

Montageanleitung

Mounting instructions

Dehnungsaufnehmer Strain Transducer

DD1



Deutsch	Seite	3 - 22
English	Page	23 - 42

Inhalt	Seite
Sicherheitshinweise	4
1 Lieferumfang	7
2 Aufbau des Grundgerätes	7
2.1 Anschliessen des Grundgerätes	8
2.2 Kabelverlängerung	10
2.3 Folgegeräte	10
2.4 Aufnehmerempfindlichkeit	10
2.5 Anwendung des Grundgerätes	11
3 Anklemm-Dehnungsaufnehmer	12
3.1 Zubehörsatz DD1/ZA und DD1/Z11	12
3.2 Zubehörsatz DD1/ZE	13
3.3 Bestimmen der tatsächlichen Messlänge l_0	16
3.4 Kalibrierung mit dem Anklemm-Dehnungsaufnehmer	18
4 Übersicht über die Zubehörsätze	20
5 Aufbewahrungskasten	20
6 Technische Daten Grundgerät	21
7 Abmessungen	22

Sicherheitshinweise

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Dehnungsaufnehmer Typenreihe DD1 sind für Dehnungsmessungen vorgesehen. Jeder darüber hinausgehende Gebrauch gilt als **nicht** bestimmungsgemäß.

Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes darf der Aufnehmer nur nach den Angaben in der Montageanleitung verwendet werden. Bei der Verwendung sind zusätzlich die für den jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Rechts- und Sicherheitsvorschriften zu beachten. Sinngemäß gilt dies auch bei Verwendung von Zubehör.

Der Aufnehmer ist kein Sicherheitselement im Sinne des bestimmungsgemäßen Gebrauchs. Der einwandfreie und sichere Betrieb dieses Aufnehmers setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Allgemeine Gefahren bei Nichtbeachten der Sicherheitshinweise

Die Dehnungsaufnehmer DD1 entsprechen dem Stand der Technik und sind betriebssicher.

Von den Aufnehmern können Restgefahren ausgehen, wenn sie von ungeschultem Personal unsachgemäß eingesetzt und bedient werden.

Jede Person, die mit Aufstellung, Inbetriebnahme, Wartung oder Reparatur eines Dehnungsaufnehmers beauftragt ist, muss die Montageanleitung und insbesondere die sicherheitstechnischen Hinweise gelesen und verstanden haben.

Restgefahren

Der Leistungs- und Lieferumfang des Aufnehmers deckt nur einen Teilbereich der Dehnungsmesstechnik ab. Sicherheitstechnische Belange der Dehnungsmesstechnik sind zusätzlich vom Anlagenplaner/Ausrüster/Betreiber so zu planen, zu realisieren und zu verantworten, dass Restgefahren minimiert werden. Jeweils existierende Vorschriften sind zu beachten.

In dieser Montageanleitung wird auf Restgefahren mit folgenden Symbolen hingewiesen:

Symbol:  **WARNUNG**


Bedeutung: **Möglicherweise gefährliche Situation**

Weist auf eine **mögliche** gefährliche Situation hin, die - wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden - Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge **haben kann**.

Symbol:  **ACHTUNG**

Bedeutung: **Gefährliche Situation**

Weist auf eine mögliche gefährliche Situation hin, die - wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden - Sachschaden, leichte oder mittlere Körperverletzung zur Folge **haben könnte**.

Symbol:  **HINWEIS**

Weist darauf hin, dass wichtige Informationen über das Produkt oder über die Handhabung des Produktes gegeben werden.

Symbol: 

Bedeutung: **CE-Kennzeichnung**

Mit der CE-Kennzeichnung garantiert der Hersteller, dass sein Produkt den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht (die Konformitätserklärung finden Sie unter <http://www.hbm.com/HBMdoc>).

Umbauten und Veränderungen

Der Aufnehmer darf ohne unsere ausdrückliche Zustimmung weder konstruktiv noch sicherheitstechnisch verändert werden. Jede Veränderung schließt eine Haftung unsererseits für daraus resultierende Schäden aus.

Qualifiziertes Personal

Dieses Gerät ist nur von qualifiziertem Personal ausschließlich entsprechend der technischen Daten in Zusammenhang mit den nachstehend ausgeführten Sicherheitsbestimmungen und Vorschriften einzusetzen. Hierbei sind zusätzlich die für den jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Rechts- und Sicherheitsvorschriften zu beachten. Sinngemäß gilt dies auch bei Verwendung von Zubehör.

Qualifiziertes Personal sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung und Betrieb des Produktes vertraut sind und die über die ihrer Tätigkeit entsprechende Qualifikationen verfügen.

Bedingungen am Aufstellungsort

Schützen Sie den Aufnehmer vor Feuchtigkeit oder Witterungseinflüssen wie beispielsweise Regen, Schnee usw.

Wartung

Der Dehnungsaufnehmer DD1 ist wartungsfrei.

1 Lieferumfang

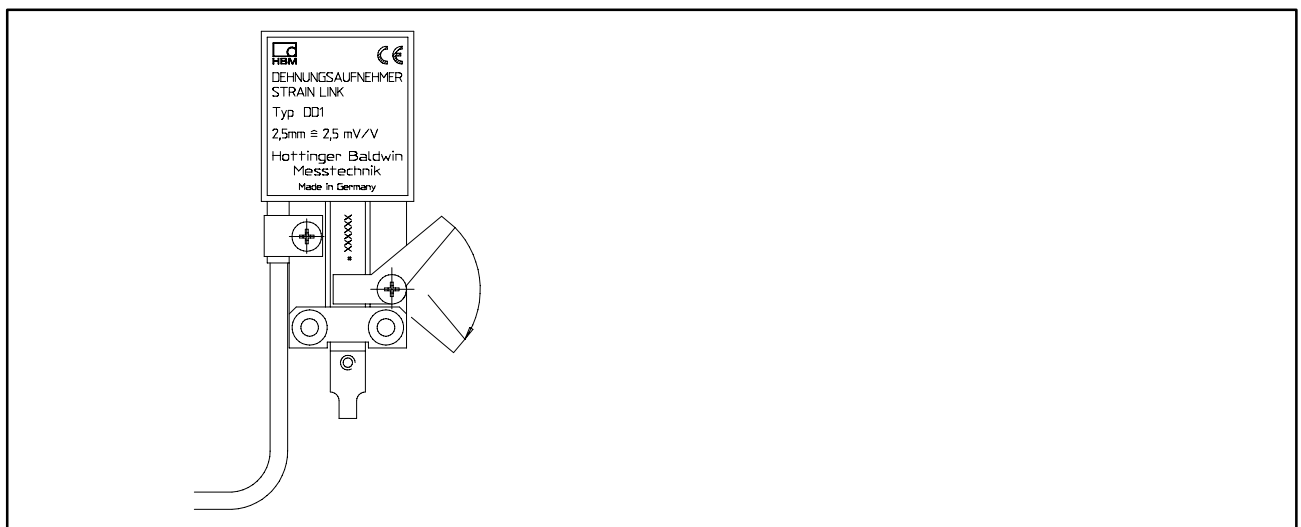
- 1 Grundgerät DD1
- 1 Bedienungsanleitung

Zubehör:

- Zubehörsatz DD1/ZA (Anklemm-Dehnungsaufnehmer)
- Zubehörsatz DD1/ZE (Satz Schnellspannvorrichtung)
- Zubehörsatz DD1/ZV11 (Satz Verlängerungen)

2 Aufbau des Grundgerätes

Das Grundgerät ist ein Wegaufnehmer, der die Verschiebung der Spitze einer Tastzunge in ein elektrisches Signal umformt. Die Umformung erfolgt mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen, die in einer Vollbrückenschaltung auf der Messzunge innerhalb des Gerätes angeordnet sind. Speziell entwickelte Dehnungsmessstreifen, Applikationstechnik, Kompensationsschaltung und Werkstoffauswahl garantieren hohe Genauigkeit und lange Lebensdauer des Gerätes.



Die Tastspitze kann Verschiebungen $s = \pm 2,5 \text{ mm}$ aufnehmen, beiderseitig angeordnete Anschläge bewahren die Messanordnung vor mechanischer Überlastung. Innerhalb der angegebenen Messwege wird die zu messende Verschiebung in ein proportionales elektrisches Signal umgeformt, wobei die Kennlinienabweichung geringer als 0,05 % vom Endwert ist.

Das Gerät ist mit dem zugehörigen Kabel so kalibriert, dass die Verschiebung von $s = 1 \text{ mm}$ der Zungenspitze am Ausgang des Gerätes ein Signal von 1 mV/V Speisespannung erzeugt. Dabei ergeben Verschiebungen in Richtung der Typenschildseite des Gerätes positive, in entgegengesetzter Richtung negative Signale.

Das Gerät ermöglicht statische und dynamische Messungen. Die obere Frequenzgrenze messbarer Vorgänge hängt im Einzelfall von der Gerätezusammensetzung, den Aufspannbedingungen und dem Betrag der Verschiebung ab. Unter günstigen Bedingungen sind 50 Hz erreichbar.

Das am Grundgerät befindliche vieradrig abgeschirmte Kabel ist leicht und biegeweich, um Rückwirkungen auf den Aufnehmer zu vermeiden. Das Kabel ist $1,5 \text{ m}$ lang und enthält an seinem freien Ende eine Kapsel mit Kalibrierwiderständen. **Diese Kapsel darf weder geöffnet noch abgetrennt werden**, um die Kalibrierung des Aufnehmers nicht zu zerstören.

Das aus der Kapsel ragende Kabelende hat offene Adern, an die ein beliebiger Stecker angeschlossen werden kann.

2.1 Anschliessen des Grundgerätes

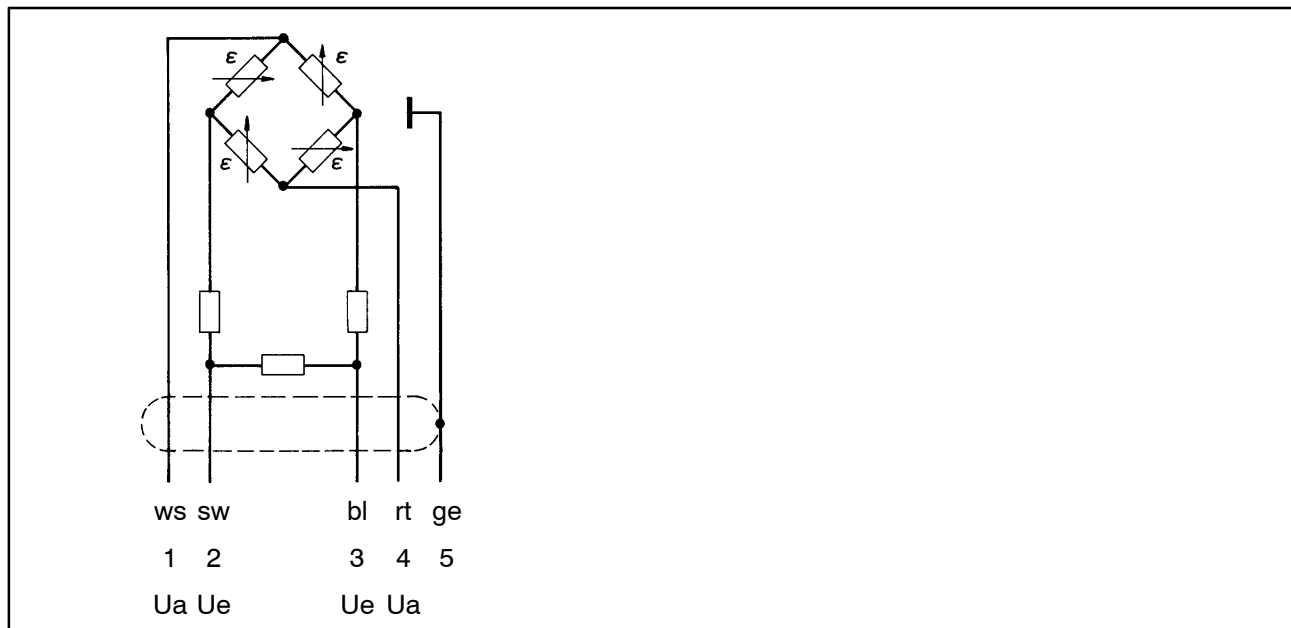


Abb. 2.1: Kabeladerbezeichnungen

Die Speisung des Aufnehmers erfolgt durch Anlegen der Speisespannung an die Adern 2 (schwarz) und 3 (blau), das Ausgangssignal des Aufnehmers liegt an den Kabeladern 1 (weiss) und 4 (rot).

Wird eine Messung mit zwei gleichzeitig betriebenen Geräten DD1 durchgeführt, wie z.B. bei dem unter Kap. 3.1 beschriebenen Fall zweier Anklemm-Dehnungsaufnehmer an einer Zugprobe, so bestehen verschiedene Schaltungsmöglichkeiten.

Die Aufnehmer können wechselseitig nacheinander auf einen Messkanal geschaltet werden, aber auch gemeinsam in Parallelschaltung (siehe Abb. 2.2) an einem Messkanal liegen. Die Parallelschaltung führt zur Mittelwertbildung aus den beiden Messwerten der zwei Aufnehmer. Man erreicht Parallelschaltung durch Verbinden der Anschlusskabeladern gleicher Farbe bzw. gleicher Zifferbezeichnung.

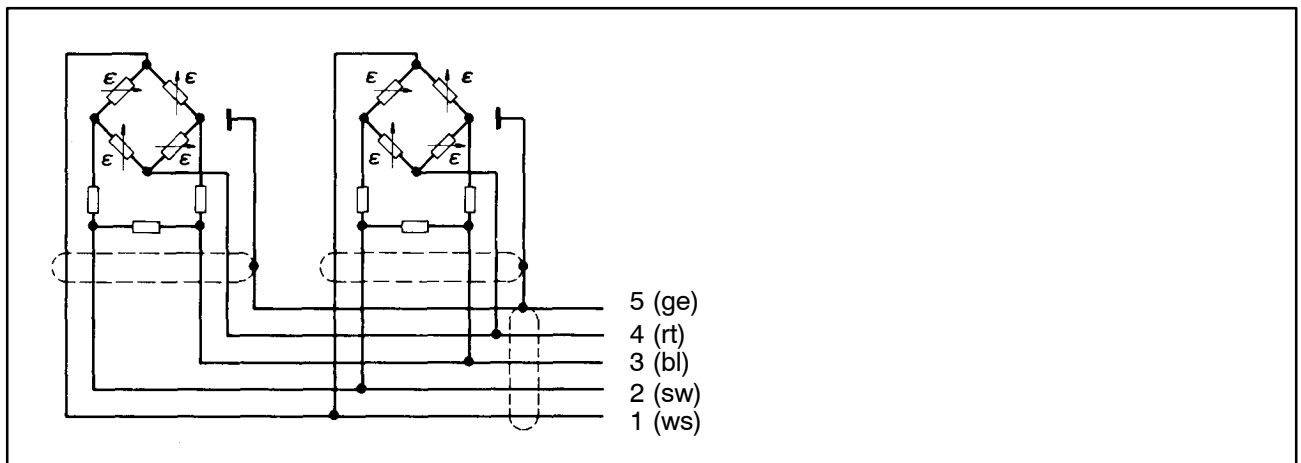


Abb. 2.2: Parallelschaltung zweier DD1

Speisespannung

Innerhalb des für die zulässigen Umgebungstemperaturen angegebenen Bereiches von $-10 \dots +60 \text{ °C}$ kann der Aufnehmer mit Speisespannungen bis zu 6 V betrieben werden, bei Raum- und tieferer Umgebungstemperatur können auch Speisespannungen bis zu 10 V angewendet werden.

Die Anwendung des Aufnehmers in Temperaturbereichen unterhalb -10 °C und oberhalb $+60 \text{ °C}$ sowie der Betrieb mit höherer Speisespannung ist unter gewissen Voraussetzungen möglich. Die Einzelheiten des geplanten Einsatzes sollten jedoch vorher mit dem Hersteller besprochen werden.

2.2 Kabelverlängerung

Wird durch besondere Umstände eine Verlängerung des Anschlusskabels erforderlich, so wird sich bei grossen Kabellängen eine Empfindlichkeitsänderung des Systems Aufnehmer plus Kabel einstellen. Bei Betrieb mit Gleichspannung ist diese Empfindlichkeitsänderung durch den ohmschen Kabelwiderstand verursacht, bei Trägerfrequenz kommt der Einfluss der Kapazität der Kabeladern zueinander und der Kabelasymmetrie hinzu. Bei grossen Kabellängen empfiehlt sich neben der Verwendung der HBM-Spezialkabel Kalibrierung der Messanordnung durch definierte Auslenkung der Zunge des Aufnehmers.

2.3 Folgegeräte

Der Aufnehmer DD1 kann mit allen für die Dehnungsmessstreifen-Technik üblichen Messverstärkern betrieben werden, dabei ist jedoch die Größe der anzulegenden Speisespannung zu beachten. So können sowohl Gleichspannungs- als auch Trägerfrequenz-Messverstärker verwendet werden.

2.4 Aufnehmerempfindlichkeit

Der Aufnehmer ist auf die Empfindlichkeit von 1 mV/V Speisespannung und je mm Messweg kalibriert:

$$1 \text{ mm Messweg} = 1 \text{ mV/V}$$

Diese Empfindlichkeit gilt für den gesamten Messbereich von $\pm 2,5$ mm Messweg mit der Unsicherheit $< 0,5$ %. Der angegebenen Empfindlichkeit liegt Speisung des Aufnehmers mit eingepprägter Spannung zugrunde (Innenwiderstand der Spannungsquelle $R_s = 0$).

Die Empfindlichkeit des DD1 bezieht sich auf die in Abb. 2.3 angegebene Kalibrierebene, der eine bestimmte Länge der Tastzunge zugeordnet ist. Alle serienmäßigen Zubehörteile sind im Hinblick auf die Kalibrierebene bemessen, bei der Befestigung der jeweiligen Tastspitzen an die Zunge ist zu beachten, dass diese fest an der Anschlagschulter der Zunge anliegen. Im Temperaturbereich $-10 \dots +60 \text{ °C}$ ist der Temperatureinfluss auf die Empfindlichkeit kompensiert.

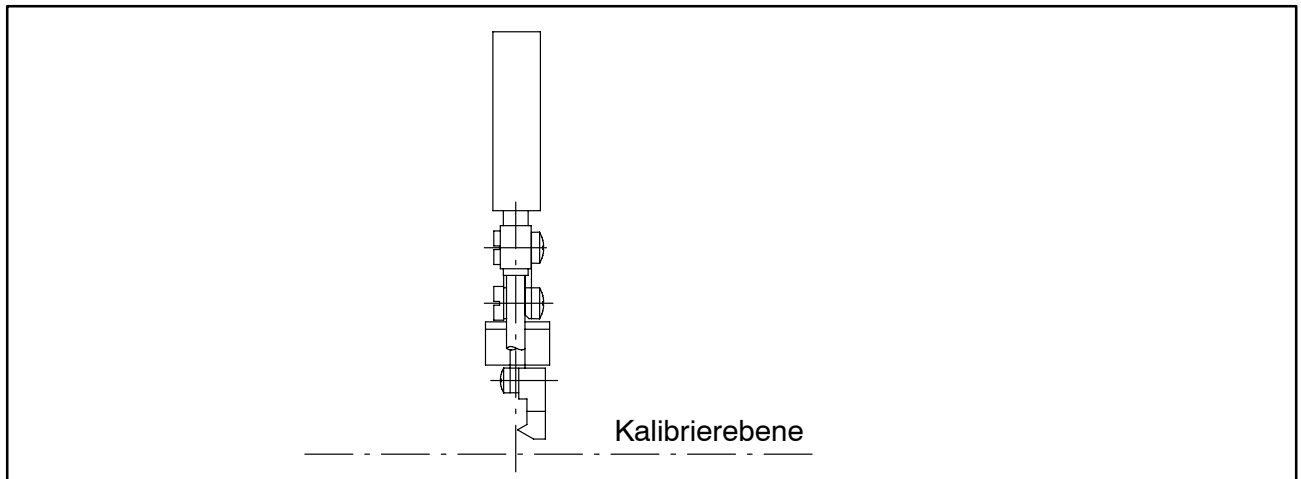
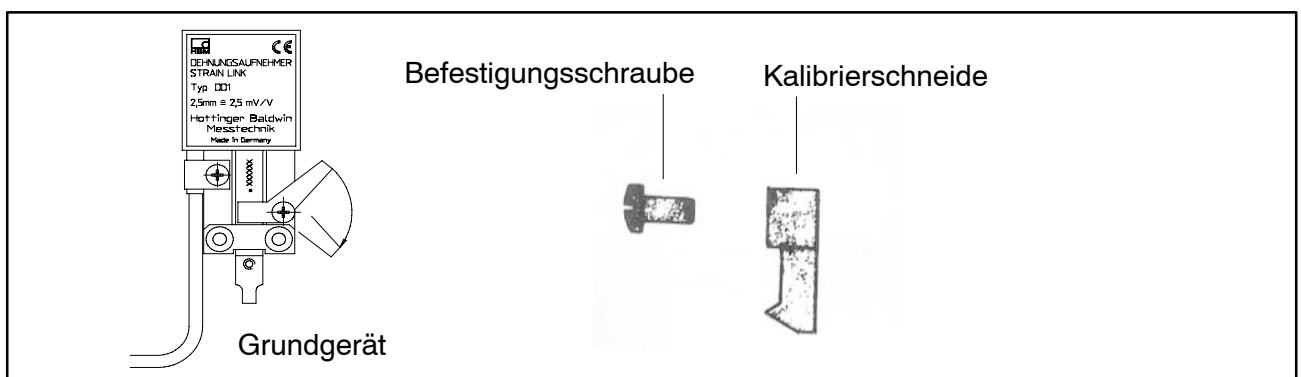


Abb. 2.3: Kalibrierebene

2.5 Anwendung des Grundgerätes

Zum Grundgerät DD1 gehören die Kalibrierschneide mit Befestigungsschraube. Mit diesen Teilen lässt sich das Grundgerät zur Messung der Abstandsänderung zweier Objekte verwenden, wobei die Verschiebung der Tastzunge ($s = \Delta L$) unmittelbar die Messgröße darstellt.

Mit den im folgenden beschriebenen Zubehörsätzen kann das Grundgerät DD1 als Anklemm-Dehnungsaufnehmer verwendet werden.



3 Anklemm-Dehnungsaufnehmer

Mit Hilfe der **Zubehörsätze DD1/ZA und DD 1/ZV11** wird das Grundgerät zum **Anklemm-Dehnungsaufnehmer**. Dieser Anklemm-Dehnungsaufnehmer kann an Rund- oder Flachproben aus Metall oder Kunststoff angebracht werden, wobei die Anklemmkraft des Messgerätes an die Probe durch die Befestigungsklammer feinfühlig einstellbar ist.

3.1 Zubehörsatz DD1/ZA und DD1/Z11

Der Zubehörsatz DD1/ZV11 umfasst Verlängerungsstücke und Befestigungsschrauben, die zum Ausbau des DD1 als Anklemm-Dehnungsaufnehmer neben dem Zubehörsatz DD1/ZA erforderlich sind. Die im Zubehörsatz DD1/ZV11 zusammengefassten Verlängerungsstücke sind aus ferritischem Stahl mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

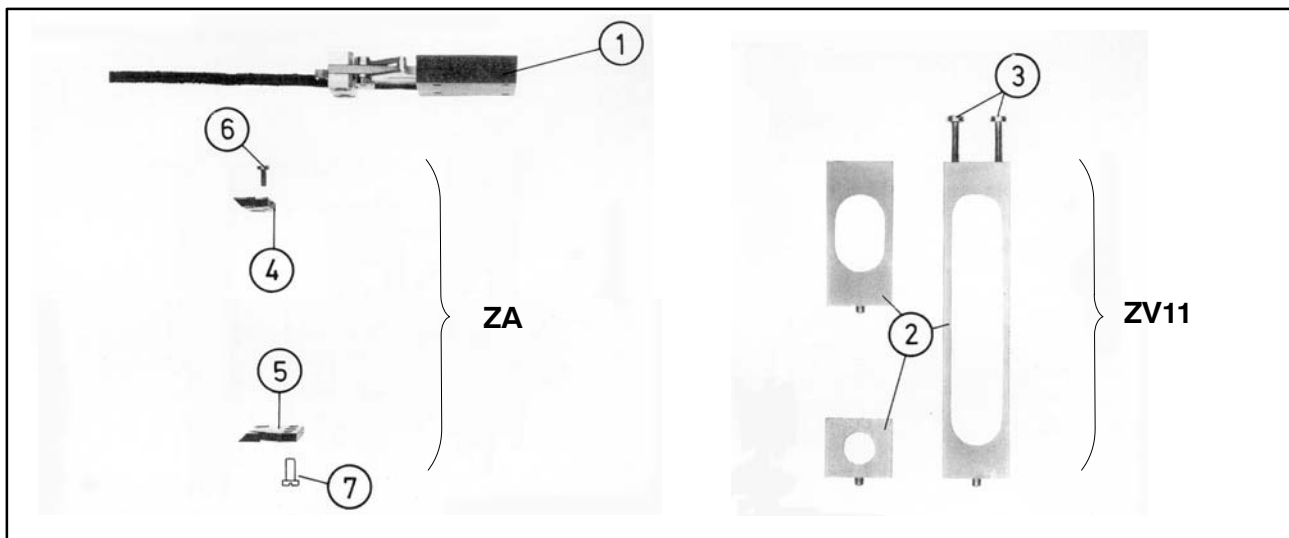


Abb. 3.1: DD1 mit Zubehörsatz DD1/ZA und DD1/ZV11

Teil Nr. in Abb. 3.1	Bezeichnung
1	DD1 Grundgerät
2	Drei Verlängerungsstücke für Nennmesslängen ($L_0 = 25, 50, 100 \text{ mm}$)
3	Zwei Befestigungsschrauben für Teil 2 an 1
4	Zungenschneide
5	Verlängerungsschneide
6	Befestigungsschraube für Teil 4 an 1
7	Zwei Befestigungsschrauben für Teil 5 an 2



Abb. 3.2: Zwei gegenüberliegend angeordnete Anklemm-Dehnungsaufnehmer DD1 ZA

3.2 Zubehörsatz DD1/ZE

Mit der **Schnellspannvorrichtung DD1/ZE** lässt sich der Anklemm-Dehnungsaufnehmer von Hand auf das Messobjekt klemmen, wobei die Klemmkraft mit zwei Rändelmuttern einstellbar ist. Die Schnellspannvorrichtung wird dort eingesetzt, wo häufiges und schnelles Wechseln des Prüflings erforderlich ist. Die Vorrichtung ist sowohl für ein als auch für zwei DD1-Grundgeräte verwendbar. Wird die Vorrichtung nur mit einem Aufnehmer DD1 benutzt, werden die beiden Rollenlager an die gegenüberliegende Verlängerung angeschraubt.

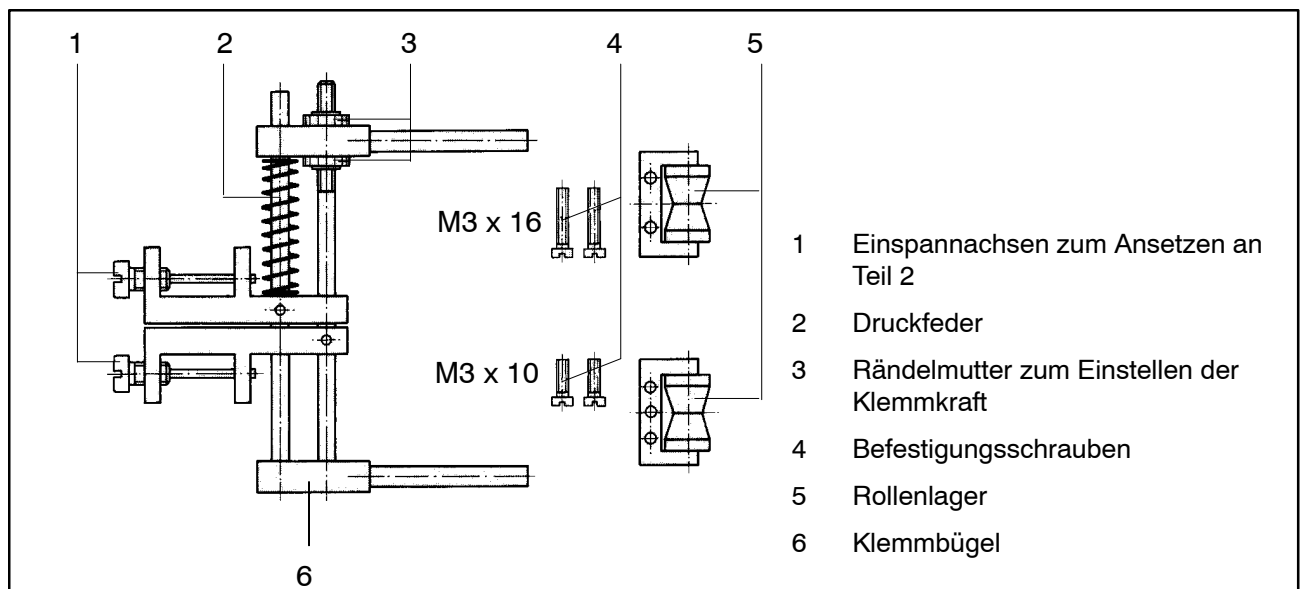


Abb. 3.3: Zwei gegenüberliegend angeordnete Anklemm-Dehnungsaufnehmer DD1/ZE

Maximaler Probendurchmesser bei
einem Aufnehmer DD1: 35 mm
zwei Aufnehmern DD1: 30 mm

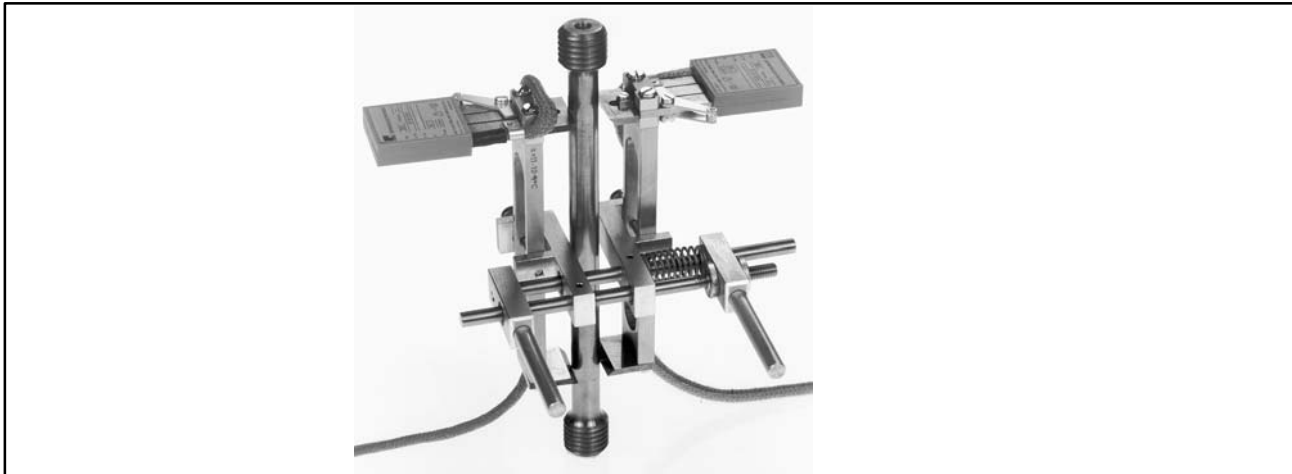


Abb. 3.4: Zwei gegenüberliegend angeordnete Anklemm-Dehnungsaufnehmer DD1 mit Schnellspannvorrichtung **DD1/ZE**

Wird die Schnellspannvorrichtung eingesetzt, so verringert sich der max. zulässige Probendurchmesser auf 20 mm.

Seine Hauptanwendung findet der Anklemm-Dehnungsaufnehmer als Dehnungsmessgerät bei Zugversuchen. Um dabei Verfälschungen der Messergebnisse durch am Zugstab angreifende Biegemomente auszuschalten, wird die Verwendung von zwei einander gegenüber an der Probe angeordneten Anklemm-Dehnungsaufnehmern empfohlen (Abb. 3.4).

Durch elektrische Messung der tatsächlichen Messlänge L_0 (die tatsächliche Messlänge L_0 kann nach dem Anklebmen gering von der Nennmesslänge abweichen, siehe Kap. 3.3) kann bei entsprechender Kalibrierung die Anzeige des Aufnehmersignals als Dehnung erfolgen.

Der Ankleb-Dehnungsaufnehmer erlaubt auch Verlängerungsmessungen. Als Nennmesslängen für den Ankleb-Dehnungsaufnehmer sind durch entsprechende Verlängerungsstücke $L_0 = 25, 50, 100$ mm vorgesehen, so dass sich durch den Messbereich $\Delta L = \pm 2,5$ mm des Grundgerätes die in Tabelle 2 angegebenen Dehnungsmessbereiche ergeben.

Nennmesslänge L_0 , in mm	Dehnungsmessbereich ε in $\mu\text{m/m}$
25	- 100000 + 100000
50	- 50000 + 50000
100	- 25000 + 25000

Tabelle 2: Dehnungsmessbereiche in Abhängigkeit von der Nennmesslänge L

Lenkt man die Messzunge beim Anklebmen des Aufnehmers an das Messobjektnehmer DD1 in der einen oder anderen Richtung bis zum Anschlag aus, so steht der gesamte Bereich von $\Delta L = + 5$ mm bzw. -5 mm zur Messung von Verlängerungen (Dehnungen) bzw. Verkürzungen (Stauchungen) zur Verfügung (zur Bestimmung der nunmehr verringerten Basislänge L_0 siehe Kap. 3.3.)

3.3 Bestimmen der tatsächlichen Messlänge l_0^*

Der Dehnungsaufnehmer DD1 nimmt die Verlängerung der tatsächlichen Messlänge l_0^* auf.

Mit der Beziehung $\varepsilon = \Delta l/l_0$ kann somit bei bekannter tatsächlicher Messlänge l_0^* die relative Dehnung bestimmt werden.

Die tatsächliche Messlänge l_0^* ist für jeden Anklemmfall am Prüfkörper verschieden und wird dementsprechend nur im Idealfall der Nennmesslänge l_0 genau entsprechen.

Zum Bestimmen von l_0^* wird im Zubehörsatz DD1/ZK ein Kalibrierstab mit drei definierten Messlängen für die Nennlängen 25, 50 und 100 mm geliefert. Die tatsächliche Messlänge l_0^* ist nach folgenden Punkten zu ermitteln:

1. Aufnehmer an Messverstärker anschliessen
2. Aufnehmerarretierung lösen
3. Aufnehmer an Kalibrierstab klemmen
4. Messkette auf Null abgleichen
5. Messverstärker kalibrieren ($\pm 1 \text{ mV/V1 mm}$)
6. Aufnehmer abnehmen, arretieren
7. Aufnehmer an Prüfkörper klemmen, Arretierung lösen
8. Das Ausgangssignal entspricht der Differenz zwischen Kalibrierlänge l_k und tatsächlicher Messlänge l_0^*

Die tatsächliche Messlänge l_0^* kann aus der Kalibrierlänge l_k und der oben genannten Differenz $l_k - l_0^*$ ermittelt werden.

Beispiel:

Verwendetes Verlängerungsstück Nennmesslänge $l_o = 50$ mm, Kalibrierlänge $l_k = 49,998$ mm (siehe Kalibrierstab), Messbereich 2 mV/V

$$2 \text{ mV/V} = 2 \text{ mm} = U_a = 10 \text{ V}$$

Differenzsignal (s. Pkt. 8) = + 0,4 V = Differenzlänge l_x

$$+10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 0,4 \text{ V} = l_x$$

$$l_x = 0,08 \text{ mm}$$

Damit lässt sich die *tatsächliche Messlänge* l_o^* ermitteln:

$$l_o^* = l_k + l_x = 49,998 \text{ mm} + (+ 0,08 \text{ mm})$$

$$l_o^* = 50,078 \text{ mm} = 0,050078 \text{ m}$$

Nach dem Ermitteln der tatsächlichen Messlänge l_o^* ist der Messverstärker elektrisch auf Null abzugleichen. Ausgehend von diesem elektrischen Nullpunkt lässt sich dann eine Längenänderung direkt bestimmen.

3.4 Kalibrierung mit dem Anklemm-Dehnungsaufnehmer

Nachfolgend kann dann die relative Dehnung ε in Bezug auf die tatsächliche Messlänge l_0^* ermittelt werden.

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^*$$

Beispiel: Der Messwert der Längenänderung beträgt + 2,67 V

$$+ 10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 2,67 \text{ V} = \Delta l$$

$$\Delta l = (+ 2,67 \text{ V} \times + 2 \text{ mm}) / + 10 \text{ V}$$

$$\Delta l = 0,534 \text{ mm} = 534 \mu\text{m}$$

Die absolute Längenänderung beträgt 534 μm . Die relative Dehnung folgt aus der Beziehung:

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^* = 534 \mu\text{m} / 0,050078 \text{ m} = 10663 \mu\text{m/m}$$

Diese Umrechnung kann entfallen, wenn der Messverstärker so kalibriert wird, dass eine ziffernrichtige Anzeige entsteht. Das Messsignal ist dann der relativen Dehnung direkt proportional. Dazu muss aber bei der Kalibrierung mit dem Kalibrierfaktor κ das Verhältnis l_0^*/l_0 berücksichtigt werden, indem bei der Ausgangssignalbewertung der Endwert des Kalibriersignals, mit κ multipliziert, eingestellt wird.

Beispiel:

Nennlänge $l_0 = 50 \text{ mm}$; tatsächliche Messlänge $l_0^* = 50,078 \text{ mm}$; eine relative Dehnung von z.B. 10000 $\mu\text{m/m}$ soll ziffernrichtig ausgegeben werden. Bei dieser Dehnung soll der Verstärker voll angesteuert sein ($U_a = 10 \text{ V}$).

$$\kappa = l_0^* / l_0 = 50,078 \text{ mm} / 50 \text{ mm} = 1,00156$$

10000 $\mu\text{m}/\text{m}$ sollen ziffernrichtig ausgegeben werden.

$$\Delta l = l_0 \times \varepsilon$$

$$\Delta l = 0,05 \text{ m} \times 10000 \mu\text{m}/\text{m} = 500 \mu\text{m}$$

Als Empfindlichkeit der Aufnehmer gilt:

$$1 \text{ mV}/\text{V} = 1000 \mu\text{m}$$

Aus dieser Beziehung folgt:

$$0,5 \text{ mV}/\text{V} = 500 \mu\text{m}$$

Bei anliegendem Kalibriersignal von 0,5 mV/V ist mit der Messbereichseinstellung die Ausgangsspannung 10 V mal κ einzustellen.

$$10 \text{ V} \times 1,00156 = 10,0156 \text{ V Ausgangssignal.}$$

Für das so bewertete Ausgangssignal gilt jetzt:

$$10 \text{ V} = 10000 \mu\text{m}/\text{m relative Dehnung}$$

4 Übersicht über die Zubehörsätze

Anwendung des DD1 als	Grundgerät DD1	ZV11 ¹⁾	ZA	ZE
Anklemm-Dehnungsaufnehmer	X	X	X	
Anklemmdehnungsaufnehmer beidseitig an Probe	XX	XX	XX	
Anklemm-Dehnungsaufnehmer mit Schnellspannvorrichtung, einseitig an Probe	X	XX	X	X
Anklemm-Dehnungsaufnehmer mit Schnellspannvorrichtung, beidseitig an Probe	XX	XX	XX	X

¹⁾ DD1/ZV 11: ferritischer Stahl mit $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
 α = Wärmeausdehnungskoeffizient

5 Aufbewahrungskasten

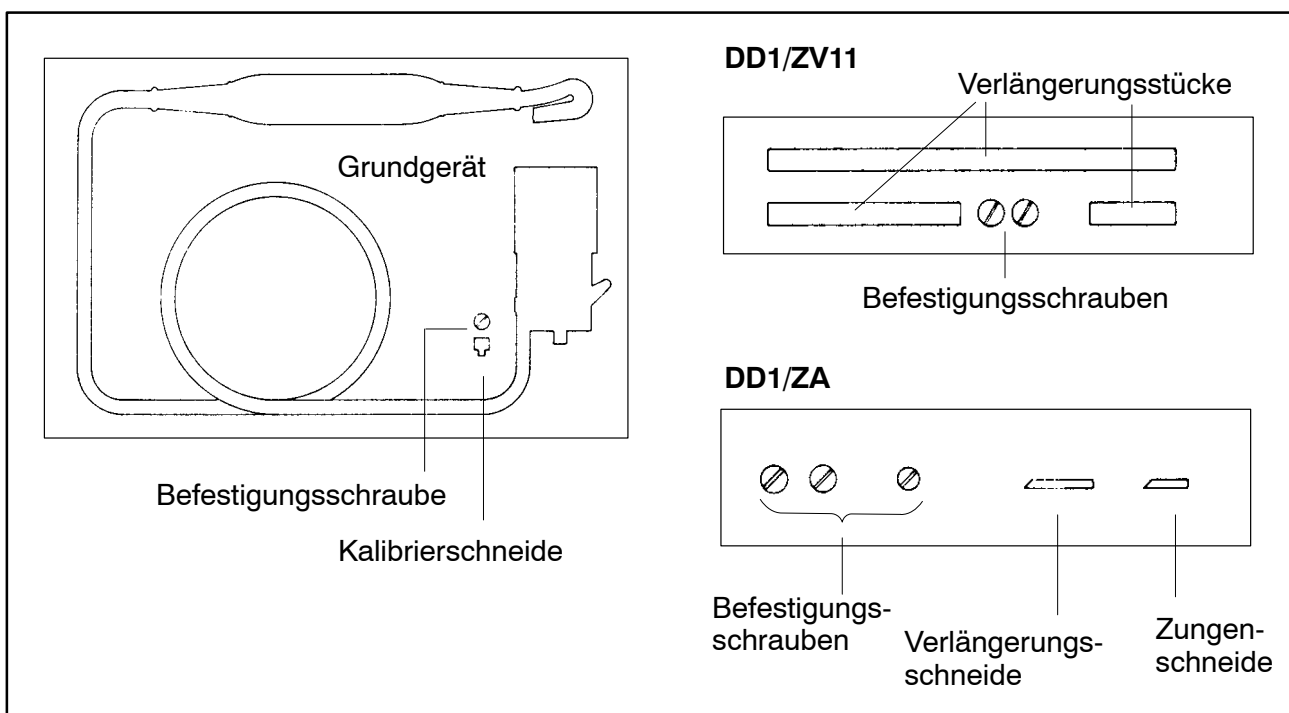


Abb. 5.1: Grundgerät und Zubehörsätze

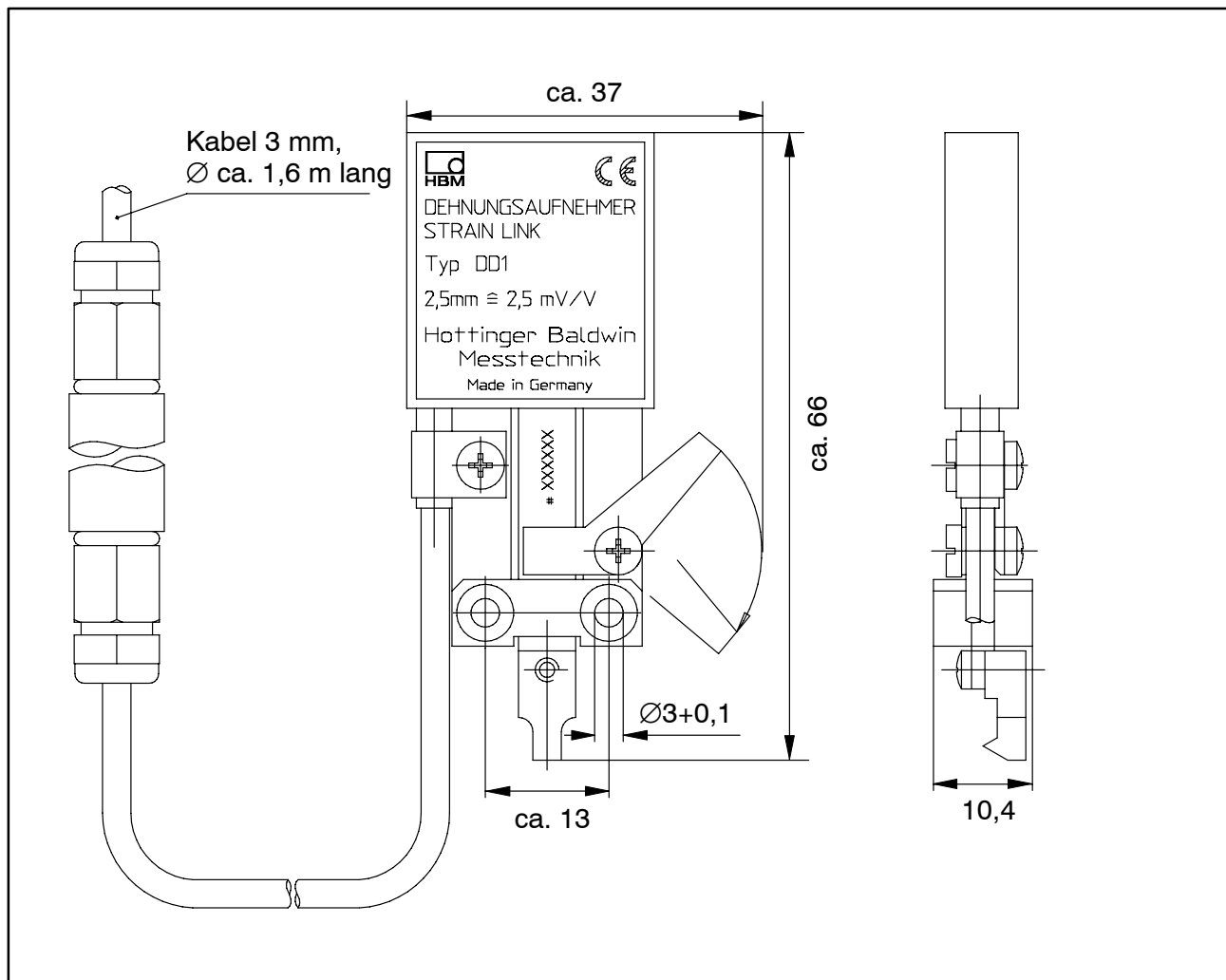
6 Technische Daten Grundgerät

Typ		DD1
Genauigkeitsklasse		0,1
Nennlängenänderung	mm	$\pm 2,5$
Nennkennwert (Nennausgangssignal bei Nennlängenänderung)	mV/V	$\pm 2,5$
Kennwerttoleranz (Abweichung des Kennwertes* vom Nennkennwert)	%	$\pm 0,5$
Temperatureinfluss pro 10 K im Nenntemperaturbereich auf den Kennwert, bezogen auf den Messwert auf das Nullsignal (bezogen auf den Nennkennwert)	% %	$< \pm 0,03$ $< 0,05$
Kennlinienabweichung (Linearitätsabweichung einschliesslich Hysterese)	%	$< \pm 0,05$
Elektrisches Messprinzip		DMS-Vollbrücke
Eingangswiderstand bei Referenztemperatur	Ω	350 ± 3
Nennbereich der Speisespannung bei Referenztemperatur	V	1...6
Gebrauchstemperaturbereich der Speisespannung	V	1...10
Federrate (Rückstellkraft der Messzunge)	N/mm	ca. 0,23
Referenztemperatur	$^{\circ}\text{C}$	23
Nenntemperaturbereich	$^{\circ}\text{C}$	-10...+60
Gebrauchstemperaturbereich**	$^{\circ}\text{C}$	-20...+70
Lagerungstemperaturbereich**	$^{\circ}\text{C}$	-50...+70
Kabellänge	m	1,5
Gewicht des Aufnehmers ohne Kabel	g	20

* Der Kennwert ist das tatsächliche Ausgangssignal bei Nennlängenänderung

** Wenn das Kabel nicht bewegt wird -200 $^{\circ}\text{C}$... +70 $^{\circ}\text{C}$

7 Abmessungen



Contents	Page
Safety instructions	24
8 Scope of supply	27
9 Structure of the basic unit	27
9.1 Connecting the basic unit	28
9.2 Cable extension	30
9.3 Downstream devices	30
9.4 Transducer sensitivity	30
9.5 Using the basic unit	31
10 Clamp-on strain transducer	32
10.1 Accessory kits DD1/ZA and DD1/Z11	32
10.2 Accessory kit DD1/ZE	33
10.3 Determining actual gage length l_0	36
10.4 Calibration with the clamp-on strain transducer	38
11 Introduction to the accessory kits	40
12 Containers	40
13 Basic unit specifications	41
14 Dimensions	42

Safety instructions

Use in accordance with the regulations

Series DD1 strain transducers are intended for strain measurements. Use for any additional purpose shall be deemed to be **not** in accordance with the regulations.

In the interests of safety, the transducer should only be operated as described in the Mounting Instructions. It is also essential to observe the appropriate legal and safety regulations for the application concerned during use. The same applies to the use of accessories.

The transducer is not a safety element within the meaning of its use as intended. Proper and safe operation of this transducer requires proper transportation, correct storage, assembly and mounting and careful operation and maintenance.

General dangers of failing to follow the safety instructions

DD1 strain transducer correspond to the state of the art and are fail-safe.

The transducers can give rise to remaining dangers if they are inappropriately installed and operated by untrained personnel.

Everyone involved with the installation, commissioning, maintenance or repair of an strain transducer must have read and understood the Mounting Instructions and in particular the technical safety instructions.

Remaining dangers

The scope of the features and components supplied with the transducer covers only a part of strain transducer technology. In addition, equipment planners, installers and operators must plan, carry out and accept responsibility for the safety engineering aspects of strain transducer technology in such a way that remaining dangers are kept to a minimum. Prevailing regulations must be complied with at all times.

In these mounting instructions remaining dangers are pointed out using the following symbols:

Symbol:  **WARNING**


Meaning: **Dangerous situation**

Warns of a **potentially** dangerous situation in which failure to comply with safety requirements **can result in** death or serious physical injury.


Symbol:  **CAUTION**

Meaning: **Potentially dangerous situation**

Warns of a **potentially** dangerous situation in which failure to comply with safety requirements **could result in** damage to property or some form of physical injury.

Symbol:  **NOTE**

Refers to the fact that important information is being given about the product or its use.

Symbol: 

Meaning: **CE mark**

The CE mark is the manufacturer's guarantee that his product meets the requirements of the relevant EC directives (the declaration of conformity is available at <http://www.hbm.com/HBMdoc>).

Conversions and modifications

The transducer must not be modified from the design or safety engineering point of view except with our express agreement. Any modification shall exclude all liability on our part for any damage resulting therefrom.

Qualified personnel

This instrument is only to be installed by qualified personnel strictly in accordance with the technical data and with the safety rules and regulations which follow. It is also essential to observe the appropriate legal and safety regulations for the application concerned. The same applies to the use of accessories.

Qualified personnel means persons entrusted with the installation, fitting, commissioning and operation of the product who possess the appropriate qualifications for their function.

Conditions on site

Protect the transducer from damp and weather influences such as rain, snow, etc.

Maintenance

The DD1 strain transducer is maintenance free.

8 Scope of supply

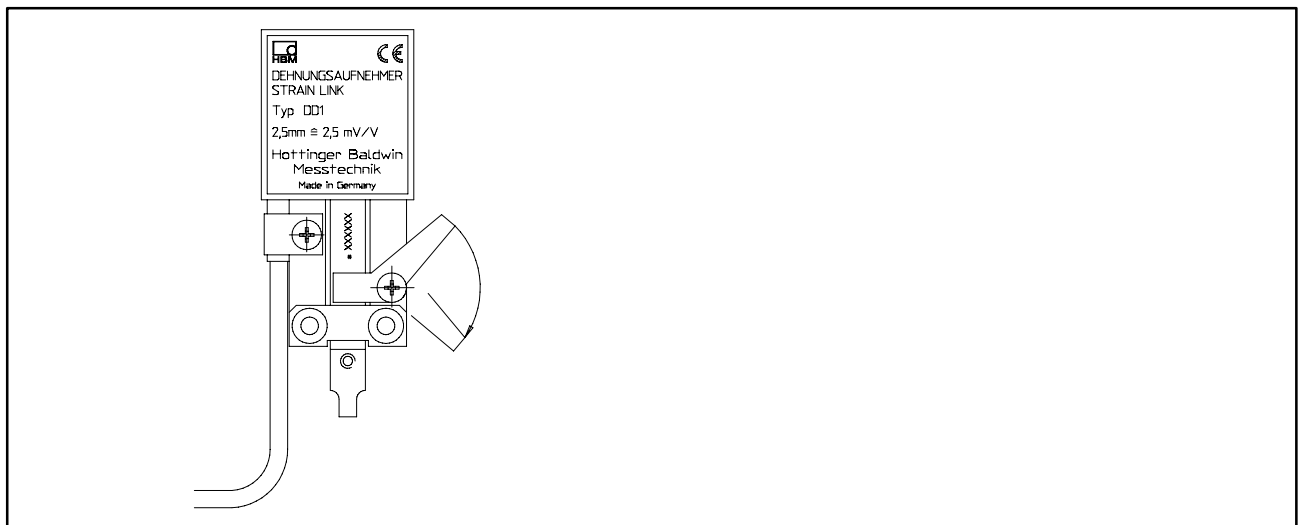
- 1 basic DD1 unit
- 1 Operating Manual

Accessories:

- Accessory kit DD1/ZA (clamp-on strain transducer)
- Accessory kit DD1/ZE (quick clamp set)
- Accessory kit DD1/ZV11 (extension set)

9 Structure of the basic unit

The basic unit is a displacement transducer which converts the movement of a probe tip into an electrical signal. Conversion is carried out with the aid of strain gages inside the unit, located in a full bridge circuit on the measuring probe tip. The specially developed strain gages, application technology, compensation circuit and choice of materials ensure that the unit will have great accuracy and a long service life.



The probe tip can accept displacements of $s = \pm 2.5$ mm. Stops located on either side protect the measurement configuration from mechanical overload. Within the specified displacement, a movement that requires to be measured is converted into a proportional electrical signal in which deviation from the characteristic curve is less than 0.05 % of full scale value.

The device complete with its normal cable is calibrated so that a displacement of the probe tip in which $s = 1 \text{ mm}$ generates an output signal from the device of 1 mV/V excitation voltage. Displacements in the direction of the identification plate side of the device result in positive signals and movements in the opposite direction give rise to negative signals.

The unit can be used for both static and dynamic measurement. The upper frequency limit for measurable events depends in each case on how the device is configured, the conditions under which it is mounted and the extent of the displacement. Under favourable conditions it is possible to reach 50 Hz . The four-wire shielded cable on the basic unit is light and flexible in order to protect the transducer from back effects. The cable is 1.5 metres long with a capsule at its unterminated end containing calibration resistors. **This capsule must be neither opened nor removed** in order not to ruin the calibration of the transducer.

The cable end coming from the capsule has unterminated wires to which any male connector of your choice can be fitted.

9.1 Connecting the basic unit

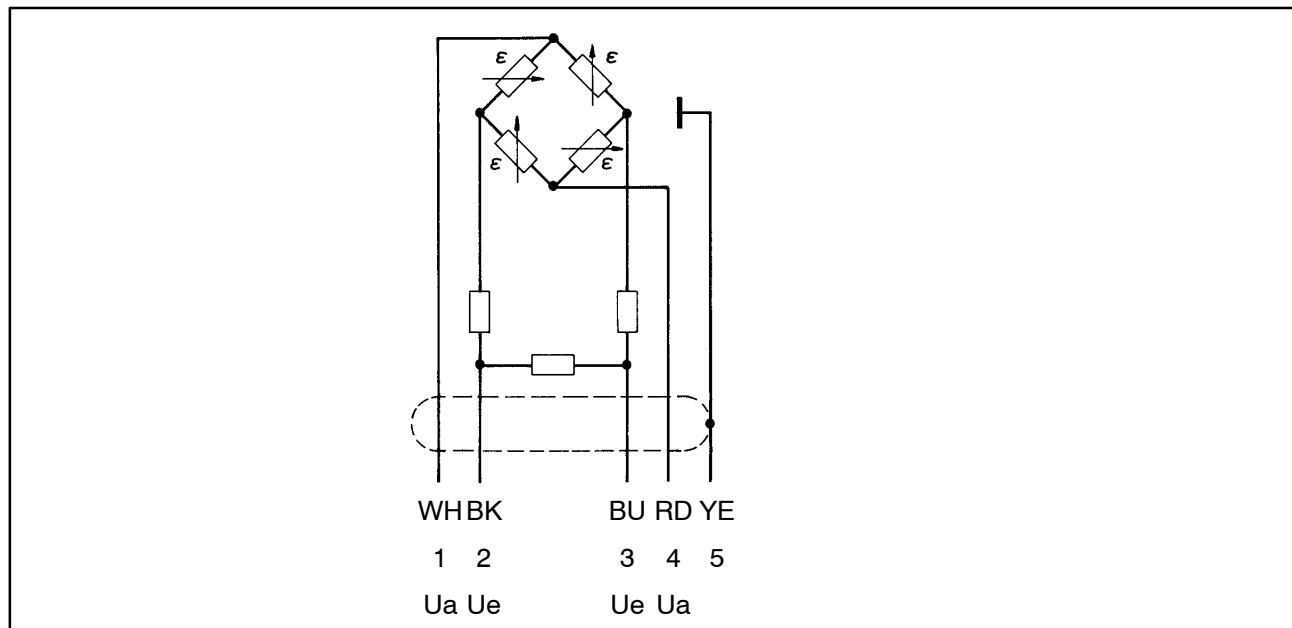


Fig. 2.4: Wire designations

Connect the transducer excitation voltage to wires 2 (black) and 3 (blue) and the transducer output signal to wires 1 (white) and 4 (red).

For measuring with two DD1 units simultaneously, as for instance in the case described in Chapter 3.1 involving two clamp-on strain transducer for one tensile test specimen, different wiring options exist.

The transducers can be connected two-way sequentially or jointly in parallel to a single measurement channel (see Fig. 2.2). Parallel connection is used for computing the mean value of both the measured values produced by the two transducers. To connect the transducers in parallel, link the cable wires having the same colour or designated number.

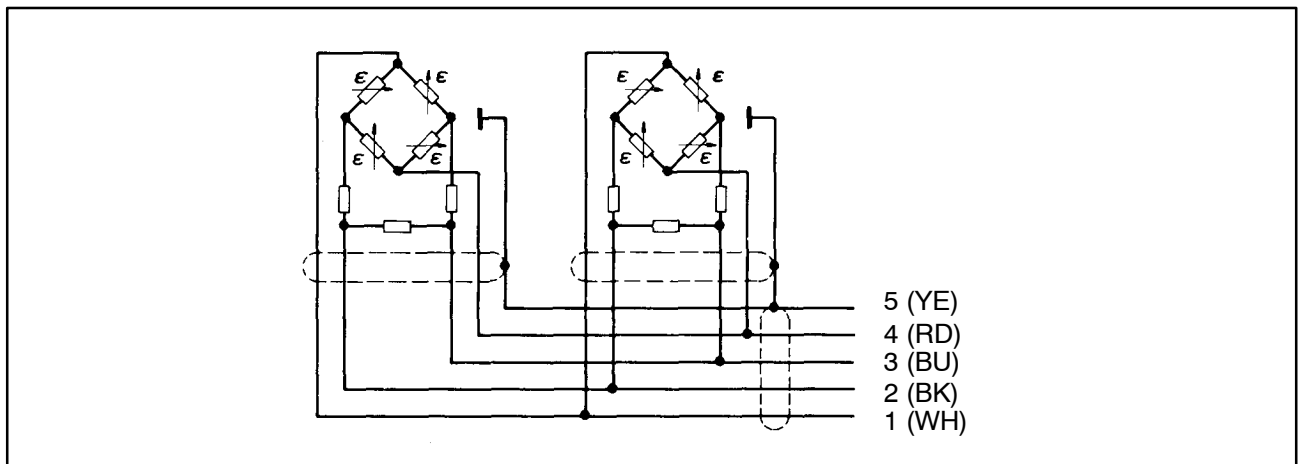


Fig. 2.5: Two DD1 units connected in parallel

Excitation voltage

Within the range specified for the permissible ambient temperature, i.e. -10 to $+60^{\circ}\text{C}$, the transducer can be operated with an excitation voltage of up to 6 V. At room temperature or less, an excitation voltage of up to 10 V can be used.

The transducer can be used at temperatures below -10°C or above $+60^{\circ}\text{C}$ and even operated using a higher excitation voltage, provided certain preconditions are met. However, the details of the planned application should be discussed with the manufacturer.

9.2 Cable extension

If special circumstances make it necessary to lengthen the connection cable, particularly long cables will alter the overall sensitivity of the transducer plus cable. When operating with DC voltage this sensitivity change is caused by ohmic cable resistance. When operating with carrier frequency the cause is the combined effect of capacitance in the cable wires and cable asymmetry. In the event of long cables it is advisable not only to use special cable from HBM but also to calibrate the measurement configuration using a defined deflection of the transducer probe.

9.3 Downstream devices

The DD1 transducer can be operated with all the measuring amplifiers commonly used in strain gage technology, but it is important to provide an excitation voltage of the correct value. Both DC voltage and carrier-frequency amplifiers can be used.

9.4 Transducer sensitivity

The transducer is calibrated to a sensitivity of 1 mV/V of excitation voltage and per mm of displacement:

$$1 \text{ mm of displacement} = 1 \text{ mV/V}$$

This sensitivity applies to the whole measuring range of ± 2.5 mm displacement with an uncertainty of < 0.5 %. The specified sensitivity assumes transducer excitation with impressed voltage (internal resistance of voltage source $R_s = 0$).

The sensitivity of the DD1 refers to the calibration level specified in Fig. 2.3, to which a specific test probe length is assigned. All volume-built accessories are dimensioned by reference to the calibration level. When fastening the respective probe tips to the probe ensure that they are firmly attached to the stop collar on the probe.

In the temperature range -10 to + 60 °C the effect of temperature on the sensitivity is corrected.

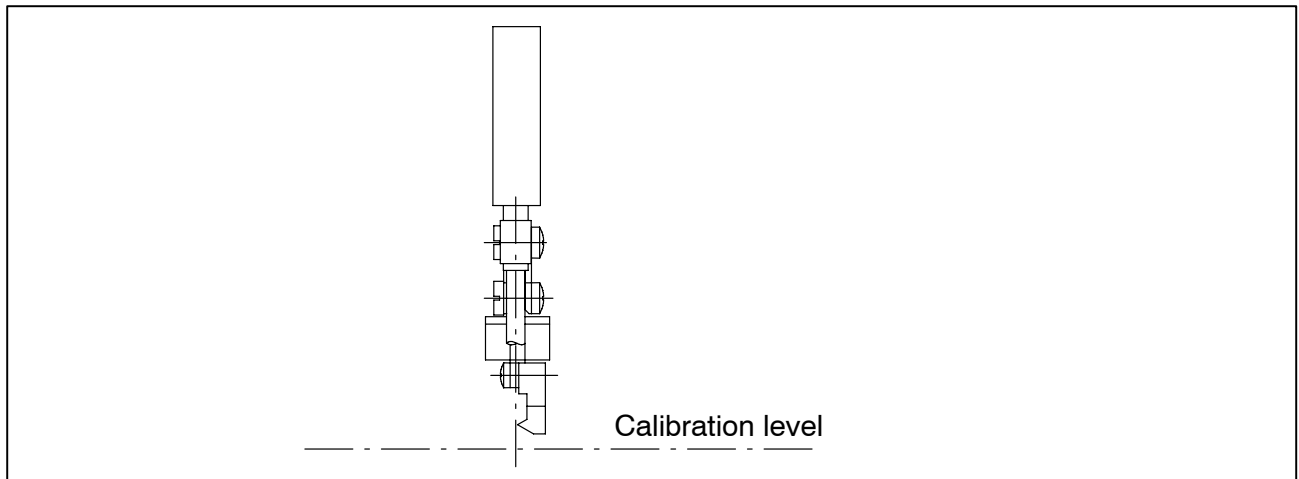
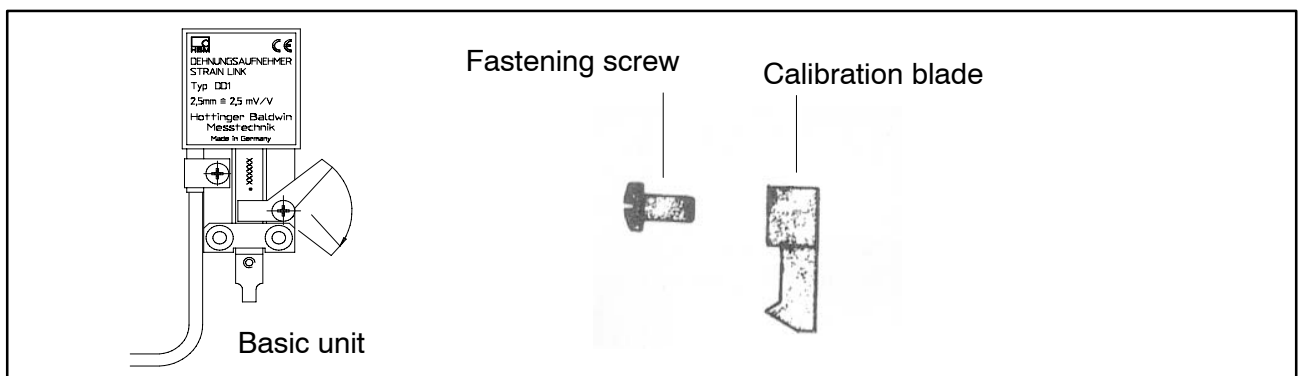


Fig. 2.6: Calibration level

9.5 Using the basic unit

The basic DD1 unit includes a calibration blade and fastening screw. With these parts the basic unit can be used to measure changes in the gap between two objects, since a displacement of the test probe ($s = \Delta L$) represents the measured quantity directly.

With the aid of the accessory kits described below, the basic DD1 unit can be used as a clamp-on strain transducer.



10 Clamp-on strain transducer

You can use **accessory kits DD1/ZA and DD 1/ZV11** to make the basic unit into a **clamp-on strain transducer**. This clamp-on strain transducer can be attached to round or flat specimens made of metal or plastic and the clamping force of the measuring instrument on the specimen can be finely adjusted via the mounting bracket.

10.1 Accessory kits DD1/ZA and DD1/Z11

Accessory kit DD1/ZV11 includes the extension pieces and fastening screws needed in conjunction with accessory kit DD1/ZA in order to fit out the DD1 as a clamp-on strain transducer. The extension pieces included in accessory kit DD1/ZV11 are made of ferrite steel with a thermal expansion coefficient $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

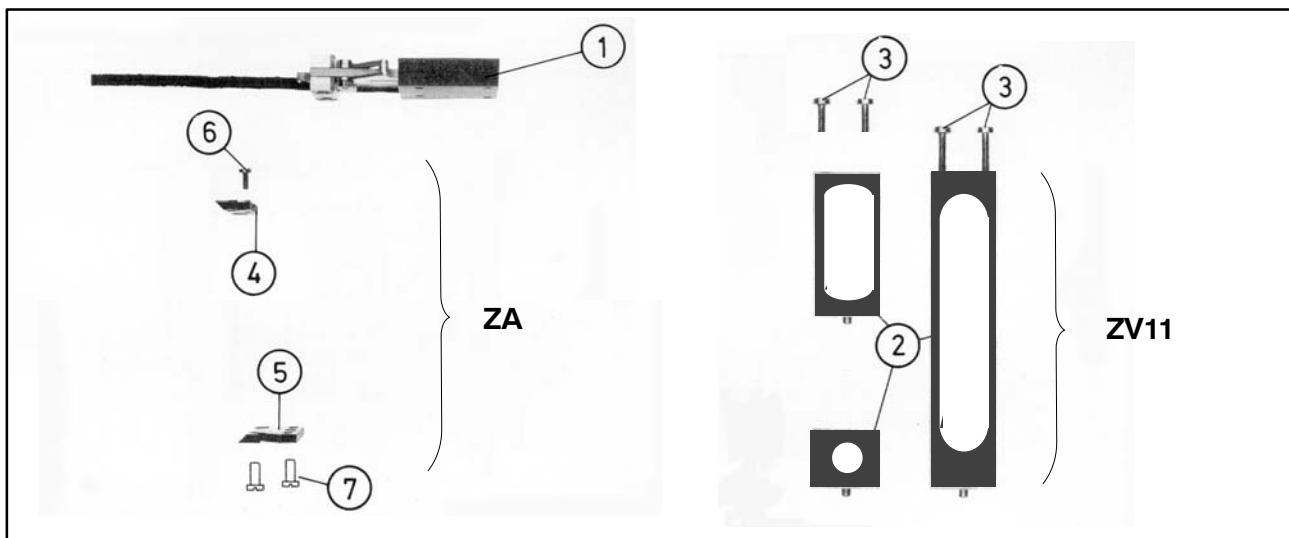


Fig. 3.5: DD1 with accessory kits DD1/ZA and DD1/ZV11

Part No. in Fig. 3.1	Name
1	Basic DD1 unit
2	Three extension pieces for nominal gage lengths ($L_0 = 25, 50, 100 \text{ mm}$)
3	Two screws for fastening part 2 to part 1 or 2 (4 screws per set: 2 x long, 2 x short)
4	Probe blade
5	Extension blade
6	Screw for fastening part 4 to part 1
7	Two screws for fastening part 5 to part 2

10.2 Accessory kit DD1/ZE

You can use the **DD1/ZE quick clamp** to attach the clamp-on strain transducer to the measurement object by hand, and the clamping force can be adjusted with the aid of two knurled nuts. The quick clamp is used where there is a requirement for the test-piece to be changed frequently and rapidly. The clamp can be used for one or two basic DD1 units. If the clamp is used with only one DD1 transducer, screw the two roller bearings to the extension opposite.

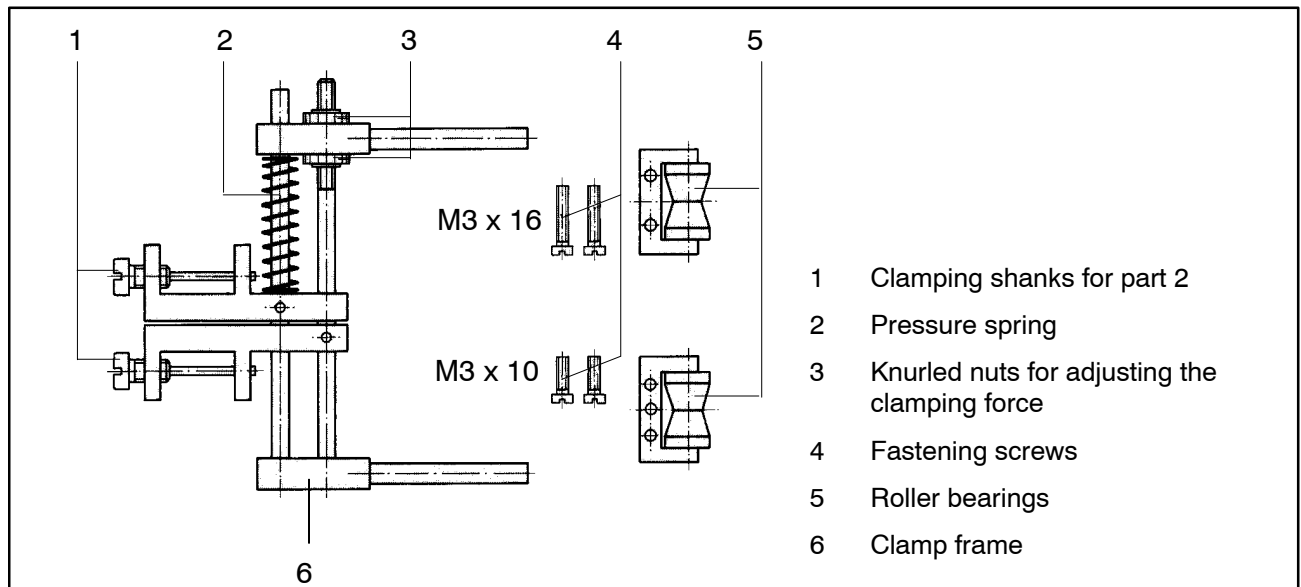


Fig. 3.6: Diametrically opposed arrangement of two **DD1/ZE clamp-on strain transducers**

Maximum specimen diameter for

one DD1 transducer: 35 mm

two DD1 transducers: 30 mm

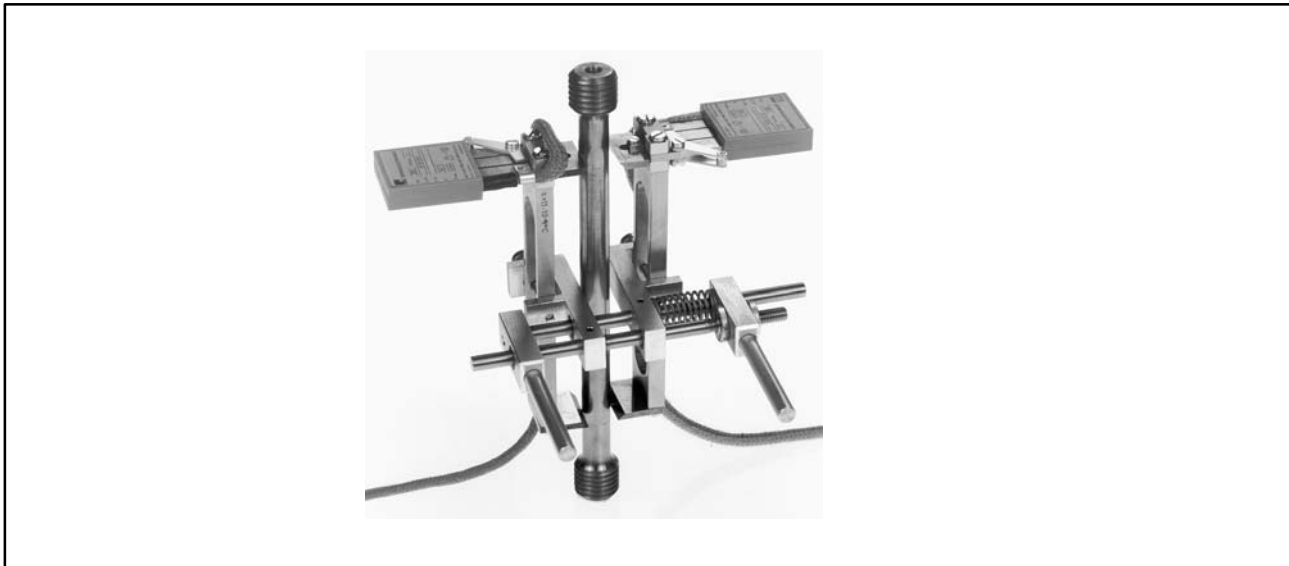


Fig. 3.7: Diametrically opposed arrangement of two DD1 clamp-on strain transducers with **DD1/ZE quick clamp**

If a quick clamp is used, the maximum permissible specimen diameter is reduced to 20 mm.

A clamp-on strain transducer is mainly used as an instrument for measuring extensibility during tensile testing. To cut out inaccuracies in the measurement results caused by bending moments affecting the tension bar, it is advisable to use two clamp-on strain transducers arranged diametrically opposite one another on the specimen (Fig. 3.4).

By electrically measuring the actual gage length L_0 (the actual gage length L_0 may differ slightly from nominal gage length after clamping, see chap. 3.3) the transducer signal can be displayed as a strain during the corresponding calibration.

The clamp-on strain transducer can also be used for the measurement of elongation. Nominal gage lengths for clamp-on strain transducers are provided in the form of extension pieces corresponding to $L_0 = 25, 50, 100$ mm, which means that the measuring range $\Delta L = \pm 2.5$ mm on the basic unit gives the elongation measuring ranges specified in Table 2.

Nominal gage length L_0 , in mm	Elongation measuring range ϵ in $\mu\text{m/m}$
25	- 100000 + 100000
50	- 50000 + 50000
100	- 25000 + 25000

Table 2: Elongation measuring ranges in relation to nominal gage length L

On clamping the transducer to the DD1 test-object holder, if you move the measuring probe tip in either direction as far as the stop, the whole range from $\Delta L = + 5$ mm or -5 mm is available for measuring elongation (strain) or contraction (compression). For information on determining the now reduced basic length L_0 see chap. 3.3.

10.3 Determining actual gage length l_0

The DD1 strain transducer detects an increase in the actual gage length l_0^* .

Relation $\varepsilon = \Delta l/l_0$ can be used to determine the relative strain when the actual gage length l_0^* is known.

Actual gage length l_0^* is different every time the device is clamped to the test specimen and therefore only corresponds exactly to nominal gage length l_0 in the ideal case.

For the purpose of determining l_0^* accessory kit DD1/ZK includes a calibration rod with three defined gage lengths for nominal lengths 25, 50 and 100 mm.

Actual gage length l_0^* can be determined in accordance with the following points:

1. Connect the transducer to the measuring amplifier:
2. Undo the transducer catch
3. Clamp the transducer to the calibration rod
4. Balance the measurement chain to zero
5. Calibrate the measuring amplifier ($\pm 1 \text{ mV/V1 mm}$)
6. Remove the transducer and close the catch
7. Clamp the transducer to the test specimen and open the catch
8. The output signal represents the difference between calibration length l_k and actual gage length l_0^*

Actual gage length l_0^* can be determined from the calibration length l_k and the above-mentioned difference $l_k - l_0^*$.

Example:

The extension piece used has a nominal gage length $l_o = 50$ mm, calibration length $l_k = 49.998$ mm (see calibration rod), measuring range 2 mV/V

$$2 \text{ mV/V} = 2 \text{ mm} = U_a = 10 \text{ V}$$

Difference signal (see point 8) = + 0.4 V = difference in length l_x

$$+10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 0.4 \text{ V} = l_x$$

$$l_x = 0.08 \text{ mm}$$

The *actual gage length* l_o^* can therefore be determined as follows:

$$l_o^* = l_k + l_x = 49.998 \text{ mm} + (+ 0.08 \text{ mm})$$

$$l_o^* = 50.078 \text{ mm} = 0.050078 \text{ m}$$

Having determined the actual gage length l_o^* carry out a zero balance on the measuring amplifier. The change in length can then be determined directly from this electrical zero point.

10.4 Calibration with the clamp-on strain transducer

Relative strain ε can then be determined in relation to the actual gage length l_0^* .

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^*$$

Example: The measured value for the change in length is + 2.67 V

$$+ 10 \text{ V} = + 2 \text{ mm}$$

$$+ 2.67 \text{ V} = \Delta l$$

$$\Delta l = (+ 2.67 \text{ V} \times + 2 \text{ mm}) / + 10 \text{ V}$$

$$\Delta l = 0.534 \text{ mm} = 534 \text{ }\mu\text{m}$$

The absolute change in length is 534 μm . The relative strain is derived from the relation:

$$\varepsilon = \Delta l / l_0^* = 534 \text{ }\mu\text{m} / 0.050078 \text{ m} = 10663 \text{ }\mu\text{m/m}$$

This conversion can be omitted if the measuring amplifier is calibrated to provide a display with figures in the appropriate range. The measurement signal is then directly proportional to the relative strain. For this purpose, however, when calibrating with a calibration factor κ you need to take the ratio l_0^*/l_0 into account when evaluating the output signal, by multiplying the end value of the calibration signal by κ before you set it up.

Example:

Nominal length $l_0 = 50 \text{ mm}$; actual gage length $l_0^* = 50.078 \text{ mm}$; a relative strain of say 10000 $\mu\text{m/m}$ is to be output with figures in the appropriate range. At this strain the amplifier will be at full scale ($U_a=10 \text{ V}$).

$$\kappa = l_0^* / l_0 = 50.078 \text{ mm} / 50 \text{ mm} = 1.00156$$

The value 10000 $\mu\text{m}/\text{m}$ is to be output with figures in the appropriate range.

$$\Delta l = l_0 \times \varepsilon$$

$$\Delta l = 0.05 \text{ m} \times 10000 \mu\text{m}/\text{m} = 500 \mu\text{m}$$

Transducer sensitivity is expressed as:

$$1 \text{ mV}/\text{V} = 1000 \mu\text{m}$$

This relation gives:

$$0.5 \text{ mV}/\text{V} = 500 \mu\text{m}$$

Given a calibration signal of 0.5 mV/V the output voltage needs to be set up using 10 V multiplied by κ as the fine setting for the measuring range.

$$10 \text{ V} \times 1.00156 = 10.0156 \text{ V output signal.}$$

The following expression now applies to the output signal evaluated in this way:

$$10 \text{ V} = 10000 \mu\text{m}/\text{m relative strain}$$

11 Introduction to the accessory kits

Using the DD1 as	Basic DD1 unit	ZV11 ¹⁾	ZA	ZE
Clamp-on strain transducer	X	X	X	
Clamp-on strain transducer on both sides of the test specimen	XX	XX	XX	
Clamp-on strain transducer with quick clamp, on one side of the test specimen	X	XX	X	X
Clamp-on strain transducer with quick clamp, on both sides of the test specimen	XX	XX	XX	X

¹⁾ DD1/ZV 11: ferrite steel with $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
 α = thermal expansion coefficient

12 Containers

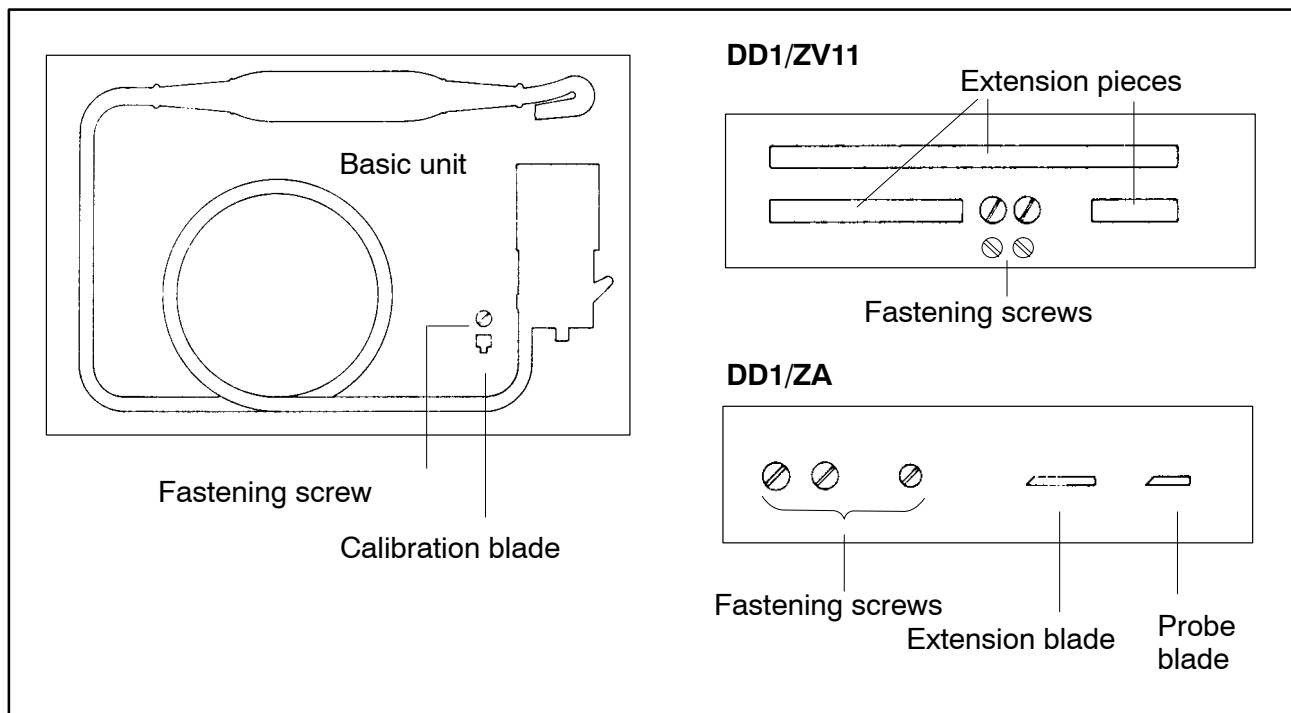


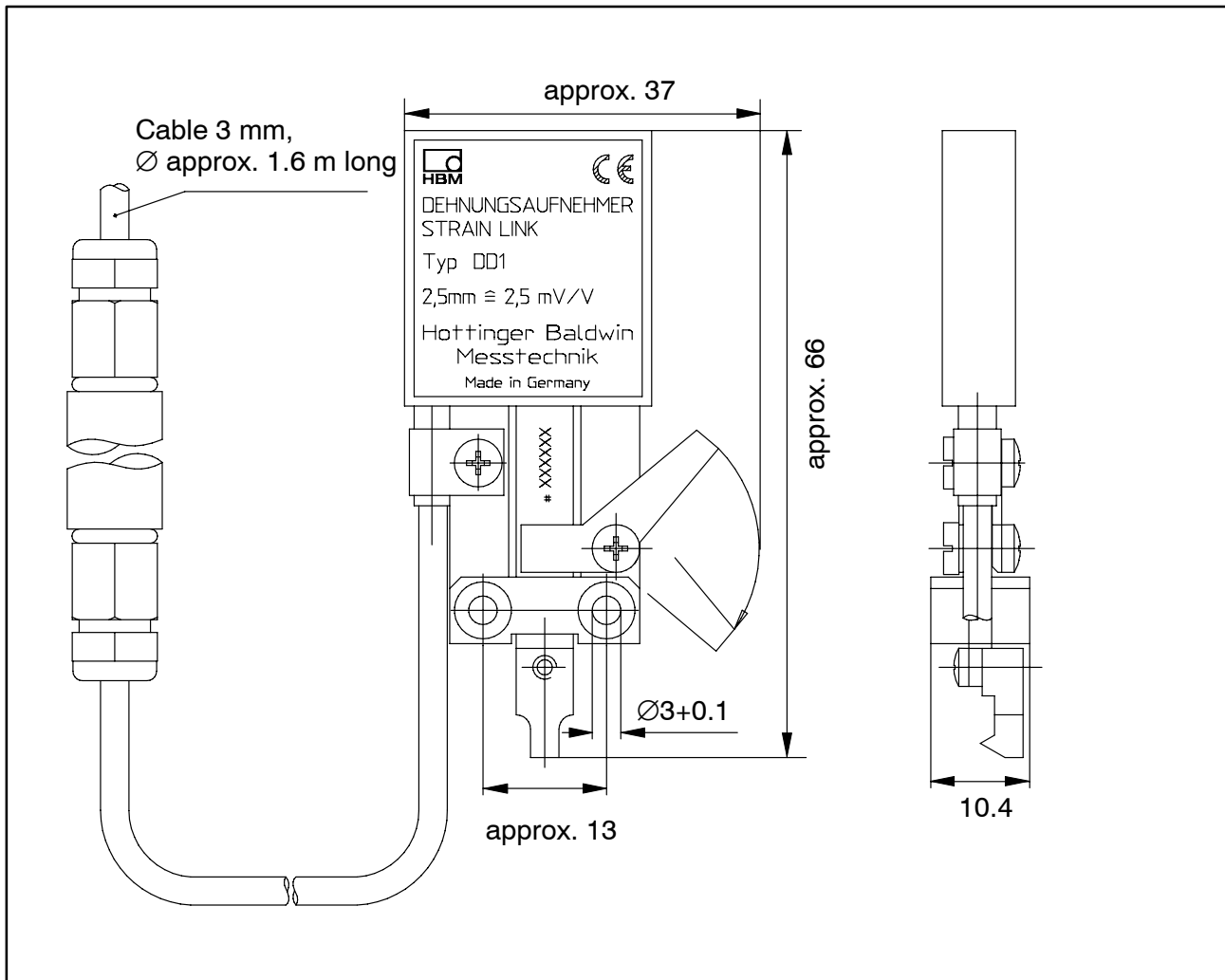
Fig. 5.2: Basic unit and accessory kits

13 Basic unit specifications

Type		DD1
Accuracy class		0.1
Nominal change in length	mm	± 2.5
Nominal sensitivity (nominal output signal at nominal change in length)	mV/V	± 2.5
Characteristic tolerance (deviation of sensitivity [*]) from nominal sensitivity)	%	± 0.5
Effect of temperature per 10 K in nominal temperature range on the sensitivity, by reference to sensitivity on the zero signal (by reference to nominal sensitivity)	% %	$< \pm 0.03$ < 0.05
Characteristic curve deviation (linearity deviation including hysteresis)	%	$< \pm 0.05$
Electrical principle of measurement		Strain gage full bridge
Input resistance at reference temperature	Ω	350 ± 3
Nominal range of the excitation voltage at reference temperature	V	1...6
Operating temperature range of the excitation voltage	V	1...10
Spring rate (restoring force of the measuring probe tip)	N/mm	approx. 0.23
Reference temperature	$^{\circ}\text{C}$	23
Nominal temperature range	$^{\circ}\text{C}[^{\circ}\text{F}]$	-10...+60 [+14 ... +140]
Operating temperature range	$^{\circ}\text{C}[^{\circ}\text{F}]$	-30...+85 [-22 ... +185]
Storage temperature range	$^{\circ}\text{C}[^{\circ}\text{F}]$	-30...+85 [-22 ... +185]
Cable length	m	1.5
Weight of the transducer without its cable	g	20

* The sensitivity is the actual output signal at nominal change in length

14 Dimensions



Änderungen vorbehalten.
Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in allgemeiner Form.
Sie stellen keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie im
Sinne des § 443 BGB dar und begründen keine Haftung.

Modifications reserved.
All details describe our products in general form only. They are
not to be understood as express warranty and do not constitute
any liability whatsoever.

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Postfach 10 01 51, D-64201 Darmstadt
Im Tiefen See 45, D-64293 Darmstadt
Tel.: 06151 803-0; Fax: 06151 8039100
Email: support@hbm.com Internet: www.hbm.com



measurement with confidence