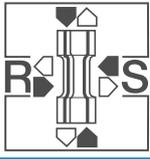


Bedienungsanleitung

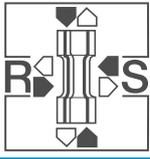
Hochgenauigkeits-Extensometer (Dehnungsaufnehmer)



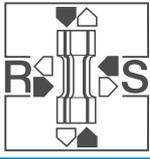


Inhaltsverzeichnis

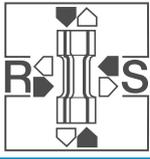
EXTENSOMETER-Bausätze und Grundgeräte	5
Anwendung und Bauformen	5
Weitere Merkmale	5
Axialdehnungsaufnehmer EXA	5
Hochtemperatur-Dehnungsaufnehmer EXH	6
Rissaufweitungsaufnehmer EXR	6
Querdehnungsaufnehmer EXD	6
Aufbau und Funktion	6
Elektrische Daten	7
Temperaturbereich	7
Umgebungsbedingungen	7
Prüffrequenz	7
Messfehler	8
Messverstärker und Verbindungskabel	8
Kalibrierung	8
Kalibriervorrichtungen KEE KED KEM	9



Axialdehnungsaufnehmer EXA (Bild 4...9 und Tabelle 1...3).....	10
Aufbau und Funktion	10
Dehnungsaufnehmer, die mit einem Verriegelungsstift ausgerüstet sind.....	10
Vorgespannter Einsatz.....	10
Lieferumfang (Übersichtlich angeordnet in einem Kästchen).....	10
Dehnungsaufnehmer, die mit einem Justiermass ausgerüstet sind	11
Befestigung an der Probe mit Standard-Klemmbügeln (Bild 5, 7, 8 und 9).....	11
Befestigung mit Sonderelementen.....	12
Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 2 und 3)	13
Messwegverlängerer.....	14
Lieferumfang.....	14
Umbauarbeiten.....	14
Messbasisverlängerer	14
Lieferumfang (in Schatulle)	14
Umbauarbeiten.....	15
Axialdehnungsaufnehmer EXH**A für Hochtemperaturversuche bis 1200°C bzw. 1800°C (Bild 10 und Tabelle 4...6).....	16
Aufbau und Funktion	16
Lieferumfang.....	16
Montage.....	18
Nachkalibrierung.....	18
Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 5 und 6)	19
Lieferumfang	19
Umbauarbeiten.....	19
Hinweis:.....	19



Rissaufweitungsaufnehmer EXR (Bild 12 und 13 und Tabelle 7...9).....	20
Aufbau und Funktion	20
Befestigung an der Probe.....	20
Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 8 und 9)	21
Lieferumfang (im Kästchen)	21
Umbauarbeiten.....	22
Zubehörbausatz Messbasisverlängerer.....	22
Lieferumfang (im Kästchen)	22
Umbauarbeiten.....	23
Querdehnungsaufnehmer EXD (Bild 14 und Tabelle 10...12).....	24
Aufbau und Funktion	24
Lieferumfang (im Kästchen)	24
Befestigung an der Probe.....	25
Zubehör-Bausätze.....	26
Lieferumfang (im Kästchen)	26
Umbauarbeiten.....	26
Querdehnungsaufnehmer EXH**D für Hochtemperaturversuche bis 1200°C (Bild 15, Tabelle 13 und 14).....	27
Aufbau und Funktion	27
Lieferumfang.....	27
Befestigung an der Probe.....	28
Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 14).....	28
Umbauarbeiten.....	29
Lieferumfang.....	29
Kalibriervorrichtung KE* (Bild 16 und 17).....	30
Aufbau und Funktion	30
Lieferumfang (im Kasten)	30
Zubehör-Bausätze.....	31
Lieferumfang.....	31
Umbauarbeiten.....	31



EXTENSOMETER-Bausätze und Grundgeräte

Technische Daten: siehe Tabelle 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 und 14

Alle Grundgeräte sind in Ausführung x für Temperaturen bis 120°C lieferbar.
Alle Grundgeräte sind in Ausführung o für Temperaturen bis 220°C lieferbar.
Alle Grundgeräte sind in Ausführung u für Temperaturen bis 300°C lieferbar.

Sonderausführungen auf Anfrage.

Anwendung und Bauformen

Messungen von Dehn- und Stauchverformungen an Prüfkörpern (Normproben und Bauteile) unter statischer, quasistatischer und dynamischer Beanspruchung.

Jeder Aufnehmer besteht aus dem Grundgerät (siehe Bild 1) und dem vom Einsatzzweck abhängigen Zubehör. Die Grundgeräte sind durch Nennmessbasis und Nenndehnung gekennzeichnet. Als Standardausführung stehen Grundgeräte mit 10 mm (Bild 4) und 25 mm (Bild 6) Messbasis und mit Nenndehnung gemäss Tabelle 2 und 3 zur Verfügung. Diese Grundgeräte werden durch austauschbare Zubehörsätze wahlweise komplettiert:

- Axialdehnungsaufnehmer, Bauform EXA (siehe Bild 4...9) oder
- Dehnungsaufnehmer für Hochtemperaturversuche, Bauform EXH (siehe Bild 10 und 15) oder
- Rissaufweitungsaufnehmer, Bauform EXR (siehe Bild 12 und 13) oder
- Querdehnungsaufnehmer, Bauform EXD (siehe Bild 14).

Zusätzlich stehen Dehnungsaufnehmer in Sonderausführung mit den Messbasen 15 mm, 20 mm und 30 mm zur Verfügung, die jedoch normalerweise nicht mit den Zubehörsätzen kombiniert werden können.

Merkmale

Kompakte, leichte Konstruktion, minimale Auslenkfederkräfte, so dass nur sehr geringe, als Störfaktor unerhebliche, Halte- und Massenkräfte auf die Probe wirken.

Hohe Eigenfrequenz, daher störungsfreie Dehnungsmessung auch bei höheren Frequenzen.

Festverdrahtetes, flexibles Anschlusskabel.

Temperaturkompensation über weiten Bereich.

Verwendbar in nicht leitenden Flüssigkeiten, wie z.B. Alkohol, Aceton, Silikon.

Baukastensystem:

Grundgeräte mit Bausatz und Erweiterungsmöglichkeit durch Zubehörsätze.

Endanschlüsse schützen vor Überlastung.

Mögliche Erweiterung der Messbasisbereiche ausserhalb des Baukastenprogramms durch komplette Sonderausführungssätze.

Weitere Merkmale

Axialdehnungsaufnehmer EXA

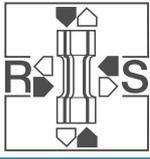
Spezielles Justiermass zur schnellen und exakten Fixierung der Messbasis.

Leicht zu montierende Klemmbügel sorgen für sicheren Sitz, auch auf Proben mit rauer

und unebener Oberfläche. Vergrösserung von Messweg und Nenndehnung bei gleicher

Messbasis durch Bausatz mit Messwegverlängerer. Grosser Messbasisbereich und Messweg gleich

bleibender Nenndehnung durch Bausatz mit Messwegverlängerer.



Hochtemperatur-Dehnungsaufnehmer EXH

Grosser Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 1800°C. Hohe Messgenauigkeit auch im oberen Temperaturbereich. Hochtemperaturbeständige, leicht auswechselbare Keramikstäbe. Keramikstäbe doppelseitig verwendbar; die Messspitzen können auf normalen Schleifmaschinen nachgearbeitet werden.

Rissaufweitungsaufnehmer EXR

Anpresskraft wird durch separate Feder erzeugt, also von der Anpresskraft unabhängiges Messsignal. Anpresskraft den Erfordernissen anpassbar durch Veränderung der Federkraft. Vergrösserung des Messwegs und der Nenndehnung durch Zubehörsätze.

Querdehnungsaufnehmer EXD

Aufnehmer ohne separate Halterung unmittelbar an der Probe anklammerbar, also keine Messfehler durch Relativbewegung der Halterung. Selbstzentrierung des Aufnehmers bei Rundproben. Befestigungselemente für Rundproben und Flachproben. Stufenlose Anpassung an die Probenabmessung.

Aufbau und Funktion

Die Dehnungsaufnehmer EX.. arbeiten nach dem "Biegebalken-Messprinzip". Der Steg einer U-förmigen, präzisionsgefertigten Messfeder ist mit Dehnungsmessstreifen appliziert, die zu einer Wheatstone-Brücke verschaltet sind. Die beiden Schenkel der Messfeder sind soweit elastisch verformbar, dass trotz kleinster Baumasse verhältnismässig grosse Messwege zu erzielen sind. An die Schenkelenden der Messfeder lassen sich verschiedene Anschlusssteile anschrauben, so dass nach Bedarf Aufnehmer der Bauform EXA, EXD oder EXR entstehen. Bei Verlängerung oder Verkürzung des Abstandes der Schenkelenden entsteht im Steg der Messfeder eine Biegeverformung, die eine proportionale elektrische Widerstandsänderung bewirkt. Diese wird mit einem **SANDNER-Universal-Messverstärker** als elektrisches Signal ausgegeben. Das Anschlusskabel trägt einen Kleinstecker, der in der dargestellten Weise mit dem Dehnungsmessstreifen verbunden ist (Bild 1). Zwischen 2 und 3 soll die Speisespannung (max.10 V) liegen. Das Messsignal wird zwischen 1 und 4 abgegriffen. Bei richtiger Polung der Speisespannung erscheint beim Zusammendrücken der Federschenkel des Aufnehmers ein negatives Messsignal (nicht bei EXH**A und EXD). Die Dehnungsmessstreifen sind durch eine Abdeckhaube vor Beschädigung geschützt.

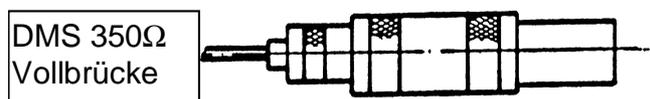
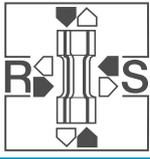


Bild 1: Anschlussbelegung

Lemosastecker	FFA.OS.304.CLAL27
Speisung+:	Pin 3 grün
Speisung-:	Pin 2 rot
Signal+:	Pin 1 weiss
Signal-:	Pin 4 schwarz



Elektrische Daten

Applikation in Dehnungsmessstreifen-Technik	Vollbrückenschaltung
Nennwiderstand (Ein-Ausgang)	350 Ω
Speisespannung	5 V (max.10 V)
Übertragungskoeffizient: Ausgangssignal bezogen auf Speisespannung (V) ("Nennempfindlichkeit")	1,6 mV/V \pm 25% Toleranzfeld
Einlaufzeit	10 min.

Temperaturbereich

Die Dehnungsaufnehmer sind in mehreren Ausführungen für Messungen in verschiedenen Temperaturbereichen verfügbar.

Die Aufnehmer EX**x eignen sich bei Messungen von -80°C bis +120°C (normale Temperaturbeständigkeit).

Die Aufnehmer EX**o eignen sich für Messungen von -270°C bis +220°C (erweiterte Temperaturbeständigkeit).

Die Aufnehmer EX**u eignen sich für Messungen von -270°C bis +300°C (kurzzeitige erhöhte Temperaturbeständigkeit, bezogen auf 300°C).

Die Hochtemperaturaufnehmer EXH eignen sich für Messungen von Raumtemperaturen bis 1200°C, als Option sind Saphirstäbe bis 1800°C lieferbar.

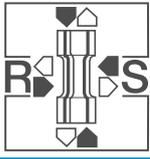
Umgebungsbedingungen

Die Applikation der Dehnungsaufnehmer ist mit einer besonderen Schutzschicht überzogen, so dass umgebungsbedingte Einflüsse wie Feuchtigkeit, Seewassersprühnebel oder kontaminierte Atmosphäre ohne Einfluss auf das Messergebnis sind. Auch der Einsatz in Flüssigkeiten, z.B. Alkohol, Aceton, Flüssigkeitsstickstoff ist möglich. Bei besonderen Einsatzbedingungen bitte Rückfrage.

Prüffrequenz

Die Dehnungsaufnehmer wurden insbesondere für den Einsatz an dynamischen Prüfmaschinen entwickelt. Kleine Bauweise und geringes Gewicht ergeben hohe Eigenfrequenz und somit auch hohe Prüffrequenz. Eigenfrequenz siehe Tabellen 1, 4, 7, 10 und 13 "Technische Daten".

Eigenfrequenzen verursachen Störsignale, die von den auf den Aufnehmer wirkenden Beschleunigungskräften abhängig sind. Normalerweise sind Prüffrequenzen von 0,2 bis 0,3 mal der Eigenfrequenz ohne wesentliche Störsignale erreichbar. In kritischen Einzelfällen, z.B. bei Dehnungsregelung, werden die Störsignale durch einen elektrischen Filter beseitigt. Hierzu sollte ein Filtermodul verwendet werden, dessen Eckfrequenz etwa der Hälfte der Eigenfrequenz des Dehnungsaufnehmers beträgt.



Messfehler

Die Messfehler der Dehnungsaufnehmer sind in den jeweiligen Tabellen aufgeführt. Sie beinhalten Linearitäts- und Hysteresefehler und sind bezogen auf den jeweils kalibrierten Endwert in den Messbereichen 1:1 und 1:5 in Zug- oder Druckrichtung.

Bei Wechselbelastung verdoppeln sich die angegebenen Werte und enthalten zusätzlich den Übertragungsfehler Zug-Druck. Genauigkeitsklassen nach ASTM E83, B₁...C je nach Aufnehmertyp und Kalibrierung.

Messverstärker und Verbindungskabel

Die Dehnungsaufnehmer der Baureihe EX.. können an jeden Gleichspannungs- oder Trägerfrequenz-Messverstärker angeschlossen werden, der hinsichtlich Signalverstärkung und Messgenauigkeit geeignet ist. Die Brückenspeisung sollte jedoch 10 V nicht überschreiten.

Die **SANDNER-Universal-Messverstärker** sind zum Betrieb der Dehnungsaufnehmer besonders geeignet. Sie sind mit einem Potentiometer ausgerüstet, mit dem der Nullpunkt über den Messbereich von +/-1 V getrimmt werden kann. Dies ist bei Aufnehmern von Nutzen, die beim Einbau "vorgespannt" werden, um das der Vorspannung entsprechende Messsignal zu kompensieren. Die Eingangsverstärkung der Messverstärker kann man umschalten (siehe Bedienungsanleitung Messverstärker). Hierdurch wird die Messgenauigkeit der Aufnehmer bei Versuchen mit geringer Dehnung erhöht.

Das Verbindungskabel zwischen dem Messverstärker und dem Dehnungsaufnehmer ist ein normales, vieradrig abgeschirmtes Messkabel. Das eine Ende ist mit einem Lemos-Stecker Gr.OF0 304 versehen, das andere Ende trägt einen Stecker passend zu dem verwendeten Messverstärker. Die Kabellängen richten sich nach den Einsatzbedingungen beim Kunden. Als Standardlänge liefern wir 10 m.

Kalibrierung

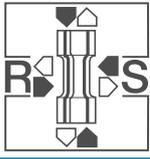
Jeder Dehnungsaufnehmer ist werkseitig kalibriert. Die Messdaten sind in ein Datenblatt im Deckel des Aufbewahrungskästchens eingetragen.

Zur Kalibrierung des Dehnungsaufnehmers auf einen Messverstärker enthält dieses Datenblatt zwei Angaben:

Empfindlichkeit	in	mV/V
Kalibrierfaktor U_{cal}	in	V

Bei Verwendung der **SANDNER-Messverstärker** kann der Dehnungsaufnehmer mit Hilfe des Wertes U_{cal} in einfacher Weise auf den Messverstärker kalibriert werden. Hierzu wird der Dehnungsaufnehmer angeschlossen und in seine mechanische Nullstellung gebracht. Der Messverstärker wird auf 0.000 V eingestellt. Nach Drücken der Kalibriertaste am Messverstärker erscheint an einem angeschlossenen Messgerät eine Spannungsanzeige. Diese wird durch Drehen an einem Verstärkungspotentiometer auf der Frontplatte des Messverstärkers so lange verändert, bis der im Datenblatt angegebene Wert erscheint.

Nach Durchführung dieser Massnahme entspricht der Nennempfindlichkeit des Dehnungsaufnehmers ein Messsignal am Ausgang des Messverstärkers von +/-10 V. Werden zu einem Dehnungsaufnehmer Ergänzungszubehörteile geliefert, so ist der Dehnungsaufnehmer nach dem Umbau kundenseitig nachzukalibrieren. Bei allen anderen Messverstärkern muss der Dehnungsaufnehmer mit Hilfe des Empfindlichkeitswertes oder einer Kalibriervorrichtung kalibriert werden.



Kalibriervorrichtungen KEE KED KEM

Eine Kalibriervorrichtung KE* ist sinnvoll zur Kontrolle von Kalibrierdaten, Aufnehmern oder zum Umkalibrieren auf die durch einen Versuch gegebenen Dehnungswerte. Sie dient zur Erhöhung der Messgenauigkeit (Messverstärkerumschaltung) durch Nachmessen der Linearitäts-, Hysterese- und Empfindlichkeitsfehler. Hierzu sind die von **SANDNER** gefertigten Kalibriervorrichtungen KE* zu empfehlen.

Die Kalibriervorrichtungen sind anwendbar bei:

Axialdehnungsaufnehmer EXA
Hochtemperatur-Dehnungsaufnehmer EXH
Rissaufweitungsaufnehmer EXR
Querdehnungsaufnehmer EXD

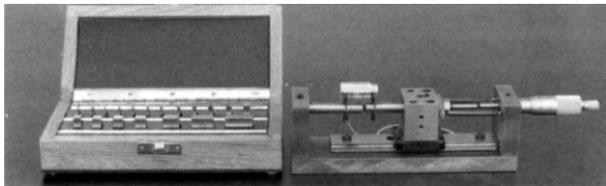


Bild 2: Kalibriervorrichtung KEE mit aufgesetztem Axialdehnungsaufnehmer EXA

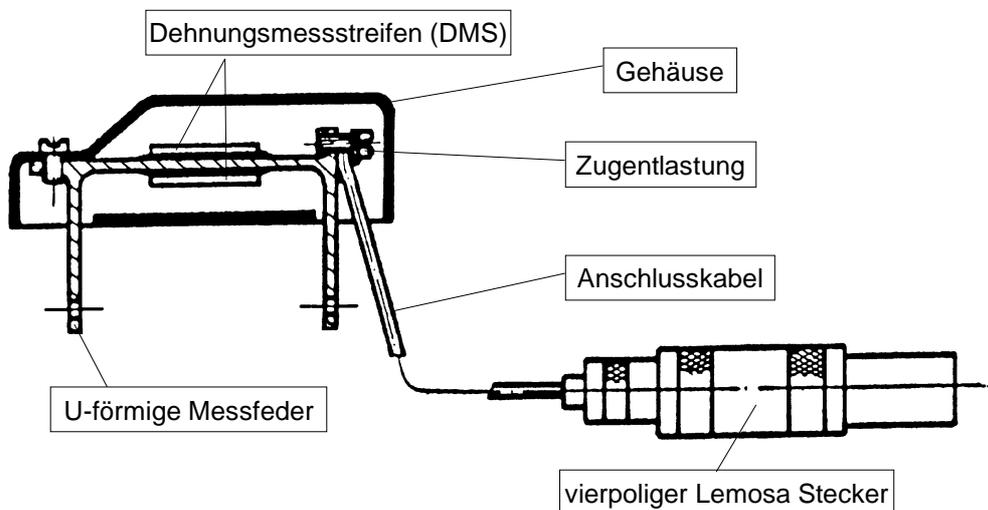
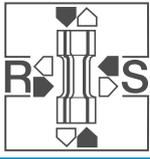


Bild 3: Prinzipieller Aufbau eines Extensometers



Axialdehnungsaufnehmer EXA (Bild 4...9 und Tabelle 1...3)

Aufbau und Funktion

Axialdehnungsaufnehmer werden zur Messung von Verformungen bei Axialbeanspruchung (Zug, Druck) von Proben und Bauteilen verwendet.

Der Axialdehnungsaufnehmer besteht aus dem Grundgerät, zwei Messschneiden, zwei Hubbegrenzungsanschlügen, einem Satz Klemmbügel und einem Justiermass oder einem Verriegelungsstift. Die gehärteten und geschliffenen 60°-Schneiden werden für Rund- und Flachproben verwendet. Sie sind für die meisten Werkstoffe verwendbar. Für besondere Prüfprobleme können Sonder-Messschneiden geliefert werden. Jede Schneide ist mit einer Längsbohrung zur Aufnahme eines Klemmbügels versehen. Ferner befinden sich an der Schneide eine Anflächung zur Anbringung eines Anschlags und Führungsnuten für das Justiermass.

Die Schneiden werden zusammen mit den Anschlügen, die den Hub in beiden Richtungen begrenzen und damit eine mechanische Überlastung des Aufnehmers verhindern, an die Schenkel der Messfeder angeschraubt.

Zur Befestigung des Aufnehmers an einer Probe werden Klemmbügel in die Längsbohrung der Schneiden und über die Probe geschoben, eine einfache und sichere Methode des Anklemmens. Standardmässig wird folgender Klemmbügelsatz geliefert:

	Probendurchmesser bzw. -stärke in mm			
Rundproben	1 -3	3 -6	6 -10	10 -18
Flachproben				

Dehnungsaufnehmer, die mit einem Verriegelungsstift ausgerüstet sind.

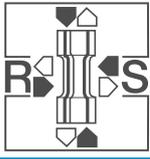
Dies ist eine einfachere und genaue Methode, die bei einigen Dehnungsaufnehmern benutzt wird statt der Verwendung eines Justiermasses.

Vorgespannter Einsatz

Neben den "Normal-Justiermassen" (Breite = Nennmessbasis, z.B. 10 mm oder 25 mm) sind Justiermassen verfügbar, deren Breite max. um den Betrag des Nennwegs nach oben oder unten abweicht.

Lieferumfang (Übersichtlich angeordnet in einem Kästchen)

- 1 Grundgerät mit 0,5 m Anschlusskabel
- 1 Paar Schneiden für Rund- und Flachproben
- 2 Anschläge
- 1 Endmass
- 1 Schraubendreher
- 4 Paar Klemmbügel für Rundproben 1.....18 mm \varnothing
- 4 Paar Klemmbügel für Flachproben 1.....18 mm Stärke
- 1 Perlonschnur mit Karabinerhaken



Dehnungsaufnehmer, die mit einem Justiermass ausgerüstet sind

Das Justiermass dient der genauen Fixierung der Messbasis beim Anklemmen. Es ist mit einem federelastischen Drahtbügel versehen, der beide Schneiden spielfrei an das Justiermass andrückt. Ist der Aufnehmer an der Probe befestigt, wird das Justiermass herausgezogen, wobei der Drahtbügel als Griff dient. Die Messbasis ist im Diagramm angegeben (im Deckel des Kästchens).

Befestigung an der Probe mit Standard-Klemmbügeln (Bild 5, 7, 8 und 9)

Zur Befestigung des Aufnehmers an der Probe sind folgende Handgriffe durchzuführen:

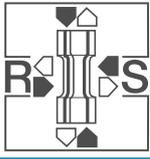
- a) Auswahl der Befestigungsbügel entsprechend der Probenart (Rund- oder Flachprobe) und der Probenstärke.
- b) Einschieben des Endmasses zwischen die Schneiden. Hierbei ist auf sicheren Sitz des Befestigungsbügels in den Führungsnuten und auf die Sauberkeit der Anlagenfläche zu achten.
- c) Anschluss des Aufnehmers an das Verbindungskabel zum Messverstärker.
- d) Fixieren des Dehnungsaufnehmers an der gewünschten Messstelle und Andrücken des Aufnehmers durch leichten Druck auf die Abdeckhaube an der Schraubenseite.
- e) Einschieben des Befestigungsbügels in die Längsbohrung der Messschneiden und über die Probe. Hierbei ist ein seitliches Abstützen mit zwei Fingern von Nutzen.
- f) Ausrichten des Befestigungsbügels auf die Mittenachse der Schneide, evtl. Korrektur der Lage des Aufnehmers an der Probe.
- g) Einschieben und Ausrichten des zweiten Befestigungsbügels.
- h) Überprüfung der Lage des Dehnungsaufnehmers an der Probe und evtl. Korrektur. Überprüfung des sicheren Sitzes des Aufnehmers an der Probe durch leichte Bewegung an der Abdeckhaube.
- i) Vorsichtiges Herausziehen des Endmasses oder des Verriegelungsstiftes unter Beibehaltung der Position des Dehnungsaufnehmers mit den Fingerspitzen.
- j) Abgleich des elektrischen Nullpunktes am Messverstärker.

Bei einseitiger Vorspannung des Aufnehmers in Zug- oder Druckrichtung wird empfohlen, den Aufnehmer ebenfalls mit Hilfe eines Justiermasses anzubringen, das in seiner Breite dem gewünschten Vorspannwert entspricht.

Dieses Justiermass kann nach dem vorliegenden Muster des Nulljustiermasses selbst gefertigt werden oder ist als Sonderausführung von **SANDNER** zu beziehen.

Bei Probenbruch muss damit gerechnet werden, dass sich der Aufnehmer von der Probe löst und herabfällt. Er wird mit Hilfe der Perlonschnur vor Beschädigung geschützt.

Die Schnur wird in einer Bohrung der Befestigungsschrauben der Abdeckhaube befestigt. Das andere Ende der Schnur ist mit einem Karabinerhaken versehen, der an geeigneter Stelle (z.B. Spannzeug, Traverse) so befestigt wird, dass der Aufnehmer von der Schnur abgefangen wird und an dieser aus der Probenebene herauspendelt.



Befestigung mit Sonderelementen

1. Befestigung mit Klemmbügel in Sonderausführung bis ca. 80 mm Probendurchmesser:
Die Befestigung erfolgt wie beim Standard-Klemmbügel beschrieben.
2. Befestigung der Rundproben > $\varnothing 80$ mm.
 - a) Einschrauben der Spezialschrauben und -mutter in die Längsbohrung der Messschneiden.
 - b) Auswahl der Schraubenfedern je nach Probendurchmesser.
 - c) Einseitiges Einhängen der Schraubenfedern in die Bohrung der Spezialschrauben.
 - d) Ansetzen des Dehnungsaufnehmers an die Probe, Spannen der Feder und Einhängen in die Mutter.

Weitere Schritte siehe Position h...j der Befestigung mit Standard-Klemmbügel.

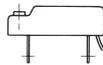


Bild 4: Extensometer Grundgerät EXA10-1 ohne Messschneiden

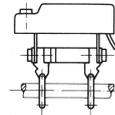


Bild 5: Axialdehnungsaufnehmer EXA10-1 mit Befestigung an einer Rundprobe

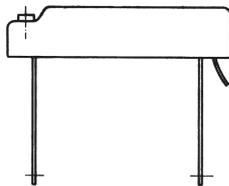


Bild 6: Extensometer Grundgerät EXA25-2,5 ohne Messschneiden

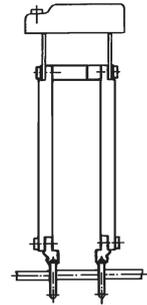
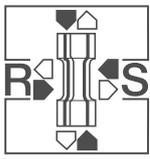


Bild 7: Axialdehnungsaufnehmer EXA10-5 ebenfalls mit Befestigung an einer Rundprobe



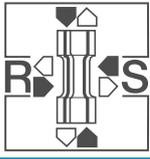
Modell Typ x/o/u Version	Messbasis [mm]	Verformungs- Messbereich (Messweg) [mm]	Messfehler vom Endwert [± %]	Eigen- frequenz [Hz]	Verstellkraft bei Nennweg [N]	Gewicht [g]	Abmessungen		
							L [mm]	B [mm]	H [mm]
EXA 10-0,25	10	± 0,25	0,1	500	3	5	20	10	15
EXA 10-0,5	10	± 0,5	0,3	500	3	5	20	10	15
EXA 10-1	10	± 1	0,25	250	3	6	20	10	21
EXA 10-2	10	± 2	0,25	100	3	7	20	10	29
EXA 10-5	10	± 5	0,3	40	0,7	12	20	10	65
EXA 15-0,5	15	± 0,5	0,25	500	3	5	20	10	20
EXA 15-1	15	± 1	0,3	250	3	5	20	10	20
EXA 15-2	15	± 2	0,3	100	3	6	20	10	32
EXA 15-4	15	± 4	0,3	40	0,7	12	20	10	65
EXA 20-0,625	20	± 0,625	0,2	500	3	7	34	10	25
EXA 20-1,25	20	± 1,25	0,35	500	3	7	34	10	25
EXA 20-1,250	20	± 1,25	0,2	500	3	8	34	10	31
EXA 20-2,5	20	± 2,5	0,35	250	3	8	34	10	31
EXA 20-5	20	± 5	0,35	100	3	9	34	10	45
EXA 20-10	20	± 10	0,35	40	0,7	14	34	10	68
EXA 25-0,625	25	± 0,625	0,1	500	3	7	34	10	25
EXA 25-1,25	25	± 1,25	0,2	500	3	7	34	10	25
EXA 25-1,250	25	± 1,25	0,1	500	3	8	34	10	31
EXA 25-2,5	25	± 2,5	0,2	250	3	8	34	10	31
EXA 25-5	25	± 5	0,2	100	3	9	34	10	45
EXA 25-10	25	± 10	0,3	40	0,7	14	34	10	65
EXA 30-0,625	30	± 0,625	0,2	500	3	7	34	10	25
EXA 30-1,25	30	± 1,25	0,35	500	3	7	34	10	25
EXA 30-1,250	30	± 1,25	0,2	500	3	8	34	10	31
EXA 30-2,5	30	± 2,5	0,35	250	3	8	34	10	31
EXA 30-5	30	± 5	0,35	100	3	9	34	10	45
EXA 30-10	30	± 10	0,35	40	0,7	14	34	10	65
EXA 40-4	40	± 4	0,2	250	2,5	22	44	10	40
EXA 50-5	50	± 5	0,2	250	2,5	24	54	10	46
EXA 60-6	60	± 6	0,2	250	2,5	28	64	10	53
EXA 70-7	70	± 7	0,2	250	2,5	31	74	10	60
EXA 80-8	80	± 8	0,2	250	2,5	33	84	10	68
EXA 90-9	90	± 9	0,2	250	2,5	36	94	10	76
EXA 100-10	100	± 10	0,2	250	2,5	38	105	10	82

Tabelle 1: Axialdehnungsaufnehmer EXA, technische Daten

Auf Wunsch fertigen wir Dehnungsaufnehmer nach Ihren technischen Spezifikationen oder führen Applikationen von Dehnmessstreifen durch.

Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 2 und 3)

Da die Dehnungsaufnehmer nach dem Baukastensystem gebaut sind, lässt sich der Anwendungsbereich verschiedener Aufnehmer durch Zubehör-Bausätze erweitern. Diese Bausätze sind unter Verwendung der Axialdehnungsaufnehmer EXA als Grundgerät aufgebaut, es sind aber auch Kombinationen passender Geräte untereinander möglich. Nachfolgend werden die Arbeitsgänge beschrieben, die zum Anbau der Zubehör-Bausätze an die Axialdehnungsaufnehmer erforderlich sind. Nach dem Umbau ist eine Kalibrierung vorzunehmen.



Messwegverlängerer

Der Messwegverlängerer dient zur Vergrößerung des Messwegs. Er besteht aus Hebeln, diese werden zwischen dem Schenkel des Aufnehmers und den Messschneiden befestigt. Für Axialdehnungsaufnehmer stehen die Messwegverlängerer nach Tabelle 2 und 3 zur Verfügung.

Lieferumfang

- 2 Verlängerungsschenkel

Umbauarbeiten

Bei den Axialdehnungsaufnehmern werden die Verlängerungsschenkel zwischen den Messschneiden und den Schenkeln der Messfedern befestigt. Die Anschläge werden am oberen Ende der Verlängerungsschenkel befestigt.

Messbasisverlängerer

Zur Vergrößerung der Messbasis von Axialdehnungsaufnehmern stehen zum Beispiel für den Aufnehmer EXA25-2,5 Zubehörteile zur Verfügung, mit denen sich Aufnehmer mit einer Messbasis bis 100 mm herstellen lassen. Aus Tabelle 2 und 3 sind die Messbasisverlängerer und die daraus herstellbaren Axialdehnungsaufnehmer ersichtlich.

Grundgerät x/o/u		EX 10-0,25	EX 10-0,5	* EX 10-1	EX 10-2	* EX 10-5
Zubehör-Satz	A10	±0,25	±0,5	±1	±2	±5
	A15	±0,5	±1	±2	±4	

Tabelle 2: Axialdehnungsaufnehmer EXA10-X mit Messbasisverlängerer

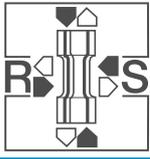
Grundgerät x/o/u		EX 25-0,625	EX 25-1,25	* EX 25-2,5	EX 25-5	* EX 25-10
Zubehör-Satz	A20	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10
	A25	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10
	A30	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10
	A40			±4		
	A50			±5		
	A60			±6		
	A70			±7		
	A80			±8		
	A90			±9		
	A100			±10		

Tabelle 3: Axialdehnungsaufnehmer EXA25-X mit Messbasisverlängerer

Die mit einem * gekennzeichneten Typen lassen sich mit Messwegverlängerungen ausrüsten.

Lieferumfang (in Schatulle)

- 2 Übersetzungshebel mit Federgelenk
- 2 Anschläge
- 2 Schneiden
- 1 Satz Klemmbügel
- 1 Justiermass oder Verriegelungsstift



Umbauarbeiten

- Ausbau der Anschläge des Axialdehnungsaufnehmers.
- Ankleben des Axialdehnungsaufnehmers in die Rillen der Übersetzungsschenkel mit den mitgelieferten Klemmbügeln.
- Befestigung an der Probe wie bei Standardausführung.

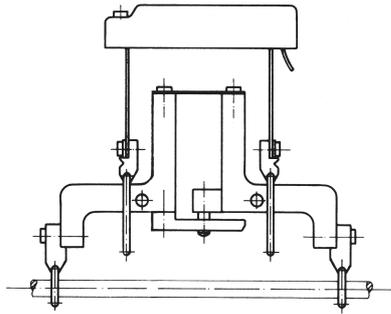


Bild 8: Axialdehnungsaufnehmer EXA50-5, als Beispiel für den Einsatz der Messbasisverlängerer. Als Grundgerät dient ein EXA25-2,5.

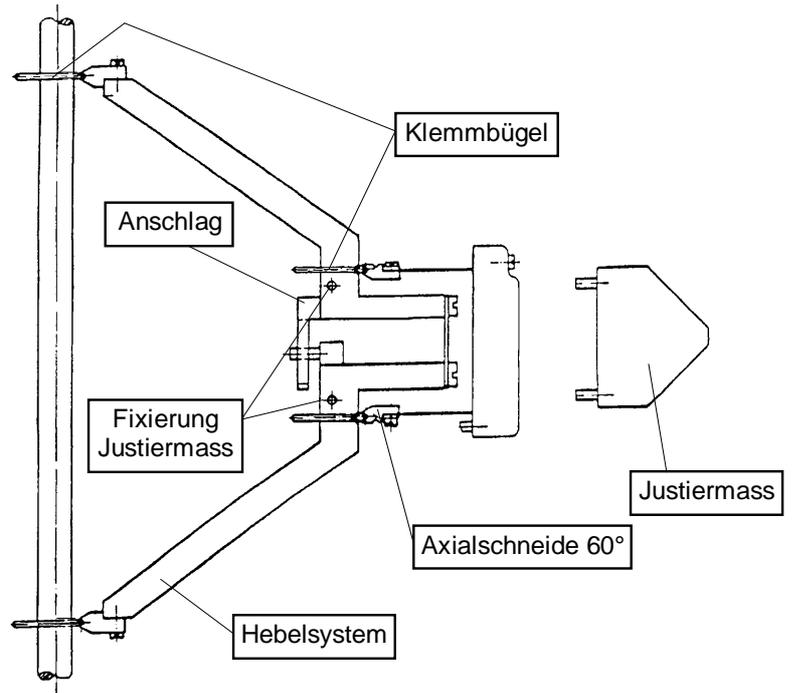
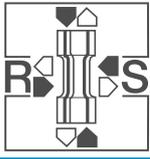


Bild 9: Axialdehnungsaufnehmer EXA100-10 bestehend aus Grundgerät EXA25-2,5 und Zubehör-Satz A100



Axialdehnungsaufnehmer EXH**A für Hochtemperaturversuche bis 1200°C bzw. 1800°C (Bild 10 und Tabelle 4...6)

Aufbau und Funktion

Dieser Aufnehmer dient zusammen mit einem Hochtemperaturofen der Ermittlung axialer Verformung bei Hochtemperaturprüfung.

Der Aufnehmer besteht aus einem Axialdehnungsaufnehmer EXA und einem Übertragungsgestänge. Letzteres besteht aus einem Hitzeschild mit Einstellschrauben, einem Federelement, zwei Keramikmessstäben, zwei Messstabhaltern mit Anschlägen, vier Rändelmuttern und zwei Klemmfedern.

Bei Lieferung des Übertragungsgestänges als Zubehörsatz werden je nach Aufnehmertyp zusätzlich zwei Messschneiden geliefert.

Das Hitzeschild wird am Hochtemperaturofen angebracht. Der Dehnungsaufnehmer wird über die Einstellschrauben geschoben und mit den Rändelmuttern über das Federelement an die Probe gedrückt. Die Keramikmessstäbe übertragen die Verformung der Probe über die spielfreien Gelenkpunkte des Federelements auf die Messstabhalter. Am Ende der Messstabhalter wandelt der angeklebte Axialdehnungsaufnehmer die Verformung der Probe zwischen den Messstabspitzen in elektrische Signale um. Die Anschläge verhindern eine Überlastung des Dehnungsaufnehmers.

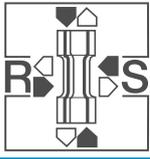
Speziell für Induktionsöfen und Langzeitversuche liefert SANDNER-Messtechnik auch die EXH Axialdehnungsaufnehmer und EXH-Bausätze mit einem vergrößerten Hitzeschild. Für noch höhere Temperaturstabilität bei der Hochtemperaturprüfung steht zudem noch eine Temperaturkammer zur Verfügung, so dass der Dehnungsaufnehmer auf konstanter Temperatur gehalten werden kann. Die Kühlung des Aufnehmers erfolgt dabei durch eine nach aussen hin verschlossene Kühlspirale, die den Dehnungsaufnehmer und ein Teil des Übertragungsgestänges umschliesst. Der Kühlkreislauf kann dann durch Wasser oder andere Flüssigkeiten erfolgen. Mit dem dazugehörigen Linearschlitten lässt sich dann der Axialdehnungsaufnehmer von Hand weich auf die Probe fahren.

Lieferumfang

- Axialdehnungsaufnehmer EXH**A mit 0,5 m Anschlusskabel
- Übertragungsgestänge mit Hitzeschild

Je nach Ausführung:

- vergrößertes Hitzeschild oder Temperaturkammer
- manuell bedienbarer Linearschlitten



Modell Typ	Messbasis [mm]	Verformung- Messbereich (Messweg) [mm]	Messfehler vom Endwert [± %]	Eigen- frequenz [Hz]	Verstellkraft bei Nennweg [N]	Gewicht [g]	Temperatur- Bereich [°C]	Abmessungen		
								L [mm]	B [mm]	H [mm]
EXH 15-0,75A	15	± 0,75	0,3	150	2		1200/1800	110	60	240
EXH 15-1,5A	15	± 1,5	0,3	150	2		1200/1800	110	60	240
EXH 15-3A	15	± 3	0,3	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 15-6A	15	± 6	0,3	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 20-1A	20	± 1	0,25	150	2	≈100	1200/1800	110	60	210
EXH 20-2A	20	± 2	0,25	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 20-4A	20	± 4	0,25	150	2		1200/1800	110	60	240
EXH 25-1,25A	25	± 1,25	0,25	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 25-2,5A	25	± 2,5	0,25	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 25-5A	25	± 5	0,25	150	2		1200/1800	110	60	240
EXH 30-1,5A	30	± 1,5	0,25	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 30-3A	30	± 3	0,25	150	2		1200/1800	110	60	210
EXH 30-6A	30	± 6	0,25	150	2		1200/1800	110	60	240
EXH 50-10A	50	± 10	0,25	150	3		1200/1800	110	60	256

Tabelle 4: Axialdehnungsaufnehmer bis 1200°C/1800°C, technische Daten

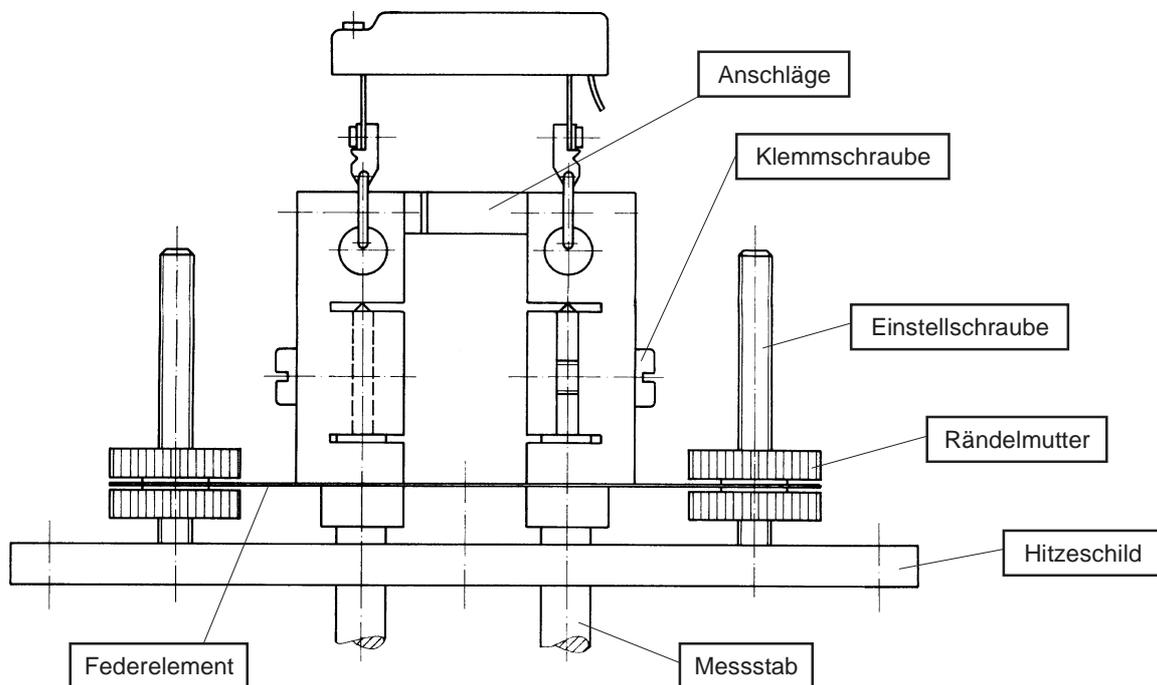
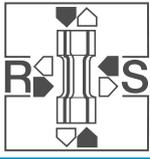


Bild 11: Hochtemperatur Axialdehnungsaufnehmer EXH25-2,5A



Montage

Vor der Montage wird das Hitzeschild am Ofen befestigt und die Ofenhälfte auf die Probenmittenachse ausgerichtet.

- a) Der Axialdehnungsaufnehmer wird mit den Klemmfedern auf das Übertragungsgestänge montiert, so dass die Messschneiden in den Rillen der Messstabhalter sitzen.
- b) Anschluss des Dehnungsaufnehmers an den Messverstärker.
- c) Einschrauben der unteren Rändelmutter bis zum Ende der Einstellschraube. Der angedrehte Bund muss nach oben zeigen.
- d) Andrücken des Aufnehmers an die Probe durch Vorspannen des Federelements mit den oberen Rändelmutter. Der abgedrehte Bund der Mutter muss zur Feder zeigen. Mit einer Federvorspannung entsprechend einem Federweg von ca. 5 mm entsteht eine ausreichende Anpresskraft.
- f) Ausrichten der Messstäbe rechtwinklig zur Probenlängsachse und zentrisch zur Probenmitte. Die gewünschte Messbasis wird durch Einlegen eines geeigneten Endmasses zwischen die Messstäbe eingestellt. Zum Versetzen der Messstäbe müssen diese gegen die Kraft des Federelements angehoben werden, um die Spitzen nicht zu beschädigen. Eine Ankörnung der Probe (Körnerwinkel = 120°) zur Aufnahme der Mess basis ist möglich, meist ist jedoch das unmittelbare Ansetzen an der Probe ausreichend.
- g) Fixierung des Federelements auf den Einstellschrauben durch Beidrehen der unteren Rändelmutter.
- h) Nullabgleich des Messverstärkers.

Nach dem Versuchsabschluss sollte der Aufnehmer abgebaut werden, um Beschädigungen der Keramikstäbe zu vermeiden. Die Messspitzen sind auf Beschädigungen zu untersuchen, da sie hoher Belastung ausgesetzt sind. Wird eine Beschädigung festgestellt, kann das andere Ende der Messstäbe verwendet werden. Zu diesem Zweck müssen die Stäbe nach Lösen der Klemmschrauben aus dem Messstabhalter herausgezogen und umgedreht werden. Beim Wiedereinbau ist zu beachten, dass der Abstand von 144 mm zwischen Federelement und Messspitze genau eingehalten wird, um die Kalibriergenauigkeit zu bewahren.

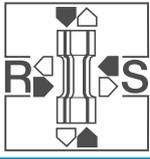
Sind beide Messspitzen beschädigt, können die Stäbe auf einer Rundschleifmaschine mit einer Diamantschleifscheibe nachgeschliffen werden; Spitzenwinkel 90°.

Nachkalibrierung

Die Aufnehmer sind werkseitig bei Raumtemperatur kalibriert (siehe Abschnitt "Kalibrierung"). Bei hohen Temperaturen kann sich die Kalibrierung geringfügig ändern, da der Kalibrierwert temperaturabhängig ist.

Bei 1200°C kann dieser Fehler 0,2...1,5 % betragen . Durch eine Nachkalibrierung bei der gewünschten Temperatur ist dieser Fehler wie folgt zu korrigieren:

- a) Einbau einer durchtrennten Probe in das Spannzeug.
- b) Positionierung der Kolbenstange durch Unterlegen von Endmassen unter den unteren Einspannkopf. Die Verstellung der Kolbenstange wird zweckmäßigerweise drucklos durch eine an dem unteren Spannkopf befestigte Gewindespindel vorgenommen.
- c) Einstellen des gewünschten Messwegs durch Verstellen der Gewindespindel und Unterlegen der entsprechenden Endmasse. Anschliessend Zurückdrehen der Gewindespindel, bis die Endmasse mit dem Gewicht der Kolbenstange und des Spannkopfs belastet sind.
- d) Ermittlung der Korrekturwerte, evtl. Veränderung der Verstärkungseinstellung am Messverstärker.



Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 5 und 6)

Verschiedene Axialdehnungsaufnehmer lassen sich durch Anbau von Zubehörbausätzen zu Hochtemperatur-Axialdehnungsaufnehmern erweitern.

Grundgerät x/o/u		EX 10-0,25	EX 10-0,5	EX 10-1	EX 10-2	EX 10-5
Zubehör-Satz	H15A	±0,75	±1,5	±3 +6		

Tabelle 5: Umbausatz Hochtemperatur-Axialdehnungsaufnehmer EXH für Grundgerät EXA10-X

Grundgerät x/o/u		EX 25-0,625	EX 25-1,25	EX 25-2,5	EX 25-5	EX 25-10
Zubehör-Satz	H20A	±1,25	±2,5			
	H25A	±1,25	±2,5 +5			
	H30A	±1,25	±2,5 +5			
	H50A			±10		

Tabelle 6: Umbausatz Hochtemperatur-Axialdehnungsaufnehmer EXH für Grundgerät EXA25-X

Lieferumfang

Übertragungsgestänge (im Kästchen) bestehend aus:

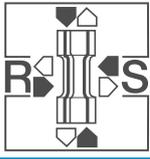
- 1 Hitzeschild mit Einstellschrauben
- 2 Keramikstäbe
- 2 Massstabhalter mit Anschlägen
- 1 Federelement
- 4 Rändelmuttern
- 2 Klemmfedern
- (2 Messschneiden)

Umbauarbeiten

Der vorhandene Axialdehnungsaufnehmer wird auf das Übertragungsgestänge geklemmt (siehe Montage).

Hinweis:

Durch den Anbau des Übertragungsgestänges an den Axialdehnungsaufnehmer ändert sich die Polarität des Aufnehmers. Bei Dehnungsregelung ist daher eine Polaritätsumkehr durch Vertauschen der Speisespannungsanschlüsse durchzuführen. Bei häufigem Umbau ist es zweckmässig, ein zweites Verbindungskabel mit getauschten Anschlüssen bereitzuhalten.



Rissaufweitungsaufnehmer EXR (Bild 12 und 13 und Tabelle 7...9)

Aufbau und Funktion

Rissaufweitungsaufnehmer dienen zur Messung der Rissaufweitung an Bruchmechanikproben. Sie bestehen aus einem Grundgerät, 2 nach ASTM E-399 gefertigten Schneiden, 2 Gegenschneiden, die an der Probe befestigt werden, 2 Hubbegrenzungsanschlüssen und einer Anpressfeder. Die gehärteten Schneiden tragen zur Auflage an den Gegenschneiden eine nach ASTM dimensionierte Längsnut. Ferner befinden sich an den Schneiden Anflächungen zur Anbringung der Anschlüsse, die eine mechanische Überlastung des Aufnehmers verhindern. Die Anpressfeder drückt die Schneiden an die Gegenschneiden und sorgt so für die Befestigung des Aufnehmers an der Probe. Die Messbasis ist hier durch die Gegenschneiden vorgegeben, die zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Endmasses ausgerichtet und fixiert werden. Die Rissaufweitungsaufnehmer eignen sich auch für Proben, an denen bereits Messkanten in Form von Gegenschneiden eingearbeitet sind. Die kleinen Abmessungen und das geringe Gewicht der Messelemente erlauben es, Sondermessschneiden herzustellen, mit deren Hilfe bei einer Vielzahl von Prüfproblemen praxisnahe Dehnungsmessungen durchgeführt werden können. Diese Sondermessschneiden sind nach dem gleichen Prinzip wie die ASTM-Messschneiden aufgebaut.

Lieferumfang (im Kästchen)

- 1 Grundgerät mit 0,5 m Anschlusskabel
- 1 Paar Schneiden nach ASTM E-399
- 1 Paar Gegenschneiden
- 2 Anschlüsse und eine Anpressfeder
- 1 Perlonschnur mit Karabinerhaken

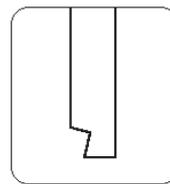


Bild 11: ASTM-Schneidenform

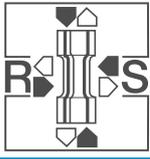
Befestigung an der Probe

Zur Anbringung an der Probe sind folgende Handgriffe durchzuführen:

- a) Beim Verwenden der Gegenschneiden sind diese an den Proben anzuschrauben und die Messbasis mit Hilfe eines Endmasses oder einer Hilfsvorrichtung auszurichten.
- b) Anschliessen des Aufnehmers an das Zuleitungskabel zum Messverstärker.
- c) Einhängen des Aufnehmers in die Gegenschneiden oder in die Messkanten der Probe durch Zusammendrücken der Aufnehmerschenkel.
- d) Abgleich des Messverstärkers auf die gegebenen Bedingungen.

Bei Probenbruch ist damit zu rechnen, dass sich der Aufnehmer von der Probe löst und herunterfällt. Mit Hilfe der Perlonschnur kann er vor Beschädigung geschützt werden.

Die Schnur wird in einer Bohrung in den Befestigungsschrauben der Abdeckhaube verknotet. Das andere Ende der Schnur ist mit einem Karabinerhaken versehen. Er muss an einer geeigneten Stelle (z.B. Spannzeug, Traverse) so befestigt werden, dass der Aufnehmer beim Herabfallen von der Schnur aufgefangen wird und an dieser aus der Probenebene herauspendelt.



Modell Typ x/o/u Version	Messbasis [mm]	Verformungs- Messbereich (Messweg) [mm]	Messfehler vom Endwert [± %]	Eigen- frequenz [Hz]	Gewicht [g]	Abmessungen		
						L [mm]	B [mm]	H [mm]
EXR 10-0,25	10	± 0,25	0,15	500	3 - 8	20	10	17
EXR 10-0,5	10	± 0,5	0,25	500	3 - 8	20	10	17
EXR 10-1	10	± 1	0,25	250	3 - 8	20	10	23
EXR 10-2	10	± 2	0,25	100	3 - 8	20	10	31
EXR 10-5	10	± 5	0,35	40	3 - 8	20	10	67
EXR 20-0,625	20	± 0,625	0,25	500	3 - 8	34	10	25
EXR 20-1,25	20	± 1,25	0,25	500	3 - 8	34	10	25
EXR 20-2,5	20	± 2,5	0,25	250	3 - 8	34	10	31
EXR 20-5	20	± 5	0,25	100	3 - 8	34	10	45
EXR 20-10	20	± 10	0,35	40	3 - 8	34	10	65
EXR 25-0,625	25	± 0,625	0,15	500	3 - 8	34	10	25
EXR 25-1,25	25	± 1,25	0,25	500	3 - 8	34	10	25
EXR 25-2,5	25	± 2,5	0,25	250	3 - 8	34	10	31
EXR 25-5	25	± 5	0,25	100	3 - 8	34	10	45
EXR 25-10	25	± 10	0,35	40	3 - 8	34	10	65
EXR 30-0,625	30	± 0,625	0,3	500	3 - 8	34	10	25
EXR 30-1,25	30	± 1,25	0,3	500	3 - 8	34	10	25
EXR 30-2,5	30	± 2,5	0,3	250	3 - 8	34	10	31
EXR 30-5	30	± 5	0,3	100	3 - 8	34	10	45
EXR 30-10	30	± 10	0,35	40	3 - 8	34	10	65
Clip-on								
		wahlweise						
EXRC 2	2	+ 3, +4, +5, +6	0,1	80	8	20	10	67
EXRC 3	3	+ 3, +4, +5, +6	0,1	80	8	20	10	67
EXRC 4	4	- 3, ±3, +4, +5, +6	0,1	80	8	20	10	67
EXRC 5	5	- 3,5, ±3, +4, +5, +6	0,1	80	8	20	10	67

Tabelle 7: Rissaufweitungsaufnehmer EXR/C, technische Daten

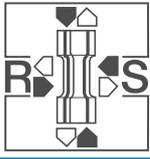
Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 8 und 9)

Mittels eines Zubehörbausatzes lassen sich Axialdehnungsaufnehmer in Rissaufweitungsaufnehmer umbauen.

Jedem Axialdehnungsaufnehmer ist ein Umbausatz zugeordnet.

Lieferumfang (im Kästchen)

- 2 Messschneiden
- 2 Gegenschneiden
- 1 Anpressfeder
- 2 Anschläge



Umbauarbeiten

Die Messschneiden mit den Anschlägen am vorhandenen Axialdehnungsaufnehmer werden entfernt und durch die Messschneiden mit angebauten Anschlägen aus dem Zubehörsatz ersetzt. Anschliessend wird die Andrückfeder eingehängt.

Zubehörsatz Messbasisverlängerer

Für Rissaufweitungsaufnehmer stehen die Messbasisverlängerer R10, R20, R25, R30 zur Verfügung. Hiermit können der Axialdehnungsaufnehmer EXA 10-1 in Rissaufweitungsaufnehmer EXR 10-1, und der Axialdehnungsaufnehmer EXA 25-2,5 in einen Rissaufweitungsaufnehmer EXR 25-2,5 umgebaut werden (techn. Daten siehe Tabelle 7).

Grundgerät x/o/u		EX 10-0,25	EX 10-0,5	EX 10-1	EX 10-2	EX 10-5
Zubehör-Satz	R10	±0,25	±0,5	±1	±2	±5

Tabelle 8: Umbausatz Rissaufweitungsaufnehmer EXR für Grundgerät EXA10-X

Grundgerät x/o/u		EX 25-0,625	EX 25-,125	EX 25-2,5	EX 25-5	EX 25-10
Zubehör-Satz	R20	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10
	R25	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10
	R30	±0,625	±1,25	±2,5	±5	±10

Tabelle 9: Umbausatz Rissaufweitungsaufnehmer EXR für Grundgerät EXA25-X

Lieferumfang (im Kästchen)

- 2 Verlängerungsschenkel
- 1 Anpressfeder
- 2 Messschneiden
- 2 Gegenschneiden
- 2 Anschläge
- div. Kleinteile

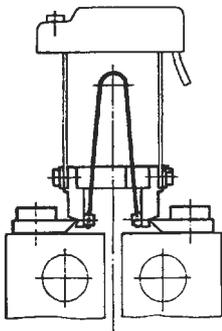
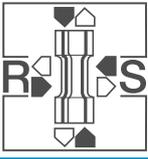


Bild 12: Rissaufweitungsaufnehmer EXR10-2 mit Gegenschneiden, die an einer CT-Probe befestigt sind



Umbauarbeiten

Die Messschneiden des Axialdehnungsaufnehmers werden entfernt. Das obere Ende der Verlängerungsschenkel wird mit den bereits montierten Anschlügen an den Schenkeln des Dehnungsaufnehmers und an das untere Ende die Messschneiden des Rissaufweitungsaufnehmers befestigt und die Anpressfeder eingehängt.

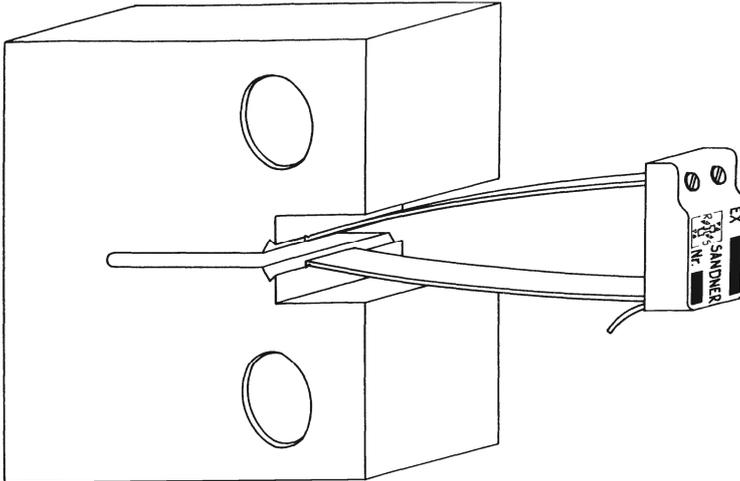
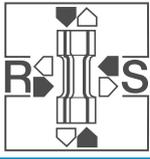


Bild 13: Clip-on Rissaufweitungsaufnehmer EXRC 4+6
mit in die CT-Probe eingearbeiteten Gegenschnitten



Querdehnungsaufnehmer EXD (Bild 14 und Tabelle 10...12)

Aufbau und Funktion

Querdehnungsaufnehmer werden zur Messung der Querschnittsverformung von Rund- und Flachproben verwendet. Sie sind selbstklemmend und benötigen daher keine besondere Halterung. Das Grundgerät ist in Querrichtung zur Prüfachse angeordnet.

Die Aufnehmergröße ist der Probenstärke angepasst. Der Halter des Grundgerätes ist mit Anschlägen zur Hubbegrenzung versehen. Die beiderseitigen Haltefedern mit den Messspitzen werden mit den Einstellmuttern an die Probenstärke angepasst.

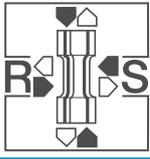
Der aufgesetzte Klemmbügel drückt den Aufnehmer spielfrei an die Probe.

Lieferumfang (im Kästchen)

- 1 Grundgerät mit 0,5 m Anschlusskabel
- 1 zweiteiliger Halter mit Anschlägen und Einstellmuttern
- 2 Paar Haltefedern mit Verstellspindel und Messdorn, für Rund- und Flachproben
- 1 Klemmbügel zur Aufnehmerbefestigung
- 1 Perlonschnur mit Karabinerhaken

Modell Typ x/o/u Version	Verstell- bereich Probenstärke [mm]	Verformungs- Messbereich [mm]	Messfehler vom Endwert [± %]	Eigen- frequenz [Hz]	Gewicht [g]	Abmessungen		
						L [mm]	B [mm]	H [mm]
EXD 8-0,25	1 - 8	± 0,25	± 0,35	90	14	40	32	28
EXD 8-0,5	1 - 8	± 0,5	± 0,35	90	14	40	32	28
EXD 8-1	1 - 8	± 1	± 0,35	80	16	40	32	32
EXD 15-0,5	5 - 15	± 0,5	± 0,35	90	20	51	39	36
EXD 15-1	5 - 15	± 1	± 0,35	90	20	51	39	36
EXD 15-1,5	5 - 15	± 1,5	± 0,35	80	22	51	39	39
EXD 30-1,25	15 - 30	± 1,25	± 0,35	90	26	73	47	45
EXD 30-2,5	15 - 30	± 2,5	± 0,35	90	26	73	47	45
EXD 30-4	15 - 30	± 4	± 0,35	80	29	73	47	49
EXD 45-2	30 - 45	± 2	± 0,35	70	41	95	53	65
EXD 45-4	30 - 45	± 4	± 0,35	70	41	95	53	65

Tabelle 10: Querdehnungsaufnehmer EXD, technische Daten



Befestigung an der Probe

- a) Wahl des Aufnehmers entsprechend der Probenstärke und des Messwegs.
- b) Wahl der Haltefedern mit Messspitzen je nach Probenart.
- c) Einbau der Haltefedern in die Grundgerätehalter. Dabei sind die Führungsspindeln von der Innenseite des Aufnehmers durch die Vierkantführung bis an die Einstellmutter zu schieben. Bei Verwendung der Haltefedern für Rundproben muss die Einführungsabschrägung der Haltefederbleche nach aussen zeigen. Durch Drehen der Mutter werden die Haltefedern weiter nach aussen gelegt. Bei den kleineren Aufnehmern müssen unter Umständen zum Einsetzen der Haltefedern die Verbindungsschrauben zwischen Grundgerät und Halter gelöst werden. Beim anschließenden Anziehen dieser Schrauben ist zu beachten, dass die Halter wieder genau auf die Mittenachsen ausgerichtet sind.
- d) Anschluss des Aufnehmers an den Messverstärker und Nullabgleich.
- e) Einsetzen des Klemmbügels in die Führungsspindel. Hierzu sind die Führungsspindeln so einzustellen, dass deren Enden 1 mm über die Einstellmutter hinausragen. Der Klemmbügel auf der Seite des Aufnehmerkabels wird in den Schlitz der Führungsspindel eingehängt und über den Aufnehmer hinweg so weit gespannt, dass die andere Seite in die gegenüberliegende Spindel eingehängt werden kann.
- f) Einstellen der Haltefedern auf die Probenstärke durch Verstellen der Einstellmutter. Dabei ist zu beachten, dass die Haltefedern symmetrisch zur Mittelachse eingestellt werden. Die Probenstärke wird zwischen den Spitzen gemessen.
- g) Anbringung des Aufnehmers an der Probe.
Bei Rundproben wird der Aufnehmer auf die Probe geschoben und ausgerichtet.
Bei Flachproben muss der Aufnehmer gegen die Federkraft des Klemmbügels auseinander gezogen, auf die Probe geschoben und ausgerichtet werden.
- h) Einstellen des gewünschten elektrischen Signals durch Drehen der Einstellmutter.
- i) Fixieren der Führungsspindel durch Anziehen der Klemmschrauben.
- j) Überprüfen der Lage des Aufnehmers auf der Probe und gegebenenfalls Korrektur der Ausrichtung.
- k) Feinabgleich des elektrischen Signals am Messverstärker.

Bei Prüfung mehrerer Proben mit gleichen Abmessungen sind bei jedem weiteren Versuch nur die Schritte g, j und k durchzuführen.

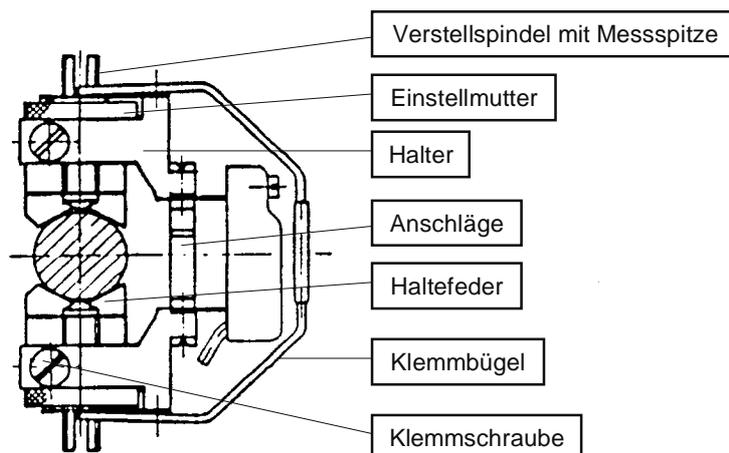
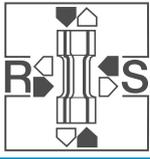


Bild 14: Aufbau Querdehnungsaufnehmer EXD15-1,5



Zubehör-Bausätze

Grundgerät x/o/u		EX 10-0,25	EX 10-0,5	EX 10-1	EX 10-2	EX 10-5
Zubehör-Satz	D8	±0,25	±0,5	±1		
	D15	±0,5	±1	±1,5		

Tabelle 11: Umbausatz Querdehnungsaufnehmer EXD für Grundgerät EXA10-X

Grundgerät x/o/u		EX 25-0,625	EX 25-1,25	EX 25-2,5	EX 25-5	EX 25-10
Zubehör-Satz	D30	±1,25	±2,5			
	D45	±2	±4			

Tabelle 12: Umbausatz Querdehnungsaufnehmer EXD für Grundgerät EXA25-X

Mit dem Zubehörsatz können Axialdehnungsaufnehmer in Querdehnungsaufnehmer umgebaut werden. Jedem Axialdehnungsaufnehmer ist ein Umbausatz zugeordnet.

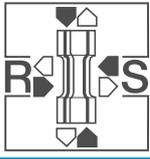
Lieferumfang (im Kästchen)

- 2 Halter mit Einstellmuttern
- 2 Anschläge
- 2 Haltefedern mit Verstellspindel und Messspitze für Rundproben
- 2 Haltefedern mit Verstellspindel und Messspitze für Flachproben
- 1 Klemmbügel

Umbauarbeiten

Vom vorhandenen Axialdehnungsaufnehmer werden die Messschneiden mit den Anschlägen entfernt und die Halter mit den angeschraubten Anschlägen so montiert, dass die Einstellmuttern nach aussen zeigen.

Die weiteren Montageschritte siehe Abschnitt "Befestigung an der Probe".



Querdehnungsaufnehmer EXH**D für Hochtemperaturversuche bis 1200°C (Bild 15, Tabelle 13 und 14)

Aufbau und Funktion

In Verbindung mit einem Hochtemperaturofen lassen sich mit dem Querdehnungsaufnehmer die diametralen Verformungen bei Hochtemperaturversuchen ermitteln.

Der Hochtemperatur-Querdehnungsaufnehmer besteht aus einem Quarzhalbtebügel sowie einem keramischen Messstab. Diese sind in 2 Haltern über spielfreie Federgelenke verbunden. Der Anpressdruck des Haltebügels bzw. Messstabs erfolgt über eine in ihrer Vorspannung veränderbaren Spiralfeder. Auf den beiden Haltern wird das jeweilige Extensometer-Grundgerät befestigt, das die diametrale Veränderung an der Probe in ein elektrisches Signal umwandelt.

Die Konstruktion des Aufnehmers erlaubt eine parallele Verschiebung zwischen Probe und Befestigung des Extensometers am Maschinenrahmen oder am Aufspanntisch.

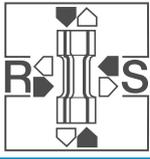
Des Weiteren besteht die Möglichkeit eines kombinierten Aufbaus mit einem Hochtemperatur-Axialdehnungsaufnehmer, so dass axiale und diametrale Dehnung gleichzeitig erfasst werden können.

Lieferumfang

- Querdehnungsaufnehmer EXH**D mit 0,5 m Anschlusskabel
- Übertragungsgestänge

Modell Typ	Verstellbereich Probenstärke [mm]	Verformungs- Messbereich [mm]	Messfehler vom Endwert [± %]	Eigen- frequenz [Hz]	Vorspann- kraft max. [N]	Gewicht [g]	Temperatur- bereich [°C]	Abmessungen		
								L [mm]	B [mm]	H [mm]
EXH 8-0,625D	1 - 8	± 0,625	0,1		20	280	1200	110	60	250
EXH 8-1,25D	1 - 8	± 1,25	0,35		20	280	1200	110	60	250
EXH 8-2,5D	1 - 8	± 2,5	0,2		20	280	1200	110	60	250
EXH 15-0,625D	5 - 15	± 0,625	0,1		20	280	1200	110	60	250
EXH 15-1,25D	5 - 15	± 1,25	0,35		20	280	1200	110	60	250
EXH 15-2,5D	5 - 15	± 2,5	0,2		20	280	1200	110	60	250
EXH 30-0,625D	15 - 30	± 0,625	0,1		20	280	1200	110	60	250
EXH 30-1,25D	15 - 30	± 1,25	0,35		20	280	1200	110	60	250
EXH 30-2,5D	15 - 30	± 2,5	0,2		20	280	1200	110	60	250

Tabelle 13: Querdehnungsaufnehmer bis 1200°C, technische Daten



Befestigung an der Probe

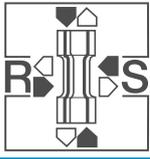
- a) Wahl des Aufnehmers entsprechend der Probenstärke und des Messwegs.
- b) Vorhandene Justageplatte in einen der beiden seitlichen Schlitze einführen, und das Übertragungsgestänge arretieren.
- c) Nach Lösen der Klemmschrauben auf der Ober- und Unterseite können die Messstäbe auf den jeweiligen Probendurchmesser eingestellt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Keramikschnede parallel zum Quarzhaltebügel und rechtwinklig zur Probenlängsachse justiert wird.
- d) Befestigung der Trägergrundplatte an der vorbereiteten Stelle am Maschinenrahmen oder Temperierkammer.
- e) Nach dem Entfernen der Justageplatte kann das Übertragungsgestänge mit Federelement in die Federteller eingesetzt werden, die auf den äusseren Schraubenfedern befestigt sind.
- f) Aufsetzen der inneren Schraubenfedern mit den zugehörigen Federtellern und Vorspannen mit den beiden inneren Rändelmuttern. Dabei ist darauf zu achten, dass der angedrehte Bund zur Zentrierung der Schraubenfeder dient.
- g) Beide Messstäbe rechtwinklig zur Probe ansetzen.
- h) Vorspannen des Federelements mit Hilfe der Rändelmuttern, so dass eine Federvorspannung des Haltebügels zur Probe hin erreicht wird. Der Federweg sollte je nach Probendurchmesser und Messweg nicht mehr als 4 mm betragen.
- i) Nach dem Überprüfen des korrekten Sitzes des Übertragungsgestänges und der Messstäbe, den Dehnungsaufnehmer mittels der Klemmfedern auf das Übertragungsgestänge montieren, so dass die Messschneiden in den Rillen der Messstabhalter sitzen.
- j) Nullabgleich und Verstärkungseinstellung am Messverstärker.

Bei Prüfung mehrerer Proben mit gleichen Abmessungen sind bei jedem weiteren Versuch nur die Schritte i und j durchzuführen.

Um Beschädigungen des Haltebügels und des Keramikstabs zu vermeiden, sollte der Aufnehmer nach Abschluss des Versuchs abgebaut werden. Beide Messstäbe sind auf Beschädigung zu prüfen, da sie extremer thermischer Belastung ausgesetzt sind. Wird eine Beschädigung am Haltebügel festgestellt, so ist dieser zu erneuern. Der Keramikstab ist an beiden Enden mit einem Spitzenwinkel von 90° versehen, so dass nach Lösen der Klemmschrauben die andere Seite verwendet werden kann. Sind beide Messspitzen beschädigt, können sie auf einer Rundschleifmaschine mit einer Diamantscheibe nachgeschliffen werden.

Zubehör-Bausätze (siehe Tabelle 14)

Verschiedene Axialdehnungsaufnehmer lassen sich durch Anbau von Zubehörbausätzen zu Hochtemperatur-Querdehnungsaufnehmern erweitern.



Umbauarbeiten

Der vorhandene Axialdehnungsaufnehmer wird auf das Übertragungsgestänge geklemmt (siehe Montage).

Grundgerät x/o/u		EX 25-0,625	EX 25-1,25	EX 25-2,5	EX 25-5	EX 25-10
Zubehör-Satz	H8D	±0,625	±1,25	±2,5		
	H15D	±0,625	±1,25	±2,5		
	H30D	±0,625	±1,25	±2,5		

Tabelle 14: Umbausatz Hochtemperatur-Querdehnungsaufnehmer EXH für Grundgerät EXA25-X

Lieferumfang

Übertragungsgestänge (im Kasten) bestehend aus:

- 1 Keramikstab
- 1 Quarzhaltebügel
- Befestigungsplatte
- Justageplatte
- 4 Rändelmuttern
- 4 Federteller
- 4 Spiralfedern
- 4 Klemmfedern

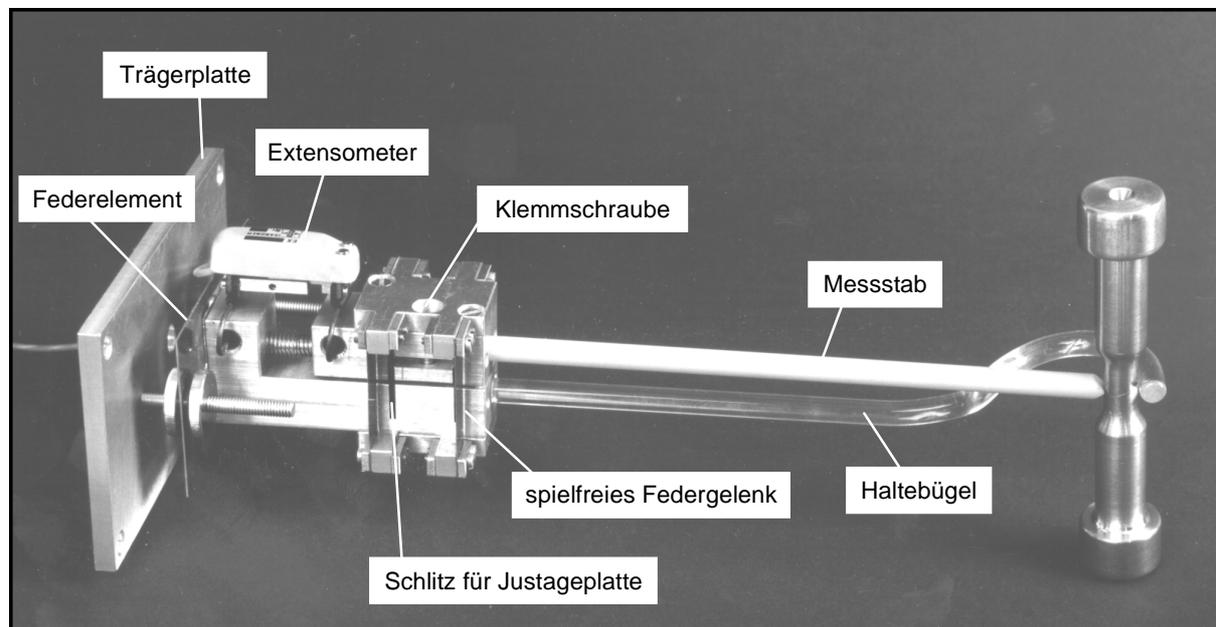
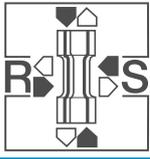


Bild 15: EXH15-0,625D für diametrale Hochtemperaturversuche bis 1200°C



Kalibriervorrichtung KE* (Bild 16 und 17)

Aufbau und Funktion

Die Kalibriervorrichtungen KE* sind mit einer Langzeit spielfreien Linearführung versehen, die über eine Präzisionsspindel verfahren wird. Über eine Bohrung im Schlittenaufbau ist die Vorspannung des Schlittens zum Abgleich des Spiels möglich. Nach Abgleich der Messbolzen auf den jeweiligen Verfahrensweg, wird der Schlitten mit Hilfe der Spindel, und bei dem Modell KEE mit Endmassen, auf Mittenposition gebracht. Anschliessend wird der Aufnehmer angesetzt, siehe hierzu näheres in dem entsprechenden Kapitel „Befestigung an der Probe (hier Messbolzen)“. Danach kann das Fehlerprotokoll für den jeweiligen Aufnehmer gemessen werden. Das Ermitteln der Hysterese sowie der Linearität kann in 10 Schritten erfolgen, wobei das Extensometer von -10V bis +10V in einem Zyklus verfahren wird. Die hieraus ermittelten Werte ergeben Mess- und Hysteresefehler zwischen Ist- und Sollwert.

Lieferumfang (im Kasten)

Kalibriervorrichtung KE*

Je nach Ausführung:

- KEM manuelle Verstellspindel
- KEM mit digitaler Verstellspindel
- KEE Endmasskasten Güteklasse 0
- Aufnahme für Axialdehnungsaufnehmer EXA
- " " Hochtemperaturaufnehmer EXH
- " " Rissaufweitungsaufnehmer EXR
- " " Querdehnungsaufnehmer EXD

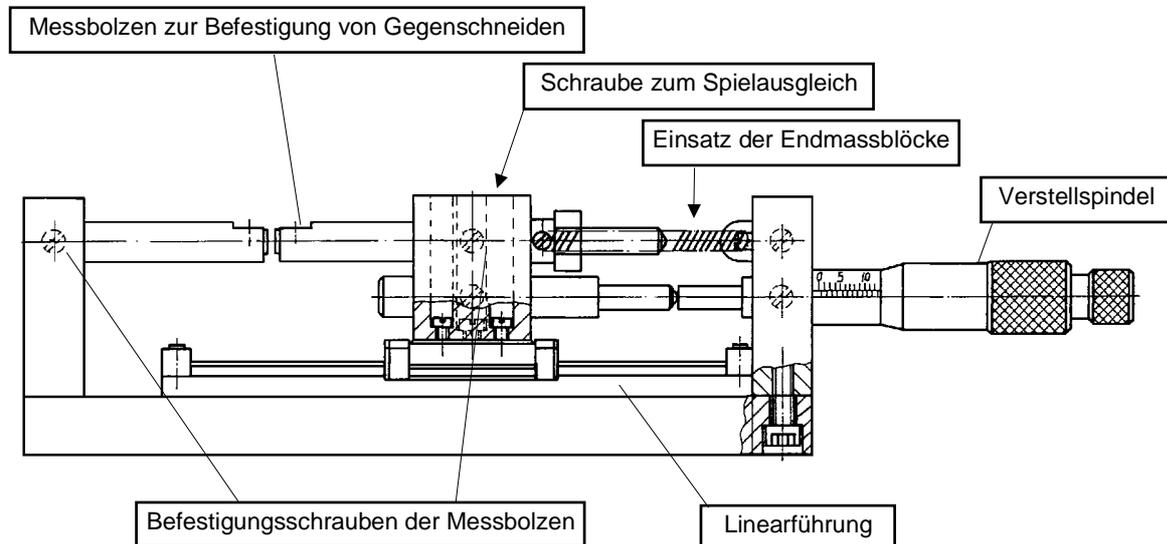
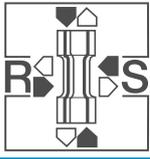


Bild 16: Kalibriervorrichtung KEE für Axialdehnungsaufnehmer EXA und Rissaufweitungsaufnehmer EXR



Zubehör-Bausätze

Zur Prüfung verschiedener Dehnungsaufnehmertypen lassen sich die Kalibriervorrichtungen der Baureihe KE* erweitern.

Lieferumfang

Umbausatz	EXD	EXH**A	EXR	EXH**D
Inhalt	- 2 Diametral-Messbolzen	- 4 Halter	- 2 Messbolzen mit Gegenschnitten	- 2 Diametral-Messbolzen - 1 Halter

Umbauarbeiten

Je nach Umbausatz werden die Messbolzen durch Lösen der Klemmschrauben ausgetauscht und der mitgelieferte Halter an der Kalibriervorrichtung montiert.

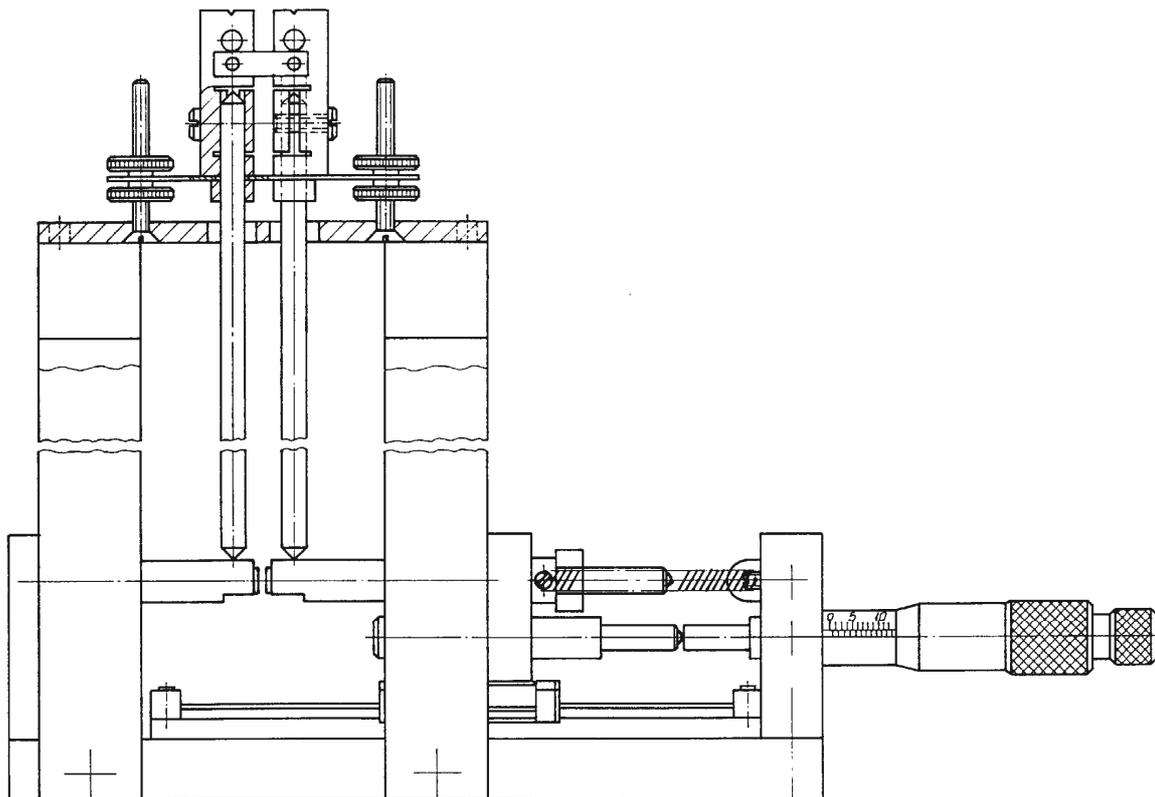


Bild 17: Kalibriervorrichtung KEE mit aufgesetztem Hochtemperaturbausatz EXH**A