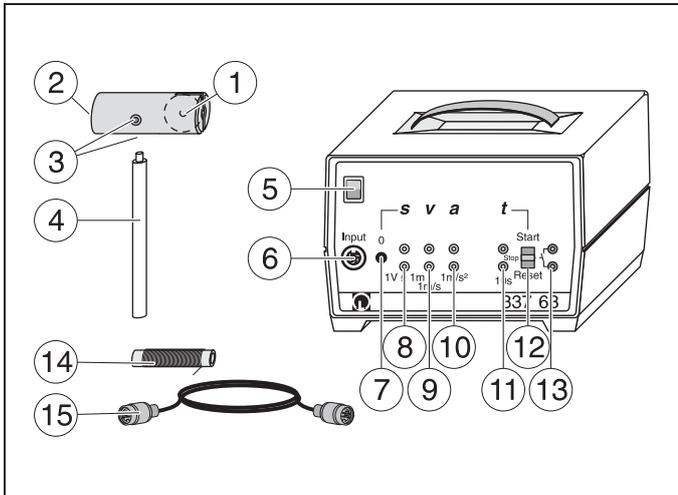


2/97-Di/Sf-



## Gebrauchsanweisung Instruction Sheet

337 63  
337 631

## Bewegungs-Meßwandler Meßwertaufnehmer Motion Transducer Motion Sensing Element

Fig. 1

Der Bewegungs-Meßwandler (337 63), der aus dem Meßwertaufnehmer (337 631) und dem Meßwertwandler besteht, setzt den Weg  $s$ , die Geschwindigkeit  $v$  und die Beschleunigung  $a$  eines bewegten Körpers in proportionale Spannungen um. Dadurch können die Momentanwerte der charakteristischen Größen einer Bewegung während ihres gesamten Verlaufs von analogen Spannungsmessern (Zeigerinstrument, Schreiber) vorzeichenrichtig angezeigt oder aufgezeichnet werden.

Die Größen  $s$ ,  $v$  und  $a$  können sowohl als Funktion der Zeit  $t$  als auch in ihrem funktionalen Zusammenhang untereinander untersucht werden. Eine eingebaute Zeitbasis ermöglicht den Einsatz von XY-Schreibern auch zur Registrierung zeitabhängiger Funktionen.

Für computerunterstütztes Experimentieren können die vom Meßwertaufnehmer (337 631) gelieferten digitalen Informationen über den Bewegungsablauf auch – ohne Wandlung in analoge Spannungen – über ein mit der BMW-Box (524 032) bestücktes CASSY-Interface (z.B. aus 524 007) in einen Computer eingespeist werden. Die Informationen werden über spezielle Software so verarbeitet, daß die Größen Weg, Zeit, Geschwindigkeit und Beschleunigung zahlenwert- und dimensionsrichtig angezeigt werden.

### Meßprinzip:

Die Bewegung eines Körpers wird im Meßwertaufnehmer (337 631) auf ein extrem reibungsarm laufendes Speichenrad übertragen, das mit 2 Miniaturlichtschranken abgetastet wird. In der Meßelektronik des Meßwertwandlers bzw. im Computer werden die Unterbrechungen der Lichtschranken als Information über den Bewegungsablauf gezählt und in eine wegproportionale Spannung umgesetzt bzw. (nach Verarbeitung der digitalen Signale im Computer) als Weg angezeigt. Die Geschwindigkeit ergibt sich aus der Zahl der Unterbrechungen pro Zeiteinheit, die Beschleunigung aus der zeitlichen Veränderung dieser Zählrate.

### Versuchsbeispiele:

- Lineare Bewegungen, z.B. auf der Luftkissen-Fahrbahn (337 50)
- Drehbewegungen, z.B. mit Drehsystem (347 23)
- Mechanische Schwingungen bis ca. 1 Hz, z.B. lineare Schwingungen von Feder- und Fadenpendel, harmonische und chaotische Drehschwingungen (z.B. mit Drehpendel 346 00)

### Literatur:

"Bewegungsmeßwandler" (337 641)  
"Experimentieren mit CASSY", Physik Teil 2 (524 131)  
Begleitheft zur CASSY-Software "Bewegungen, BMW" (524 701)

The motion transducer (337 63), which consists of the motion sensing element (337 631) and the measurement transducer, converts the path  $s$ , the velocity  $v$  and the acceleration  $a$  of a body in motion into proportional voltages. This enables the instantaneous values of the characteristic quantities of a motion to be displayed or recorded with the correct sign using analog voltage meters (pointer instruments, recorders).

The quantities  $s$ ,  $v$  and  $a$  can be investigated both as a function of the time  $t$  and in terms of their relationship to one another. A built-in time base makes possible the use of XY recorders for registering time-dependent functions as well.

For computer-assisted experimenting, the digital information regarding the course of the motion supplied by the motion sensing element (337 631) can be input into the computer via a CASSY-interface (e.g. from 524 007) equipped with the BMW-box (524 032) – without conversion to analog voltages. Using specially optimized software, the information is processed so that the quantities path, time, velocity and acceleration are displayed correctly in terms of numerical value and dimension.

### Measuring principle

The motion of a body is transmitted to the motion sensing element (337 631) via an extremely low-friction spoked wheel, which is scanned by two miniature light barriers. The obscurations of the light barriers are counted by the measuring electronics of the measurement transducer or by the computer as the measure of the motion and converted into a path-proportional voltage or (after processing of the digital signals in the computer) displayed as the path. The velocity is determined from the number of obscurations per unit of time, and the acceleration from the change in this counting rate over time.

### Experiment examples:

- Linear motions, e.g. on the linear air track (337 50)
- Rotational motions, with the rotation model (347 23)
- Mechanical oscillations up to approx. 1 Hz, e.g. linear oscillations of spring and string pendulums, harmonic and chaotic rotational oscillations (e.g. with the torsion pendulum 346 00)

### Literature:

"Motion Transducer" (337 641, in German)  
"Measuring and Evaluating", physics part 2 (524 131, in German)  
Manual for CASSY software "Motion, BMW" (524 702)

## 1 Sicherheitshinweise

- Bei einer Netzanschlußspannung von 115 V~ Meßwertwandler gemäß Abschnitt 4.2 umrüsten.
- Vor dem Öffnen des Gehäuses Netzstecker ziehen.
- Speichenrad ① höchstens mit 50 g belasten (unzulässig hohe Lagerreibung und vorzeitiger Verschleiß der Nadellauger bei höherer Belastung)
- Keine externen Spannungen an die Ausgänge ⑧ - ⑪ legen.
- Maximal zulässige Belastung von Unterbrecherbuchsenpaar ⑬; 24 V/1 A.

## 2 Lieferumfang, Beschreibung, technische Daten

- ① - ④ Meßwertaufnehmer (337 631)
- ① Speichenrad als Bewegungsaufnehmer; reibungsarm auf Spitzenlagern zwischen 2 Miniaturlichtschranken laufend; effektiver Durchmesser (Schnurrille): 29,3 mm  
Rollenersatzmasse: 1 g
- ② Anschlußbuchse für Verbindungskabel ⑮ (501 16) zum Meßwertwandler oder (bei Verarbeitung der vom Meßwertaufnehmer gelieferten digitalen Informationen in einem Computer) zur BMW-Box (524 032)
- ③ Gewindebohrungen zum Einschrauben der Stativstange ④
- ④ Stativstange (12 cm x 1 cm Ø), mit Gewinde für ③

Gehäuseabmessungen: 8 cm x 3 cm Ø

Masse: 0,15 kg

- ⑤ - ⑬ Meßwertwandler mit Meßelektronik, Spannungsversorgung für die Lichtschranken des Meßwertaufnehmers (337 631) und Zeitbasis zum Ansteuern eines XY-Schreibers
- ⑤ Ein-Aus-Schalter mit Betriebsanzeigeleuchte
- ⑥ Anschlußbuchse für Verbindungskabel ⑮ (501 16) zum Meßwertaufnehmer (337 631)
- ⑦ Rücksetztaste für s-Ausgang ⑧
- ⑧ - ⑪ Analogausgänge (kurzschlußfest) zum Anschluß von Spannungsmessern, Schreibern oder den Analogeingängen eines Interfaces (Computermeßplatz) untere Buchsen untereinander und mit Schutz Erde verbunden; Ansprechverzögerung < 0,2 s an ⑧ - ⑩; unverzögert an ⑪  
Fehler:  
maximal:  $\pm 2\%$   
typisch:  $\pm 1\%$
- ⑧ s-Ausgang mit wegproportionaler Spannung;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ m}$   
Meßbereich von  $-1,5 \text{ m}$  bis  $+2,5 \text{ m} \triangleq -1,5 \text{ V}$  bis  $+2,5 \text{ V}$   
Innenwiderstand:  $100 \Omega$   
Ortsauflösung: besser als 2 mm
- ⑨ v-Ausgang mit geschwindigkeitsproportionaler Spannung;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ m s}^{-1}$   
Meßbereich bis  $\pm 5 \text{ m s}^{-1} \triangleq \pm 5 \text{ V}$   
Innenwiderstand:  $100 \Omega$
- ⑩ a-Ausgang mit beschleunigungsproportionaler Spannung;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ ms}^{-2}$   
Meßbereich bis  $\pm 10 \text{ m s}^{-2} \triangleq \pm 10 \text{ V}$   
Innenwiderstand:  $100 \Omega$
- ⑪ t-Ausgang mit zeitproportionaler Spannung (Zeitbasis)  $0,1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ s}$   
Meßbereich bis  $120 \text{ s} \triangleq 12 \text{ V}$   
Innenwiderstand:  $1 \text{ k}\Omega \pm 5\%$
- ⑫ Steuerschalter für Zeitbasis ⑪ und Unterbrecherbuchsen ⑬  
Start: Spannung an Buchsenpaar ⑪ steigt mit  $0,1 \text{ V/s}$  an  
Stop: Spannung bleibt stehen  
Reset: Spannung bricht auf  $0 \text{ V}$  zusammen
- ⑬ Unterbrecherbuchsen, mit dem Steuerschalter ⑫ gekoppelt; zum Unterbrechen von Stromkreisen (z.B. mit Haltemagneten) synchron zum Start der Zeitbasis.  
Kontakt zwischen den Buchsen geschlossen bei Reset, offen bei Stop und Start.  
Maximal zulässige Belastung:  $24 \text{ V/1 A}$ .
- ⑭ Perlorgarn

## 1 Safety notes

- Convert the measurement transducer as described in section 4.2 before using with a supply voltage of  $115 \text{ V AC}$ .
- Always unplug the device before opening the housing.
- Do not place loads greater than 50 g on the spoked wheel ① (greater loads cause excessive bearing friction and premature wear of the needle bearing).
- Do not apply any external voltage to outputs ⑧ - ⑪.
- Maximum permissible load of interrupter socket pair ⑬;  $24 \text{ V/1 A}$ .

## 2 Scope of supply, description, technical data

- ① - ④ Motion sensing element (337 631)
- ① Spoked wheel as motion sensor; mounted on low-friction needle bearings between two miniature light barriers; effective diameter (thread groove): 29.3 mm  
Equivalent mass of pulley: 1 g
- ② Socket for multicore cable ⑮ (501 16) for connecting transducer or (when processing the digital information supplied by the motion sensing element in a computer) to the BMW-box (524 032)
- ③ Threaded holes for screwing in stand rod ④
- ④ Stand rod (12 cm x 1 cm dia.), with thread for ③

Housing dimensions: 8 cm x 3 cm dia.

Weight: 0.15 kg

- ⑤ - ⑬ Measurement transducer with measuring electronics, voltage supply for the light barriers of the motion sensing element (337 631) and time base for controlling an XY-recorder
- ⑤ On-off switch with indicator lamp
- ⑥ Socket for multicore cable ⑮ (501 16) for connecting motion sensing element (337 631)
- ⑦ Reset key for s-output ⑧
- ⑧ - ⑪ Analog outputs (short-circuit proof) for connecting voltmeters, recorders or the analog inputs of an interface device (computer measuring station)  
Bottom sockets connected to each other and protective earth;  
operate delay < 0.2 s at ⑧ - ⑩; undelayed at ⑪  
Error:  
maximum:  $\pm 2\%$   
typical:  $\pm 1\%$
- ⑧ s-output with path-proportional voltage;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ m}$   
Measuring range from  $-1.5 \text{ m}$  to  $+2.5 \text{ m} \triangleq -1.5 \text{ V}$  to  $+2.5 \text{ V}$   
Internal resistance:  $100 \Omega$   
Resolution: better than 2 mm
- ⑨ v-output with velocity-proportional voltage;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ m s}^{-1}$   
Measuring range up to  $\pm 5 \text{ m s}^{-1} \triangleq \pm 5 \text{ V}$   
Internal resistance:  $100 \Omega$
- ⑩ a-output with acceleration-proportional voltage;  $1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ ms}^{-2}$   
Measuring range up to  $\pm 10 \text{ m s}^{-2} \triangleq \pm 10 \text{ V}$   
Internal resistance:  $100 \Omega$
- ⑪ t-output with time-proportional voltage (time base)  $0.1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ s}$   
Measuring range to  $120 \text{ s} \triangleq 12 \text{ V}$   
Internal resistance:  $1 \text{ k}\Omega \pm 5\%$
- ⑫ Control switch for time base ⑪ and interrupter sockets ⑬  
Start: voltage at socket pair ⑪ increases by  $0.1 \text{ V/s}$   
Stop: voltage constant  
Reset: voltage drops to  $0 \text{ V}$
- ⑬ Interrupter sockets, coupled with control switch ⑫; for interrupting circuits (e.g. with holding magnet) synchronous with start of time base.  
Contact between the sockets closed at reset, open at stop and start.  
Maximum permissible load:  $24 \text{ V/1 A}$ .
- ⑭ Perlon thread

- ⑮ Verbindungskabel, 6-polig, 1,5 m (501 16) zum Anschluß des Meßwertaufnehmers an den Meßwertwandler oder an ein mit der BMW-Box (524 032) bestücktes CASSY-Interface (z.B. 524 007).

Auf der Gehäuse-Rückseite Steckerwanne mit integriertem Sicherungshalter für Primär- und Reservesicherung. Netzanschlußkabel und 2 Schmelzsicherungen (für Netzanschluß 115 V, s. Abschnitt 4.2) im Lieferumfang enthalten.

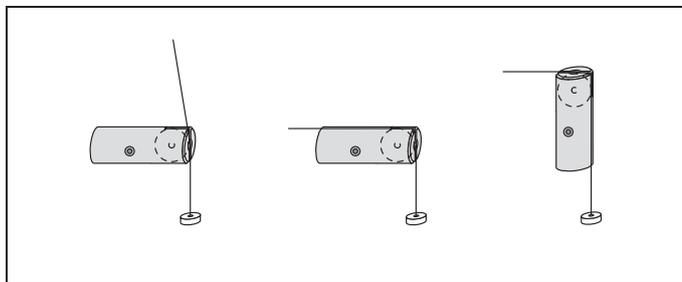
Im Gehäuse-Boden 2 ausklappbare Füße zum Neigen des Gerätes.

Netzanschlußspannung: 230 V~ (bei Lieferung eingestellt auf 115 V~ umrüstbar (s. Abschnitt 4.2)  
 Leistungsaufnahme: 6 VA  
 Abmessungen: 20 cm x 15 cm x 15 cm  
 Masse: 0,93 kg

Lieferumfang des Bewegungsmeßwandlers (337 63):

Meßwertaufnehmer (337 631) mit Meßwertwandler  
 Verbindungskabel, 6-polig, 1,5 m (501 16)

### 3 Bedienung



#### 3.1 Aufbau des Meßwertaufnehmers

Meßwertaufnehmer mit Staitmaterial so in die Versuchsanordnung einbauen, daß die Bewegung des Versuchskörpers über einen Faden ohne Schlupf auf das Speichenrad übertragen wird (Fig. 2.1 - 2.3);

Faden so führen, daß er in der Ebene der Schnurrille verläuft.

#### 3.2 Spannungsmessung an den Ausgängen des Meßwertwandlers (s. Fig. 3.1/4)

Um Meßfehler möglichst gering zu halten, Spannungsmesser mit hoher Genauigkeit (Klasse  $\leq 1,5$ ) und mit einem Innenwiderstand  $\geq 20 \text{ k}\Omega$  am s-, v- und a-Ausgang bzw.  $\geq 200 \text{ k}\Omega$  am t-Ausgang verwenden.

Empfehlenswerte Geräte:

AV-Meßgerät	531 94
oder	
Demo-Multimeter, Nullpunkt Mitte	531 915
oder	
Yt-Schreiber, 2-Kanal	575 712
oder	
XY-Yt-Schreiber SR 720	575 663
oder zur computerunterstützten Verarbeitung der Ausgangsspannungen des Meßwertwandlers	
CASSY-Interface, z.B.	
CASSYpack-E	aus 524 007
CASSY-Software	
- für DOS:	
Messen und Auswerten	524 111
- für Windows:	
Universelle Meßwerterfassung	525 031

- ⑮ Multicore cable, 6-pole, 1.5 m (501 16) for connecting the motion sensing element to the measurement transducer or to a CASSY-interface (e.g. 524 007) equipped with the BMW-box (524 032).

Appliance-plug connector on rear of device with integrated holder for primary and spare fuse. mains power lead and 2 fuses included in scope of supply (see section 4.2 for connection to mains voltage 115 V).

Two folding feet in bottom of housing for inclining the device.

Mains voltage: 230 V AC (set at factory), convertible to 115 V AC (see Section 4.2)  
 Power consumption: 6 VA  
 Dimensions: 20 cm x 15 cm x 15 cm  
 Weight: 0.93 kg

Scope of supply of motion transducer (337 63):

Motion sensing element (337 631) with measurement transducer  
 Multicore cable, 6-pole, 1.5 m (501 16)

### 3 Operation

#### 3.1 Setting up the motion sensing element

Use the stand material to set up the motion sensing element in the experiment arrangement so that the motion of the experiment body is transmitted with no slip via a thread to the spoked wheel (Fig. 2.1 - 2.3).

Lay the thread so that it runs in the plane of the thread groove.

#### 3.2 Measuring the voltage at the output of the measurement transducer (see Fig. 3.1/4)

In order to minimize measuring errors, use voltmeters with high accuracy ratings (class  $\leq 1.5$ ) and an internal resistance of  $\geq 20 \text{ k}\Omega$  at the s, v and a-outputs and  $\geq 200 \text{ k}\Omega$  at the t-output.

Recommended equipment:

AV-meter	531 94
or	
Demo-multimeter, zero point center	531 915
or	
Yt-recorder, 2-channel	575 712
or	
XY-Yt-recorder SR 720	575 663
or for computer-assisted processing of the output voltages of the measurement transducer	
CASSY-interface, e.g.	
CASSYpack-E	from 524 007
CASSY-Software	
- for DOS:	
Measuring and Evaluating	524 112
- for Windows:	
Universal Data Acquisition	525 032

### 3.3 Synchronisation zwischen dem Bewegungsbeginn und dem Start der Zeitbasis bei $t = 0$

Körper, dessen Bewegung untersucht werden soll, mit Haltemagnet (z.B. 336 21) halten, bei der Reset-Stellung von Schalter ⑫ über eine Spannungsquelle mit den Unterbrecherbuchsen ⑬ verbunden wird.

Zum Start von Bewegung und Zeitbasis (zeitproportionale Spannung an Buchsen ⑪) Schalter ⑫ **schnell** auf Start umschalten, da der Kurzschluß zwischen dem Unterbrecherbuchsenpaar ⑬ bereits in Stop-Stellung von Schalter ⑫ aufgehoben wird, die Zeitbasis jedoch erst mit Schalterstellung "Start" starten.

### 3.4 Ansprechverzögerung; Grenzen der Meßgenauigkeit

Einschwingzeit der Filter  $< 0,2$  s, d.h. bei sprunghafter Änderung der zu messenden Größe Änderung der zugehörigen Ausgangsspannung nach typisch  $0,1$  s.

Zeitbasis unverzögert.

Bei Geschwindigkeiten  $< 0,05$  m/s macht sich das digitale Meßprinzip durch Unruhigwerden des  $a(t)$ -Signals bemerkbar, bei  $v < 0,02$  m/s auch beim  $v(t)$ -Signal. Das  $a(t)$ -Signal zeigt infolge der Unwucht des Speichenrades ( $< 0,02$  mm) zusätzlich eine Welligkeit, die von der Geschwindigkeit abhängt und bei  $v \approx 0,5$  m/s eine maximale Amplitude von  $0,02$  m/s<sup>2</sup> erreichen kann.

Abhilfe:

- Verwendung eines RC-Gliedes ( $10$  k $\Omega$ ,  $10$   $\mu$ F) zwischen dem betreffenden Ausgang der Meßelektronik und Eingang des Schreibers. Vergrößerung der Einstellzeit durch die Signalberuhigung.
- Verwendung eines Demonstrations-Meßgerätes anstelle des Schreibers (bei zeitlich unveränderlichen Größen sinnvoll).

### 3.5 Verarbeitung der digitalen Ausgangssignale des Meßwertaufnehmers in einem Computer (s. Fig. 5)

Erforderliche Geräte:

CASSY-Interface, z.B. aus	
CASSYpack-E	524 007
BMW-Box	524 032
Verbindungskabel, 6-polig, 1,5 m	501 16
CASSY-Software	
- für DOS:	
Bewegungen (BMW)	524 701
- für Windows:	
Universelle Meßwerterfassung	525 031

Ausführliche Informationen mit Versuchsbeispielen im Begleitheft zur CASSY-Software "Bewegungen, BMW" (524 701) sowie in Versuchsbeispielen auf den Programmdisketten (524 701 und 525 032)

### 3.3 Synchronizing the start of the motion and the start of the time base at $t = 0$

Arrest the body whose motion is to be studied with a holding magnet (e.g. 336 21) which is connected to the interrupter sockets ⑬ via a voltage supply when switch ⑫ is in the reset position.

To start the motion and time base (time-proportional voltage at sockets ⑪) **quickly** set switch ⑫ to start; the connection across the interrupter socket pair ⑬ is interrupted when switch ⑫ is in the stop position, but the time base only starts at switch position "Start".

### 3.4 Operate delay; limits of measuring accuracy

Settling time of filters  $< 0.2$  s, i.e. for abrupt changes in the quantity to be measured the corresponding output voltage typically follows after  $0.1$  s.

Time base without delay

At velocities  $< 0.05$  m/s, the digital measuring principle becomes apparent through unevenness of the  $a(t)$ -signal, at  $v < 0.02$  m/s in the  $v(t)$ -signal as well. Due to the unbalance of the spoked wheel ( $< 0.02$  mm), the  $a(t)$ -signal additionally demonstrates a ripple, which is dependent on the velocity and can reach a maximum amplitude of  $0.02$  m/s<sup>2</sup> at  $v \approx 0.5$  m/s.

Solution:

- Connect an RC-element ( $10$  k $\Omega$ ,  $10$   $\mu$ F) between the respective output of the measuring electronics and the recorder input. This signal smoothing increases the settling time.
- Use a demonstration meter instead of the recorder (appropriate for quantities which do not change over time).

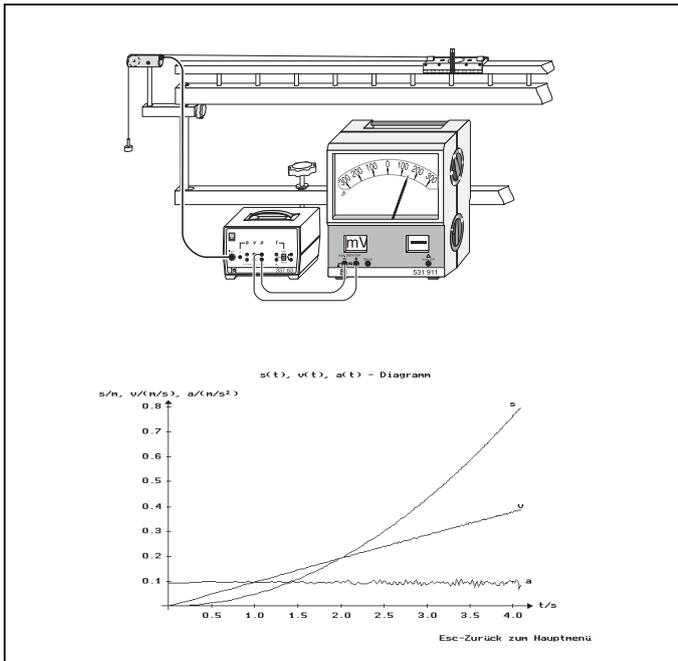
### 3.5 Processing the digital output signals of the motion sensing element in a computer (see Fig. 5)

Equipment required:

CASSY-interface, e.g. from	
CASSYpack-E	524 007
BMW-box	524 032
Multicore cable, 6-pole, 1.5 m	501 16
CASSY-software	
- for DOS:	
Motion (BMW)	524 702
- for Windows:	
Universal Data Acquisition	525 032

For detailed information with experiment examples, see the manual for the CASSY-software "Motion, BMW" (524 702) and the experiment examples contained on the program disks (524 702 and 525 032).

#### 4 Versuchsbeispiele



#### 4 Experiment examples

Fig. 3.1

Bewegung auf der Luftkissenfahrbahn (337 50)

Anzeige der charakteristischen Größen Weg  $s$ , Zeit  $t$ , Geschwindigkeit  $v$  und Beschleunigung  $a$  der Bewegung des Wagens mit einem Spannungsmesser, der an die Ausgänge des Meßwertwandlers (aus 337 63) angeschlossen wird (z.B.  $a = \text{const.}$  für die gleichförmig beschleunigte Bewegung)

Motion on the linear air track (337 50)

Display of the characteristic quantities path  $s$ , time  $t$ , velocity  $v$  and acceleration  $a$  of the motion of the trolley using a voltmeter connected to the outputs of the measurement transducer (from 337 63) (e.g.  $a = \text{const.}$  for uniformly accelerated motion)

Fig. 3.2

Computerunterstützte Verarbeitung der Signale des Meßwertaufnehmers (337 631) über das mit der BMW-Box (524 032) bestückte CASSY (z.B. aus 524 007) mit Online-Erfassung von  $s(t)$  sowie z. B. Darstellung von  $s(t)$ ,  $v(t)$  und  $a(t)$  in einem gemeinsamen Diagramm

Computer-assisted processing of signals from the motion sensing element (337 631) via a CASSY interface device (e.g. from 524 007) equipped with a BMW box (524 032): real-time registration of  $s(t)$  with e.g. display of  $s(t)$ ,  $v(t)$  and  $a(t)$  in a single diagram.

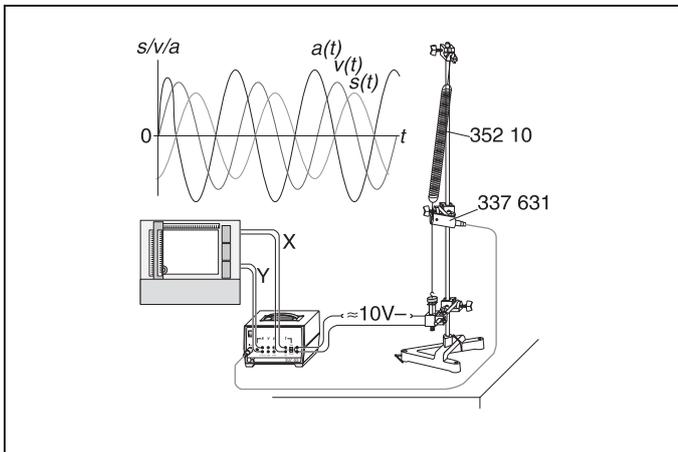


Fig. 4

Aufzeichnung der  $s(t)$ -,  $v(t)$ - und  $a(t)$ -Diagramme einer Schraubenfederschwingung mit einem XY-Schreiber unter Verwendung der Zeitbasis des Meßwertwandlers (aus 337 63)

Recording the  $s(t)$ -,  $v(t)$  and  $a(t)$  diagrams of the oscillation of a helical spring with an XY-recorder using the time base of the measurement transducer (from 337 63)

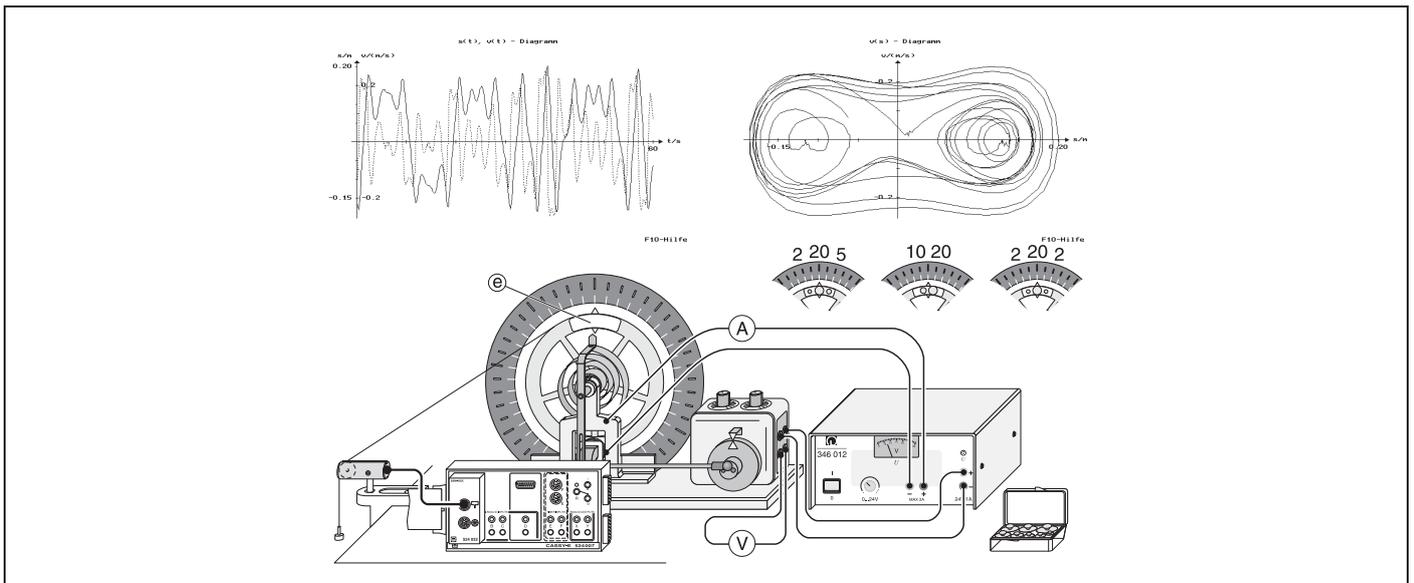


Fig. 5

Computerunterstützte Aufzeichnung von harmonischen und chaotischen Schwingungen des Drehpendels nach Pohl (346 00)  
Realisierung des für chaotische Schwingungszustände erforderlichen nicht-linearen Kraftfeldes durch asymmetrische Bestückung des Pendelkörpers mit Massestücken von 2 g bis 20 g (z.B. aus 590 27), die bei A mit doppelseitigen Klebeband befestigt werden.

Computer-assisted recording of harmonic and chaotic oscillations of the torsion balance (346 00)

Realizing the non-linear force field required for chaotic motion by asymmetrically attaching weights from 2 g to 20 g (e.g. from 590 27) to the pendulum body (e.g. from 530 27) to the pendulum body at the position A shown here using two-sided adhesive tape.

## 5 Sicherungstausch, Netzspannungsanpassung

### 5.1 Austausch der Primär-Sicherung

Einsatz (a) (mit Fassung für Primärschmelzsicherung (b) und Reservesicherung (c)) heraushebeln (Fig. 6.1).

Defekte Sicherung (b) entfernen und durch die auf richtigen Sicherungswert überprüfte Reservesicherung (c) ersetzen (Fig. 6.2).

Neue Sicherung (Wert siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite) als Reservesicherung (c) einsetzen und Einsatz (a) wieder einschieben.

### 5.2 Umrüsten eines Gerätes auf eine Netzspannung von 115 V

*Achtung! Netzstecker ziehen!*

Gehäuseschrauben (e) auf der Geräte-Unterseite mit einem Kreuzschlitzschraubendreher (Größe 2) lösen (Fig. 7.1).

Gerät stellen und Gehäuseoberschale (f) abziehen (Fig. 7.2).

Aus der blauen Steckfassung (g) am Transformator die für 230 V Netzspannung plazierte Leiterplatte (h) herausziehen (Fig. 7.3).

Platte (h) so drehen, daß der Aufdruck 110 V (für 115 V Netzspannung) links unten über der 1 auf der Steckleiste der Steckfassung (g) erscheint (Fig. 7.4).

Platte (h) einschieben und Gehäuse wieder zusammenschrauben.

Primärschmelzsicherung der veränderten Netzspannung anpassen (Wert siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite).

Austauschanleitung s. Abschnitt 4.1 (Fig. 6.1 und 6.2).

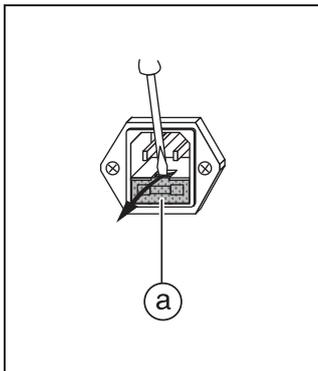


Fig. 6.1

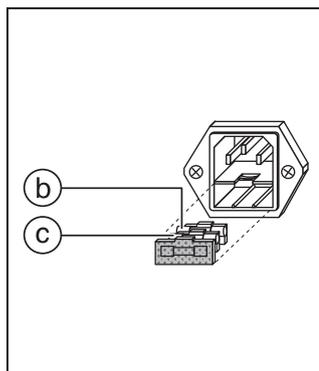


Fig. 6.2

## 5 Replacing the fuse, converting the mains voltage

### 6 Replacing the primary fuse

Pry out insert (a) with holder for primary fuse (b) and spare fuse (c) (Fig. 6.1).

Replace the defective fuse (b) using a new fuse (c) which has been checked for the correct rating (Fig. 6.2).

Insert the new spare fuse (see at fuse label on rear of device for fuserating) (c) and put the insert (a) back in the device.

### 6.1 Converting the device for operation with 115 V mains voltage

*Attention: always unplug the device first!*

Loosen housing screw (e) on the bottom of the device using a Philips screwdriver (size 2) (Fig. 7.1).

Turn the device right side up and remove the top housing section (f) (Fig. 7.2).

Remove the PC board (h) in the 230 V position from the blue slot (g) at the transformer (Fig. 7.3).

Turn the board (h) around so that the stamped designation "110 V" (for 115 V mains voltage) is at the bottom left above the "1" on the contact side of the plug-in slot (g) (Fig. 7.4).

Insert board (h) and screw the housing back together.

Insert the correct primary fuse for the new mains voltage (see at fuse label on rear of device for fuserating).

See section 4.1 (Fig. 6.1 and 6.2) for instructions on how to change the fuse.

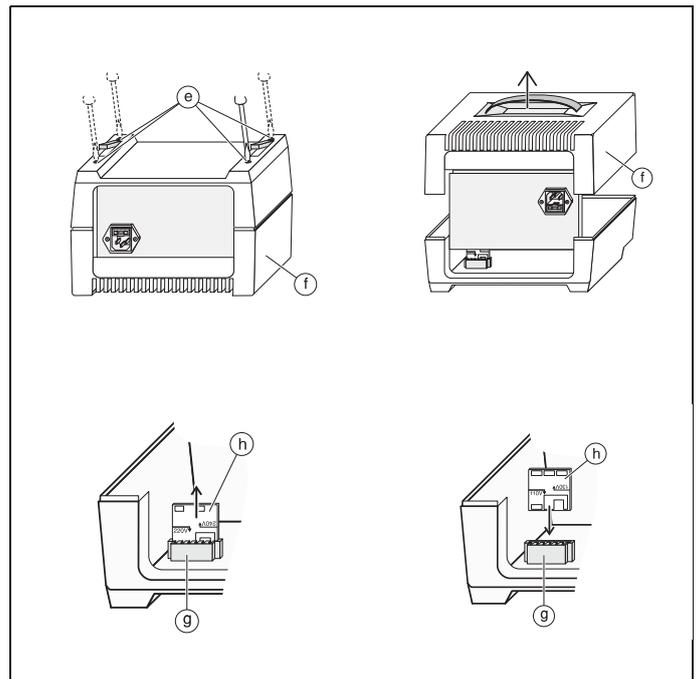


Fig. 7.1 - 7.4