

**DIN IEC 63203-401-1
(VDE 0750-33-1)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 31.080.99; 59.080.80

Einsprüche bis 2019-04-08

Entwurf

**Tragbare elektronische Geräte und Technologien –
Teil 401-1: Produkte und Systeme –
Funktionselemente – Bewertungsverfahren für dehnbare
Widerstandssensoren
(IEC 124/39/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Wearable electronic devices and technologies –
Part 401-1: Devices and Systems –
Functional elements – Evaluation method of the stretchable resistive strain sensor
(IEC 124/39/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-02-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 25 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
3.1 Begriffe	4
3.2 Symbole und Abkürzungen	5
4 Prüfling.....	5
4.1 Form des Prüflings des Dehnungssensors	5
4.2 Messung der Maße.....	6
4.3 Lagerung vor der Prüfung.....	6
5 Prüfverfahren und Prüfeinrichtung	6
5.1 Allgemeines	6
5.3 Einspannverfahren	9
6 Prüfverfahren und -umgebungen	9
6.1 Prüfverfahren.....	9
6.2 Prüfumgebungen	9
7 Messung von Leistungsfähigkeit und Dauerverhalten des Sensors	9
7.1 Allgemeines	9
7.2 Dehnungsfaktor	10
7.3 Antwortverhalten.....	10
7.4 Hysterese und Erholung	10
7.5 Weitere Gebrauchseigenschaften des Sensors	10
7.6 Zyklische Dauerprüfung.....	10
7.7 Auswirkungen von Temperatur und Luftfeuchte	10
8 Prüfbericht	11
Anhang A (informativ) Messung des Widerstandes von Dehnungssensoren	12
Literaturhinweise	13
Bilder	
Bild 1 – Form eines Prüflings des Dehnungssensors.....	6
Bild 2 – Prinzipdarstellung einer Zug-Prüfmaschine und des 2-Leiter-Messverfahrens	7
Bild 3 – Prinzipdarstellung einer Zug-Prüfmaschine und des 4-Leiter-Messverfahrens	8
Bild A.1 – Änderungen des elektrischen Widerstandes beim Auseinanderziehen des Dehnungssensors.....	12

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 124/39/CD:2018 „Wearable electronic devices and technologies – Part 401-1: Devices and Systems – Functional elements – Evaluation method of the stretchable resistive strain sensor“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 124 „Wearable electronic devices and technologies“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 802 „Wearables“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung

**Tragbare elektronische Geräte und Technologien –
Teil 401-1: Produkte und Systeme –
Funktionselemente – Bewertungsverfahren für dehnbare Widerstandssensoren**

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm / Dieser Teil von IEC 63203-401-1 legt ein Bewertungsverfahren für Widerstandsdehnungssensoren für tragbare elektronische Geräte fest. Dehnungssensoren sind Schlüsselbauelemente für Anwendungen in E-Skin und Echtzeitüberwachung menschlicher Aktivitäten. Dehnungssensoren können an der Kleidung oder am menschlichen Körper befestigt werden und unterscheiden sich von herkömmlichen Metallfolien-Dehnungsmessstreifen hinsichtlich Dehnungsverhältnis, Dehnbarkeit und Anwendung. Es gibt mehrere Typen von Dehnungssensoren, die abhängig vom eingesetzten Material resistiv, kapazitiv oder piezoelektrisch sind. Diese Norm trifft Festlegungen für resistive Ausführungen oder Dehnungssensoren mit Widerstandsänderung, welche aus einer widerstandsbehafteten Schicht bestehen, die auf eine nichtleitenden dehnbaren Unterlage aufgetragen oder geklebt wird.

Das Ziel dieser Norm ist die Festlegung der Prüfverfahren, die für die Bewertung der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Dehnungssensors zu bevorzugen sind. Dieses Standard-Prüfverfahren ist nicht zur Bewertung der physikalischen Eigenschaften des Sensorwerkstoffs, wie Elastizitätsmodul, Elastizitätsgrenze und Querkontraktionszahl (Poissonzahl) vorgesehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62047-22:2014, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 22: Electromechanical tensile test method for conductive thin films on flexible substrates*

IEC 62047-2:2006, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 2: Tensile testing method of thin film materials*

IEC 62951-1:2017, *Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices – Part 1: Bending test method for conductive thin films on flexible substrates*

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

Dehnungsfaktor

G_F

Quotient der Widerstandsänderung zur Längenänderung (Dehnung) entlang der Streckungsachse

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Dehnungsfaktor wird ausgedrückt mit $G_F = (R - R_0)/R_0 / e$, dabei ist R_0 der Anfangswiderstand bei nicht verformter Konfiguration, R ist der elektrische Widerstand in verformter Konfiguration und e ist die Zugdehnung.

IEC 62047-22: 2014, 3.1.1

3.1.2

Bruchdehnung

der Wert der mechanischen Dehnung, bei dem der elektrische Widerstand beginnt, einen definierten Grenzwert zu überschreiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei dehnbaren Widerstandsschichten beginnt der elektrische Widerstand einen definierten Grenzwert zu überschreiten und/oder tritt ein Bruch der Schicht auf, die auf Delaminierung oder Entstehung von Rissen oder Beschädigung des Substrates zurückzuführen ist.

3.1.3

dehnbares Substrat

Substrat, auf das die Widerstandsdünnschicht aufgetragen, geklebt oder befestigt wird, und welches im elastischen Bereich eine Dehnbarkeit von mindestens 10 % besitzt

3.1.4

Messlänge

Länge des dehnungsempfindlichen Abschnitts eines Dehnungssensors in Richtung der Messachse

3.2 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Einheit	Beschreibung
l_1	mm	Länge der Messlänge des Sensors
l_2	mm	Länge der dehnbaren Widerstandsdünnschicht
l_3	mm	Länge des dehnbaren Substrates
h_1	μm	Dicke der Widerstandsdünnschicht
h_2	μm	Dicke des dehnbaren Substrates
b	mm	Breite des dehnbaren Substrates
c	mm	Breite der Widerstandsdünnschicht

4 Prüfling

4.1 Form des Prüflings des Dehnungssensors

Die Form des zu prüfenden Dehnungssensors kann rechteckig oder quadratisch sein. Die Gesamtform des Prüflings ist ähnlich der Form, die in IEC 62047-22:2014, 3.2 für Zugprüfungen dargestellt ist. Der Prüfling hat ein dehnbares Substrat und die Widerstandsdünnschicht ist auf diesem dehnbaren Substrat aufgetragen oder auf einer Einzelschicht eines Widerstandskompositwerkstoffs. Die Form des Prüflings ist in [Bild 1](#) dargestellt. Die Länge der dehnbaren Widerstandsdünnschicht l_2 kann dieselbe wie die Länge des dehnbaren Substrates l_3 sein. Die Breite des dehnbaren Substrates b ist größer als oder gleich der Breite der Widerstandsdünnschicht c .

Für eine gleichmäßige Dehnungsverteilung muss eine rechteckige Streifenform empfohlen werden. Der elektrische Widerstand muss in einem Bereich mit nahezu gleicher Dehnung innerhalb der Messlänge gemessen werden, weil die Änderung des elektrischen Widerstandes auf die Dehnung bezogen wird.

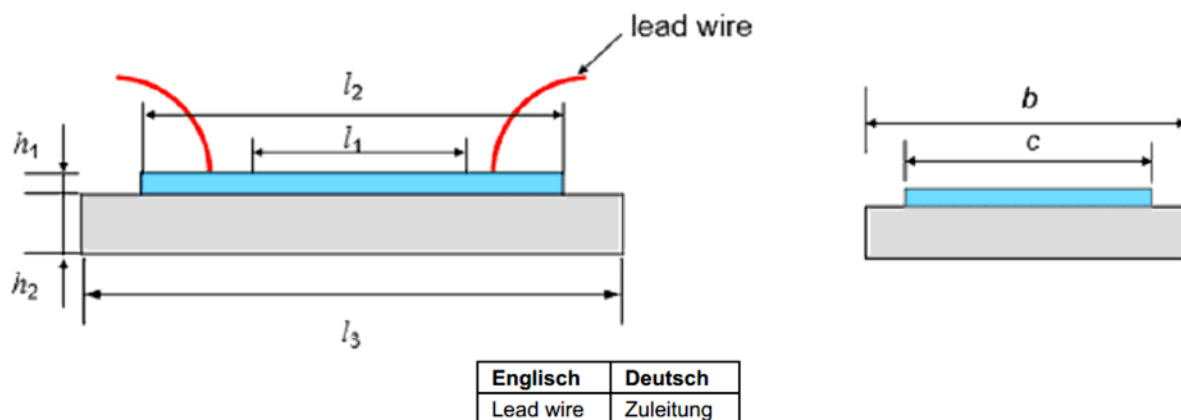


Bild 1 – Form eines Prüflings des Dehnungssensors

4.2 Messung der Maße

Die Dicke und die Breite des Dehnungssensors einschließlich der Widerstandsdünnschicht und des dehnbaren Substrates müssen genau gemessen werden, weil diese Maße zur Bestimmung der mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Dehnungssensors verwendet werden. Jeder Prüfling sollte direkt gemessen werden. Die Maße des Prüflings müssen genau mit einem maximalen Fehler von $\pm 1\%$ für die Dicke und $\pm 5\%$ für die Breite bestimmt werden. Die Dickenmessung muss nach IEC 62047-2:2006, Abschnitt 4 und Anhang C durchgeführt werden. Es kann einige Kombinationen von Dünnschicht und Substrat geben, bei denen es schwierig ist, die Toleranzanforderungen für die Dickenmessung einzuhalten. In diesen Fällen sollten der Mittelwert und die Standardabweichung der Dickenmessung aufgezeichnet werden.

4.3 Lagerung vor der Prüfung

Bei Widerstandsdünnschichten und Polymer- oder Elastomersubstraten kann die Lagerungsumgebung die elektrischen Eigenschaften des Sensors beeinflussen. Die Oxidation des Sensormaterials hat schädliche Auswirkungen auf die elektrischen Eigenschaften des Sensors. Bei längeren Dauern zwischen dem Vorbereitungsabschluss und der Prüfung sollte bei der Lagerung der Sensorprüflinge besonders sorgfältig vorgegangen werden, und die Prüflinge sollten mit geeigneten Mitteln untersucht werden, um sicherzustellen, dass ihre Oberflächen durch die Lagerung keine Eigenschaftsminderung erfahren haben. Wenn eine Eigenschaftsminderung beobachtet wird, die nach der Vorbereitung der Prüflinge nicht vorhanden war, darf die Prüfung nicht durchgeführt werden.

5 Prüfverfahren und Prüfeinrichtung

5.1 Allgemeines

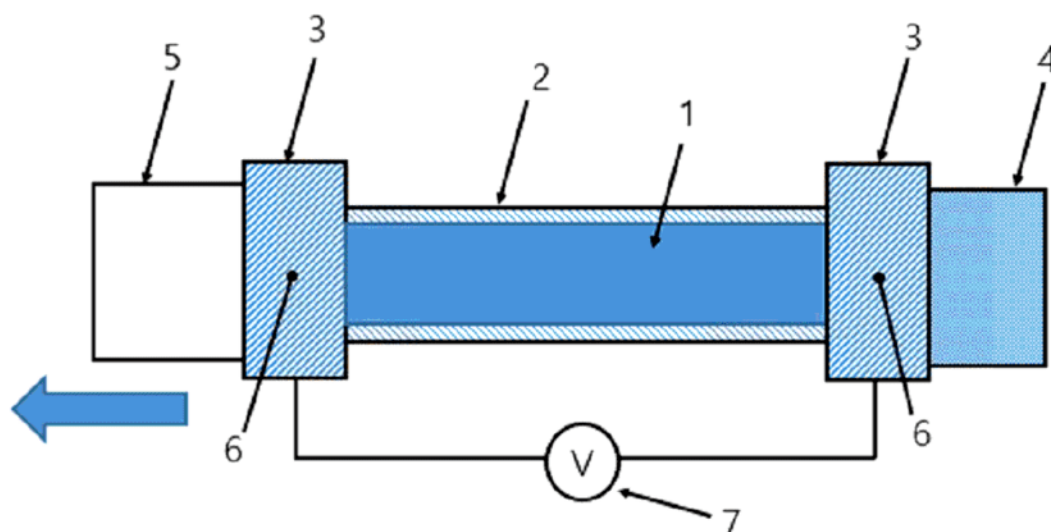
Die Prüfung wird durchgeführt, indem der Prüfling mit einer Zugspannung beansprucht wird. Die Zugdehnung, die durch die Zugbeanspruchung verursacht wird, muss in einem vorher festgelegten Messabschnitt im elastischen Bereich des Substrates oder des Dünnschicht-Widerstandsmaterials gleichförmig sein. Der Messabschnitt muss sorgfältig ausgewählt werden, um die elektrische Widerstandsänderung zusammen mit der Änderung der mechanischen Dehnung zu messen. Der Abschnitt zum Messen der mechanischen Dehnung muss mit dem Abschnitt zum Messen des elektrischen Widerstands übereinstimmen oder zu diesem skalierbar sein.

5.2 Prüfeinrichtung und Messung

Die Prüfeinrichtung ist ähnlich der einer konventionellen Zug-Prüfeinrichtung bis auf die Tatsache, dass der elektrische Widerstand während der Prüfbeanspruchung gemessen werden kann. Empfohlen wird eine Prüfeinrichtung, mit der gut einstellbare Beanspruchungen und mechanische Spannungen auf die eingespannten Prüflinge mit vorgeschriebenen Dehnungsraten angewendet werden können. Der elektrische Widerstand muss in einem Bereich mit nahezu gleicher Dehnung gemessen werden, weil die Änderung des

elektrischen Widerstandes auf die Dehnung oder Beanspruchung bezogen wird. Die elektrische Messschaltung kann ein 2-Leiter- oder 4-Leiter-Messverfahren sein und hängt von der Größe des elektrischen Widerstands des Sensors ab. Bei einem Sensor mit einem elektrischen Widerstand größer als 1 k Ω kann zweckmäßig ein 2-Leiter-Verfahren angewendet werden. Bei einem Sensor mit einem elektrischen Widerstand kleiner als 1 k Ω muss das 4-Leiter-Verfahren angewendet werden, um Kontakt- und Zuleitungswiderstände zu eliminieren.

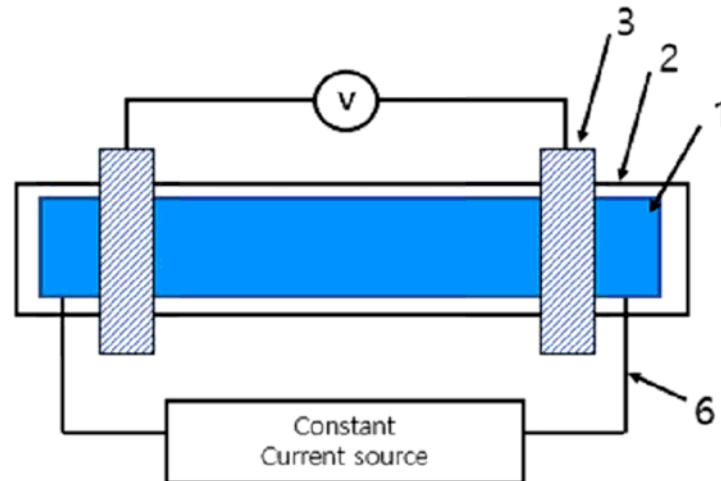
Eine Prinzipdarstellung für das 2-Leiter-Verfahren und die Prüfeinrichtung ist in Bild 2 dargestellt. Die Prüfmaschine besteht aus Prüflingshalterungen, Kraftmessdose, Spannungsmessgerät, Motor oder Stellantrieb und Zuleitungen (oder Elektroden). Für die Messung des elektrischen Widerstands wird eine Zug-Prüflingshalterung mit elektrischen Kontakten verwendet. Die Zug-Prüflingshalterung muss verwendet werden nach IEC 62047-2:2006, Bild 1 und nach IEC 62047-22:2014, Bild 3. Metallische Abgreifklammern können ebenso verwendet werden, deren Oberfläche zur Verringerung des Kontaktübergangswiderstands mit Gold beschichtet sein muss. Eine Prinzipdarstellung für das 4-Leiter-Verfahren und die Prüfeinrichtung ist in Bild 3 dargestellt. Der Anfangs-Prüfaufbau ist in Bild 3a) und der Prüfaufbau während der Dehnung ist in Bild 3b) dargestellt. Der Messaufbau besteht aus Spannungsmessgerät, Konstantstromquelle und Zuleitungen. Beispiele für den Sensorwiderstand oder Änderungen des Widerstands während der Dehnungsprüfung werden in Anhang A dargestellt.



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------|---|--------------------|
| 1 | Sensorwiderstandsmaterial | 2 | Dehnbares Substrat |
| 3 | Prüflingshalterung | 4 | Kraftmessdose |
| 5 | Motor oder Stellantrieb | 6 | Zuleitung |
| 7 | Spannungsmessgerät | | |

Bild 2 – Prinzipdarstellung einer Zug-Prüfmaschine und des 2-Leiter-Messverfahrens

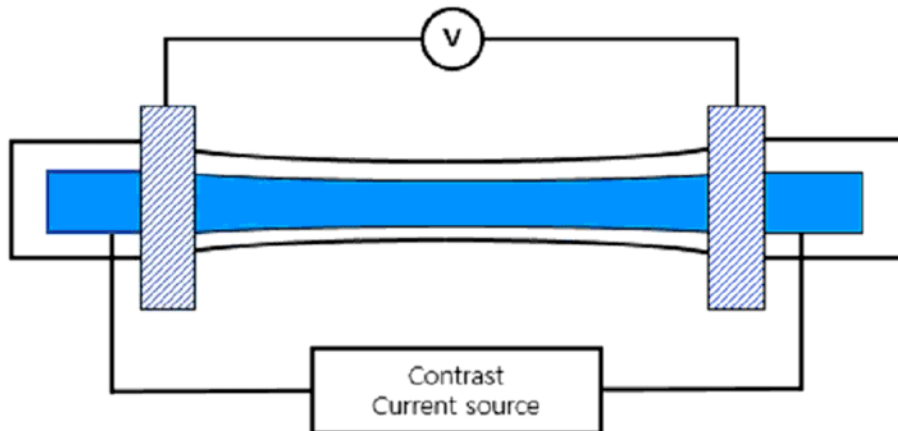


Englisch	Deutsch
Constant Current source	Konstantstromquelle

Legende

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 1 Sensorwiderstandsmaterial | 2 Dehnbares Substrat |
| 3 Prüflingshalterung | 6 Zuleitung |

a) Anfangs-Prüfaufbau und Anwendung des 4-Leiter-Verfahrens



Englisch	Deutsch
Constant Current source	Konstantstromquelle

b) Prüfaufbau während der Dehnung und Anwendung des 4-Leiter-Verfahrens

Bild 3 – Prinzipdarstellung einer Zug-Prüfmaschine und des 4-Leiter-Messverfahrens

Die Veränderungen des Sensorwiderstandes können nach verschiedenen eingeführten Verfahren mit ausreichender Auflösung und Genauigkeit gemessen werden. Im Allgemeinen darf jedes zweckmäßige Verfahren angewendet werden, nachdem nachgewiesen wurde, dass mit der speziellen Kombination von Messgeräten und Komponenten die geforderte Genauigkeit erreicht werden kann. Beispielsweise kann eine Wheatstone-Brücke verwendet werden, um die Empfindlichkeit und Genauigkeit zu erhöhen und die temperaturabhängige Empfindlichkeit zu kompensieren. Ein einfaches Verfahren zur Messung des elektrischen Widerstandes des Sensors muss nach IEC 62951-1:2017, 5.3 durchgeführt werden.