

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 EU-Rahmenrichtlinien



Abb. 1: Franck-Hertz-Betriebsgerät, USB 09106-99

INHALTSVERZEICHNIS

1 SICHERHEITSHINWEISE

2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

4 HANDHABUNG

5 BETRIEBSHINWEISE

6 TECHNISCHE DATEN

7 MATERIAL

8 GARANTIEHINWEIS

9 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.
- Achten Sie darauf, dass die auf dem Typenschild des Gerätes angegebene Netzspannung mit der Ihres Stromnetzes übereinstimmt.

- Das Gerät ist so aufzustellen, dass Netzschatzer bzw. Gerätestecker frei zugänglich sind. Die Lüftungsschlitz des Gerätes dürfen nicht abgedeckt werden.
- Achten Sie darauf, dass keine Flüssigkeiten oder Gegenstände in die Lüftungsschlitz des Gerätes gelangen.
- Das Gerät ist nur zum Betrieb in trockenen Räumen, die kein Explosionsrisiko aufweisen, vorgesehen.
- Das Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn Beschädigungen am Gerät oder Netzkabel sichtbar sind.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.
- Verwenden Sie immer nur das dem Gerät beigelegte oder ein gleichwertiges Netzkabel.

2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

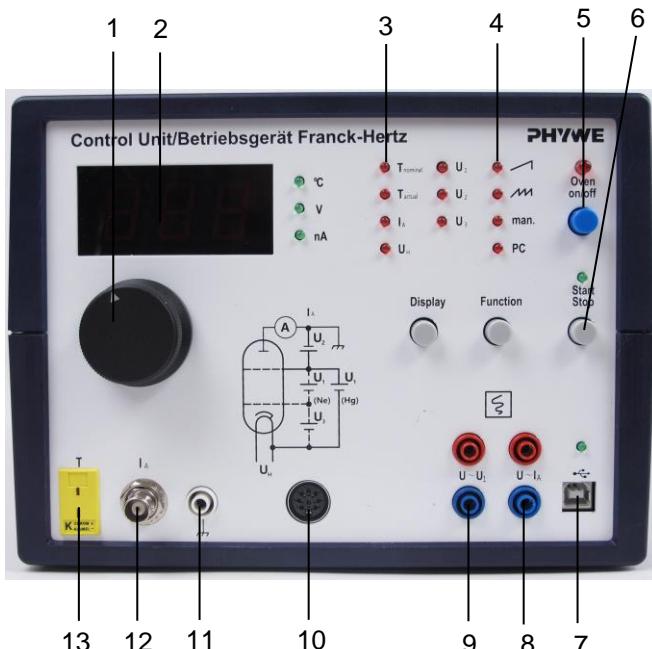
Das Franck-Hertz-Betriebsgerät ist ein speziell für die Erfordernisse der Physikausbildung in Schule und Hochschule entwickeltes Demonstrations- und Praktikumsgerät. Es dient zur Spannungsversorgung und Ansteuerung der angeschlossenen Hg- bzw. Ne-Röhre sowie zur Messung von Temperatur und Anodenstrom. Der Verlauf der Abhängigkeit des Anodenstroms von der angelegten Beschleunigungsspannung liefert den Nachweis der diskreten Energieabgabe freier Elektronen beim Zusammenstoß mit Hg- bzw. Ne-Atomen. Die Anregungsenergie dieser Atome lässt sich aus den aufgezeichneten Spektren bestimmen. Mit Hilfe des Franck-Hertz-Versuchs (nach James Franck und Gustav Hertz) von 1913/14 wurde das von Bohr postulierte Schalenmodell des Atoms experimentell bestätigt. Das Franck-Hertz-Betriebsgerät ist mit einer festen Betriebsspannung von 115 V oder 230 V (\pm Toleranz) zu versorgen. Der Anschluss über einen Stelltrafo ist nicht erlaubt. Aus dieser Versorgungsspannung erzeugt das Gerät die Beschleunigungsspannung U₁, die Gegenspannung U₂, die Steuerspannung U₃ (nur für Ne-Röhre)

und die Heizspannung U_H . All diese Spannungen sind nicht berührungsgefährlich und werden über ein 5-poliges Kabel an die Röhren angelegt. Die Kabel sind kodiert, wodurch das Betriebsgerät den Typ der angeschlossenen Röhre erkennt und die Grundeinstellungen vornimmt.

Alle einstellbaren und messbaren Observablen können mit Hilfe eines 3-stelligen LED-Displays angezeigt werden. Die Darstellung und Auswertung der Messwerte können alternativ manuell, mit Hilfe eines Oszilloskops oder über die USB-Schnittstelle mit Hilfe der Software Franck-Hertz-Experiment erfolgen.

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

3.1 Funktions- und Bedienelemente (Abb. 2)



1 Drehknopf
zur Einstellung von Temperatur ($T_{nom.}$) und Spannungen (U_H , U_1 , U_2 und U_3).

2 Dreistellige Digitalanzeige
zur wahlweisen Anzeige von Temperatur T , Anodenstrom I_a , Spannungen U_H , U_1 , U_2 und U_3 .

3 Tastschalter "Display"
zur Auswahl der in der Anzeige dargestellten Größe.

4 Tastschalter "Function"
zur Auswahl der Funktionen: "Rampe", "Sägezahn", "Manuelle Ansteuerung" oder "PC-Ansteuerung".

5 Tastschalter "Oven on/off"
zur Aktivierung der Heizung des Hg-Ofens.

6 Tastschalter "Start/Stop"
zur Aktivierung oder zum Beenden der Messung.

7 USB-Anschluss
zum Anschluss des Betriebsgerätes an den Computer.

8 4mm-Buchsen-Paar "U~ Ia "
Analog-Ausgang (Y): Spannung proportional zum Anodenstrom.

9 4mm-Buchsen-Paar "U~ U1"

Analog-Ausgang (X): Spannung proportional zur Beschleunigungsspannung U_1 .

10 DIN-Buchse

zur Spannungsversorgung (U_H , U_1 , U_2 und U_3) der angeschlossenen Röhre.

11 GND-Anschluss

12 BNC-Buchse " Ia "

Eingang zur Messung des Anodenstroms.

13 Temperaturreingang T

Thermoelement-Buchse, an die ein NiCr-Ni-Thermoelement mit DIN-Stecker (Typ K) angeschlossen werden kann.

14 Auf der Rückseite des Betriebsgerätes:

Schuko Steckdose zur Spannungsversorgung des temperaturgeregelten Franck-Hertz Ofens für die Hg-Röhre.

3.2 Inbetriebnahme

Das Betriebsgerät wird mit Hilfe der mitgelieferten Geräteanschlussleitung an das Wechselstromnetz (115 V oder 230 V) angeschlossen und durch den auf der Rückseite befindlichen Netzschatzler eingeschaltet. Die Hg- bzw. Ne-Röhre über 5-poliges Kabel und BNC-Kabel mit dem Betriebsgerät verbinden [Anschlüsse (9) und (11)]. Bei der Verbindung der Hg-Franck-Hertz Röhre ist darauf zu achten, dass die Beschriftungen der 4 mm-Stecker, mit denen die Buchsen auf der Platte übereinstimmen (siehe Abb. 1). Für den Betrieb der Hg-Röhre ist zusätzlich ein Temperatursensor (12) anzuschließen. Die Fühlspitze wird durch die Öffnung im Franck-Hertz Ofen geführt und in der Höhe der Röhren-Kathode positioniert. Des Weiteren ist der Ofen mittels der Anschlussleitung mit der Schuko Steckdose auf der Rückseite des Betriebsgerätes zu verbinden. Hierbei ist zu beachten, dass die Anschlussspannung des Ofens mit der örtlichen Netzspannung übereinstimmt. **Der seitlich am Ofen befindliche Drehknopf ist auf Maximum zu stellen.**

Hierdurch wird gewährleistet, dass der Bimetall Schalter im Ofen erst bei sehr hohen Temperaturen aktiviert wird und den Ofen abschaltet, und somit den Regelprozess nicht stört. Zur Erfassung und Darstellung der Messwerte die Ausgänge (7) und (8) an einen xyt-Schreiber oder an einem Oszilloskop anschließen. Für die Messung mit Hilfe eines Computers ist das Betriebsgerät über ein USB-Kabel mit der Schnittstelle zu verbinden.

3.2.1 Manuelle Versuchsdurchführung

Wenn der Auffängerstrom zu hoch ist (beim Zünden), dann wird die Messung durch das Franck-Hertz-Betriebsgerät nach 7 sec. unterbrochen, um die Röhre vor Beschädigungen zu schützen. Um das Zünden des Rohres zu vermeiden, verändere die Parameter U_2 , U_3 und U_H wie folgt: reduziere die Heizspannung U_H und reduziere U_3 .

Versuch mit Hg-Röhre

A) Komponenten (wie in 3.2 beschrieben) verbinden. Mittels Netzschatzler Betriebsgerät einschalten. In Abhängigkeit der angeschlossenen Röhre sind im Gerät Vorgabewerte aktiviert. So sind u.a. die Heizungs-Spannung U_H auf 6,3 V voreingestellt und der Bereich der Beschleunigungsspannung U_1 auf 60 V begrenzt.

B) Mit dem Tastschalter (2) und Drehknopf (13) die Parameter entsprechend des der Röhren beiliegenden Testreports einstellen.

- U3 ist für die Hg-Röhre nicht erforderlich

C) Mit dem Tastschalter (4) den Ofen einschalten. Die Ist-Temperatur "Tact." hat den Wert der Soll-Temperatur erst dann erreicht (Abweichung ca. $\pm 2^\circ\text{C}$), wenn die rote LED oberhalb des Tastschalters (4) nicht mehr blinkt.

D) Mit dem Tastschalter (3) "Manuell" einstellen. Mit dem Tastschalter (5) die Messung starten.

Versuch mit Ne-Röhre

Hier ist keine Heizung notwendig.

A) Komponenten (wie in 3.2 beschrieben) verbinden. Mittels Netzschatzter Betriebsgerät einschalten.

B) Mit dem Tastschalter (2) und Drehknopf (13) die Parameter entsprechend des der Röhren beiliegenden Testreports einstellen.

C) Mit dem Tastschalter (3) "Manuell" einstellen. Mit dem Tastschalter (5) die Messung starten. Ein typisches Bild der Leuchtschichten bei Ne-Rohr ist in Abb. 3 zu sehen. Die sichtbaren Leuchtschichten (Wellenlänge beträgt ca. 640 nm und entspricht etwa 2 eV) entstehen, wenn die durch Elektronenstöße angeregten Ne-Atome aus den 3p-Zuständen (ca. 19 eV) über die 3s-Zustände (ca. 17 eV) wieder in den Grundzustand übergehen.

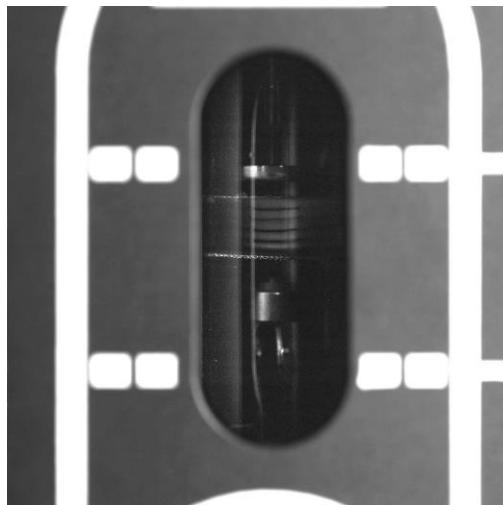


Abb. 3: Franck-Hertz-Betriebsgerät mit Ne-Röhre:
Fünf typische Leuchtschichten.

3.2.2 Versuchsdurchführung mit dem Oszilloskop

Versuch mit Hg-Röhre

A) Komponenten (wie in 3.2 beschrieben) verbinden. Mittels Netzschatzter Betriebsgerät einschalten.

B) Mit dem Tastschalter (2) und Drehknopf (13) die Parameter entsprechend des der Röhren beiliegenden Testreports einstellen.

- U3 ist für die Hg-Röhre nicht erforderlich

C) Mit dem Tastschalter (4) den Ofen einschalten. Die Soll-Temperatur ist erst dann erreicht, wenn die rote LED oberhalb des Tastschalters (4) nicht mehr blinkt.

D) Mit dem Tastschalter (3) "Sägezahn" einstellen. Ausgänge (7) und (8) mit dem Oszilloskop verbinden und am Oszilloskop den XY-Betriebsmode auswählen. Mit dem Tastschalter (5) die Messung starten. Die eingestellten Spannungen U1 und U2 werden im "Sägezahn"-Betrieb mit einer Frequenz von 28 Hz am Hg-Rohr angelegt. Ein dabei typisch entstehendes Franck-Hertz-Bild ist in Abb. 4 gezeigt.

Versuch mit Ne-Röhre

A) Komponenten (wie in 3.2 beschrieben) verbinden. Mittels Netzschatzter Betriebsgerät einschalten.

B) Mit dem Tastschalter (2) und Drehknopf (13) die Parameter entsprechend des der Röhren beiliegenden Testreports einstellen.

- die Soll-Temperatur nicht erforderlich;

C) Mit dem Tastschalter (3) "Sägezahn" einstellen. Ausgänge (7) und (8) mit dem Oszilloskop verbinden und am Oszilloskop den XY-Betriebsmode auswählen. Mit dem Tastschalter (5) die Messung starten. Sägezahnmessung könnte nach 7 sec. automatisch unterbrochen werden, um die Röhre vor Beschädigungen zu schützen, wenn zu hohe Ströme fließen. Die Messung kann dann mit Tastschalter (5) jederzeit wiederholt werden.

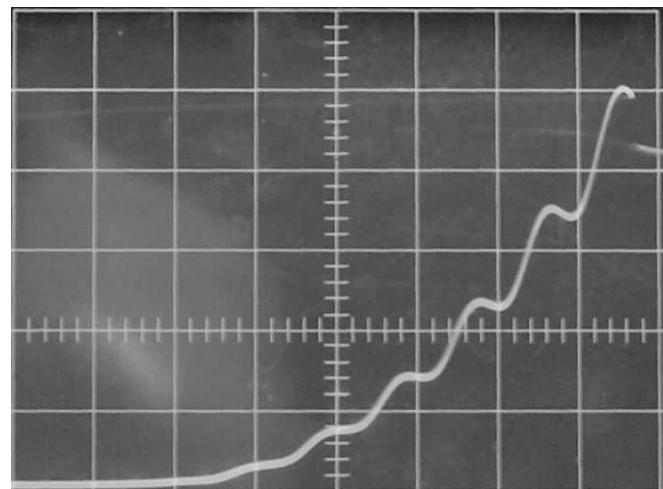


Abb. 4: Franck-Hertz-Experiment mit Hg-Röhre: Sägezahn-messung mit Oszilloskop.

3.2.3 Versuchsdurchführung mit dem Computer

Betriebsgerät über USB-Kabel an Computer anschließen. Die Software Die Software measure erlaubt die Ansteuerung des Betriebsgerätes, die Erfassung, Darstellung und Auswertung aller Messwerte. Zusätzliche externe Messgeräte sind nicht erforderlich.

A) Komponenten (wie in 3.2 beschrieben) verbinden (siehe Abb. 7). Mittels Netzschatzter Betriebsgerät einschalten. Mit dem Tastschalter (3) "PC" einstellen.

B) Die Software measure starten. Das Programm erkennt automatisch, ob ein Hg oder Ne-Rohr angeschlossen ist. Die notwendigen Parameter sind voreingestellt (siehe Abb. 8). Die Parameter in Abb. 8 sind typische Werte, mit denen eine Messkurve erfolgreich aufgenommen werden sollte. Wenn der Auffängerstrom zu hoch ist (beim Zünden), dann wird die Messung durch das Franck-Hertz-Betriebsgerät nach 7 sec. unterbrochen, um die Röhre vor Beschädigungen zu schützen. Um das Zünden des Rohres zu vermeiden, verändere die Parameter U2, U3 und UH wie folgt: reduziere die Heizspannung UH und reduziere U3.

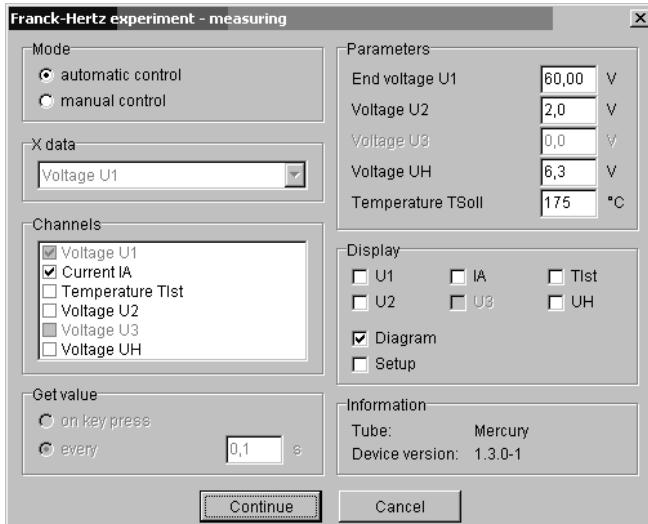


Abb. 5: Messparameter der Software measure

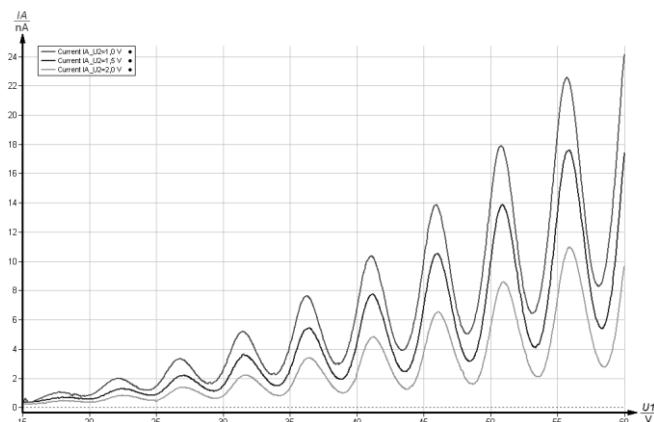


Abb. 6: Franck-Hertz-Kurve für Hg-Röhre für unterschiedliche Gegenspannungen U2.

C) Die Software erlaubt sowohl automatisch als auch manuell die Beschleunigungsspannung durchzufahren. Die Abbildung 9 zeigt drei Kurven, die bei unterschiedlichen Gegenspannungen U2 (= 1 V; 1,5 V; 2 V) aufgezeichnet wurden.

D) Aus den Abständen zwischen den Minima bestimmt man die Anregungsenergie der Quecksilber- bzw. Neon-Atome. Typischer Wert für Hg-Atome liegt bei 4,9 V; für Ne-Atome bei 17,2 V.

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 Sendefunkeinrichtungen, 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. elektromagnetische Phänomene (HF, Burst, indirekte Blitzentladungen usw.) kann das Gerät beeinflusst werden, sodass 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.

Bei Verwendung des Franck-Hertz Ofens 09105-93 ist die Betriebsanleitung dieses Gerätes zu beachten.

Achtung: Ein Sicherungswechsel darf nur im stromlosen Zustand (Netzstecker ziehen) erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass die Sicherungen (Werte siehe Typenschild) den jeweiligen Sicherungshaltern FU1 und FU2 zugeordnet werden. Sie dürfen auf keinen Fall verwechselt werden. Die defekte Sicherung kann nach dem Lösen der Sicherungskappe (leichte Linksdrehung) entnommen und durch eine neue Sicherung ersetzt werden.

6 TECHNISCHE DATEN

Betriebstemperaturbereich 5...40 °C,
Rel. Luftfeuchte < 80%

Eingänge

Temperatur T

NiCr-Ni-DIN-Buchse (Typ K)
Messbereich 0°C... 999°C
Auflösung 1°C

Strom IA

BNC-Buchse
Messbereich 0...50 nA
Auflösung 0,1 nA

Ausgänge

Analogausgang U~U1

4mm-Buchsen-Paar
Ausgangsspannung 0...10 V (10 V == 100 V)
Ausgangsstrom max. 10 mA

Analogausgang U~IA

4mm-Buchsen-Paar
Ausgangsspannung 0...10 V (10 V == 50 nA)
Ausgangsstrom max. 10 mA

Röhrenversorgung

DIN-Buchse

Spannung U1 0...99,9 V

Auflösung 0,1 V

Spannung U2 0...12 V

Auflösung 0,1 V

Spannung U3 0...6 V

Auflösung 0,1 V

Spannung UH 0...10 V

Auflösung 0,1 V

Ausgangsstrom max. 400 mA

Ofenversorgung

Schuko Steckdose Rückseite

Spannung entspricht der Netzanschlussspannung s.u.

Ausgangsleistung max. 600 VA

Datenausgang

USB-Buchse

Digital-Anzeige

Art der Anzeige 7-Segment-LED

Höhe der Zeichen 20 mm

Netzversorgung

Schutzklasse I

Anschlussspannung 115 V/230 V

(+6% / -10%)

Netzfrequenz 50/60 Hz

Leistungsaufnahme mit Ofen ca. 625 VA

Leistungsaufnahme mit

Neonröhre ca. 40 VA

Netzsicherung siehe Typenschild

(5 mm x 20 mm)

Gehäusemaße (mm) 230 x 236 x 168 (B, H, T)

Masse ca. 3,4 kg

7 MATERIAL

A. Franck-Hertz Experiment mit Hg-Röhre ohne PC

Franck-Hertz Betriebsgerät USB	09106-99
Franck-Hertz Hg-Röhre auf Platte	09105-10
Franck-Hertz Ofen	09105-93
NiCr-Ni Thermoelement	13615-01 bzw. 13615-02
5-Pin Verbindungskabel, für Hg-Röhre	09105-30
BNC-Kabel, l = 100 cm	07542-11

B. Franck-Hertz Experiment mit Ne-Röhre ohne PC

Franck-Hertz Betriebsgerät USB	09106-99
Franck-Hertz Ne-Röhre	09105-40
5-Pin Verbindungskabel, für Ne-Röhre	09105-50
BNC-Kabel, 75 cm	07542-11

C. Franck-Hertz Experiment mit PC

Wie in A. oder B. zusätzlich

Software measure	14522-61
------------------	----------

8 GARANTIEHINWEIS

Für das von uns gelieferte Gerät übernehmen wir innerhalb der EU eine Garantie von 24 Monaten, außerhalb der EU von 12 Monaten; sie umfasst nicht den natürlichen Verschleiß sowie Mängel, die durch unsachgemäße Behandlung entstehen. 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 hierfür ermächtigte Stellen ausgeführt werden.

9 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