlitten mit Hilfe der Startvorrichtung freigegeben werden, ohne dass ihm ein Anfangsimpuls erteilt wird (z.B. bei Versuchen zur gleichförmig beschleunigten Bewegung), so ist die Startvorrichtung so auf die Luftkissenbahn zu montieren, dass der dem Stößel gegenüberliegende Rohrstutzen 2 zur Fahrbahnmitte weist. Der Stößel wird bis zur mittleren Raststellung eingedrückt und der Schlitten mit aufgestecktem Haltemagneten ganz an den Rohrstutzen heran geschoben. Zwischen dem ferromagnetischen Zylinder im Innern des Rohres der Startvorrichtung und dem Haltemagneten besteht in dieser Stellung nur ein sehr kleiner Luftspalt, so dass der Schlitten an der Startvorrichtung magnetisch fixiert ist. Die Haltekraft ist größer als 0,2 N, d.h. der Schlitten wird bei angehängten Beschleunigungsgewichten von bis zu 20g sicher festgehalten. Durch Betätigen des Auslösers springt der ferromagnetische Zylinder zurück in die Ausgangsstellung und gibt den Schlitten frei.

### **Haltemagnet mit Stecker 11202-14**

Magnetisches Steckelement zum Fixieren eines Luftkissenbahnschlittens oder Messwagen für Rollenfahrbahn an der mechanischen Startvorrichtung.

### **Endhalter für Luftkissenbahn 11202-15**

Endhalter im V-Profil aus Aluminium für Luftkissenbahn.

Hinweis: Falls die mechanische Startvorrichtung verwendet werden soll, so wird anstelle eines Endhalters diese Startvorrichtung auf die Luftkissenbahn gestellt.

### **Anschlag, verstellbar 11202-19**

Zum Eingrenzen der Weglänge auf der Luftkissenbahn.

### **Halter für Gabellichtschranke 11202-27**

Steckelement zum Fixieren eines Luftkissenbahnschlittens an der elektromagnetischen Startvorrichtung.

## **4 GERÄTELISTE**

### **4.1 Lieferumfang von 11202-18**

- 1x Luftkissenbahn,  $l = 2$  m
- 2x Schlitten
- 2x Anschlag
- 4x 50 g Gewicht
- Gewichtsteller mit 1x 10 g, 1x 5 g, 1x 2 g, 2x 1 g
- 3x Gabel mit Stecker inkl. Gummibänder
- 3x Platte mit Stecker
- 1x Röhrchen mit Stecker
- 1x Nadel mit Stecker
- 1x Haken mit Stecker
- 2x Blende mit Stecker 25 mm
- 1x Rolle

### **4.2 Lieferumfang von 11202-88**

- 1x Luftkissenbahn,  $l = 2$  m
- 1x Gebläse 230 V~/50 Hz inkl. Druckschlauch mit Endstutzen (1,5 m)
- 1x mechanische Startvorrichtung inkl. Haltemagnet mit Stecker
- 2x Schlitten
- 2x Anschlag
- 4x 50 g Gewicht
- Gewichtsteller mit 1x 10 g, 1x 5 g, 1x 2 g, 2x 1 g
- 3x Gabel mit Stecker inkl. Gummibänder
- 3x Platte mit Stecker
- 1x Röhrchen mit Stecker
- 1x Nadel mit Stecker
- 1x Haken mit Stecker
- 2x Blende mit Stecker 25 mm
- 1x Rolle
- 1x Plastilina, 10 Stangen
- 1x Bindfaden, Polyester, auf Röllchen,  $l = 200$  m

## **5 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 untenstehende 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