

# Leseprobe

**Christiani**

Technisches Institut für  
Aus- und Weiterbildung

## Längenprüftechnik 2

*Begleitheft für*

*den Ausbilder*



Bestell-Nr. 80486  
ISBN 978-3-87125-045-3

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG  
[www.christiani.de](http://www.christiani.de)

### Inhaltsverzeichnis

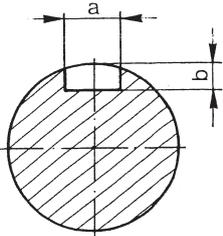
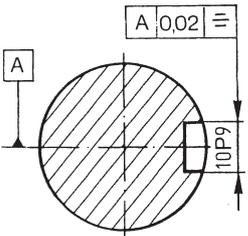
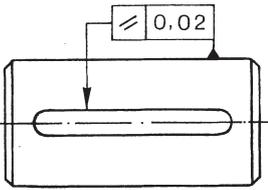
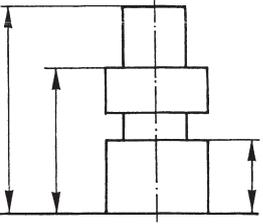
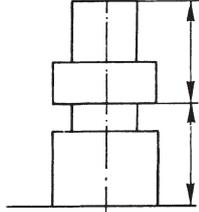
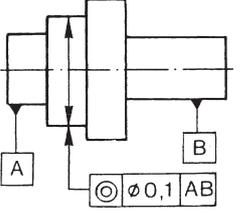
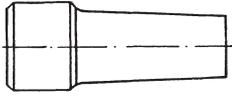
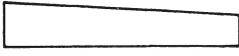
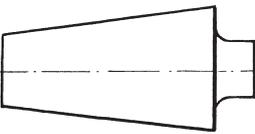
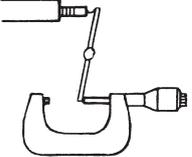
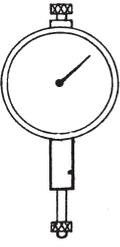
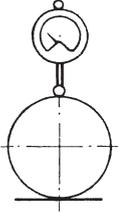
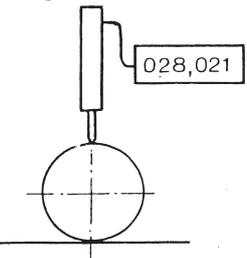
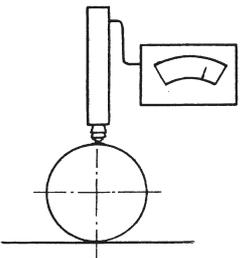
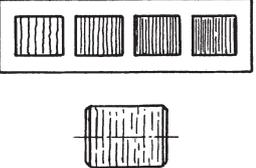
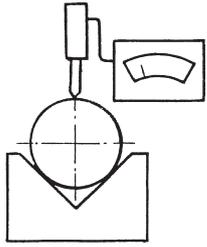
|   |    |
|---|----|
| Einführung in die Übungsreihe . . . . .   | 7  |
| Tabelle der Übungen (Übersicht) . . . . .   | 8  |
| Prüfen von Wellennuten, Nutbreite und Nuttiefe<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 1 . . . . .   | 9  |
| Prüfen von Wellennuten, Mittigkeit<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 2 . . . . .   | 13 |
| Prüfen von Wellennuten, Parallelität<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 3 . . . . .   | 17 |
| Mehrstellenmessung, Werkstückfläche als Bezugsebene<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 4 . . . . .  | 21 |
| Mehrstellenmessung, Längenmaße mit gemeinsamer Bezugskante<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 5 . . . . .   | 25 |
| Mehrstellenmessung, Koaxialität<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 6 . . . . .  | 29 |
| Prüfen von Kegeln<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 7 . . . . .  | 33 |
| Prüfen von Keilen mit Winkelendmaßen<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 8 . . . . .   | 37 |
| Prüfen von Außenkegeln mit dem Sinuslineal<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 9 . . . . .   | 39 |
| Prüfen der Meßkraft von Bügelmeßschrauben<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 10 . . . . .   | 41 |
| Prüfung einer Meßuhr<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 11 . . . . .  | 47 |
| Messen einer Welle mit einem mechanischen Feinzeiger oder einer Meßuhr<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 12 . . . . .                                  | 51 |
| Elektrische Längenmessung, digitale Meßwerterfassung, opto-elektrisches Meßverfahren,<br>Ziffernanzeige<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 13 . . . . . | 53 |
| Elektrische Längenmessung, analoge Meßwerterfassung, induktives Meßverfahren, Skalenanzeige<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 14 . . . . .             | 57 |
| Einschätzung der Rauheit mit Oberflächenvergleichsmustern<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 15 . . . . .   | 59 |
| Formabweichung an einem zylindrischen Werkstück<br>Hinweise und Lösungen zur Übung 16 . . . . .   | 65 |

Mit diesem Band erscheint nun die Fortsetzung zur Längenprüftechnik I. Der Band ist für Lernende bestimmt, die mit Meßgeräten kleiner Meßunsicherheit umgehen sollen. Im Gegensatz zu anderen Übungsreihen ist der Aufbau von Längenprüftechnik II nicht streng nach dem didaktischen Prinzip vom Einfachen zum Schwierigen aufgebaut. Die Übungen sind etwa alle gleich schwierig. Die Schwerpunkte der Handhabung sind jeweils verschieden. Da die Übungen bis auf die ersten neun unabhängig voneinander aufgebaut sind, kann der Ausbilder sich einzelne Übungen auswählen.

Für die Mithilfe bei der Entwicklung danken wir den beteiligten Firmen, den Gutachtern und dem Berufsförderungszentrum Essen. Für kritische Anmerkungen ist das Bundesinstitut wie immer dankbar. Nur Hinweise aus der Praxis können zur Verbesserung beitragen.

Bundesinstitut für Berufsbildung

Tabelle der Übungen  
 (Unmaßstäblich)

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p><b>Übung 1</b></p>  <p>Prüfen von Wellennuten<br/>Breite und Tiefe</p>                         | <p><b>Übung 2</b></p>  <p>Prüfen von Wellennuten<br/>Mittigkeit</p>                    | <p><b>Übung 3</b></p>  <p>Prüfen von Wellennuten<br/>Parallelität</p>                                | <p><b>Übung 4</b></p>  <p>Mehrstellenmessung<br/>Werkstückfläche<br/>als Bezugsebene</p>      |
| <p><b>Übung 5</b></p>  <p>Mehrstellenmessung<br/>Längenmaße mit<br/>gemeinsamer Bezugskante</p> | <p><b>Übung 6</b></p>  <p>Mehrstellenmessung<br/>Koaxialität</p>                     | <p><b>Übung 7</b></p>  <p>Prüfen von Kegeln</p>  | <p><b>Übung 8</b></p>  <p>Prüfen von Keilen mit<br/>Winkelendmaßen</p>                      |
| <p><b>Übung 9</b></p>  <p>Prüfen von Außenkegeln<br/>mit dem Sinuslineal</p>                    | <p><b>Übung 10</b></p>  <p>Prüfen der Meßkraft<br/>von Bügelmeßschrauben</p>         | <p><b>Übung 11</b></p>  <p>Prüfen einer Meßuhr</p>   | <p><b>Übung 12</b></p>  <p>Messen einer Welle mit<br/>einem mechanischen<br/>Feinzeiger</p> |
| <p><b>Übung 13</b></p>  <p>Messen einer Welle mit<br/>einem digitalen Meßtaster</p>             | <p><b>Übung 14</b></p>  <p>Messen einer Welle mit<br/>einem induktiven Meßtaster</p> | <p><b>Übung 15</b></p>  <p>Einschätzung der Rauheit<br/>mit Oberflächenvergleichs-<br/>mustern</p> | <p><b>Übung 16</b></p>  <p>Formabweichung</p>   |

### Parallelität in Längsrichtung Hinweise und Lösungen zur Übung 3

Längenprüftechnik II  
Übung 3

Der Aufbau des Meßzeughalters sollte vor dem eigentlichen Meßvorgang besprochen werden.

Die Welle muß während des Ausrichtens und des Festspannens festgehalten werden.

Nach dem Festspannen ist die Lage des Parallelstückes noch einmal mit Hilfe der Meßuhr zu überprüfen.

Die bei nicht ausgerichtetem Parallelstück auftretende Fehlermöglichkeit (Bild 1) ist vorher zu besprechen.

Die Meßuhr muß während des Meßvorganges gleichmäßig bewegt werden.

In der Übung wird die Parallelität der Nut zur Mantellinie gemessen. Die Parallelität zur Mittelachse wird, wie in Bild 2 angegeben, toleriert.

Fachlich angreifbar ist das Festsetzen des Parallelstückes durch Endmaße. Man kann mit Recht einwenden, daß hier Endmaße – an sich hochwertige Maßverkörperungen – als Klemmwerkzeuge mißbraucht werden. Für diesen Zweck bietet der Handel geschlitzte „Meßkeile“ an. Wenn schon Endmaße genommen werden müssen, sollte unbedingt ein abgenutzter Satz für diesen Zweck verwendet werden. Außerdem sollten die Auszubildenden über diesen Lapsus aufgeklärt werden.

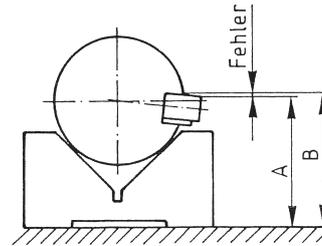


Bild 1 Meßfehler durch Schiefelage des Parallelstücks

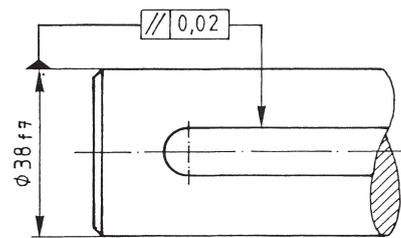


Bild 2 Parallelität zur Mittelachse

#### Lösungen:

1.  D
2.  C
3.  A

### Mehrstellenmeßeinrichtung – Koaxialität

Hinweise und Lösungen zur Übung 6

Längenprüftechnik II  
Übung 6

In dieser Übung wurde auf eine ausführliche Aufbauanleitung verzichtet.

Der Teilnehmer müßte nach den beiden vorhergegangenen Übungen in der Lage sein, diese Mehrstellenmeßeinrichtung nach einer Zeichnung selbständig aufzubauen.

Sollte sich nach der Montage der Mehrstellenmeßeinrichtung herausstellen, daß der bewegliche Meßarm VCC zu hoch oder zu niedrig montiert wurde, so muß der Meßaufbau noch einmal vom Ständer VVX abgebaut werden. Danach kann der Gewindestift des beweglichen Meßarmes VCC gelöst und der bewegliche Meßarm VCC verstellt werden.

Die Justierung wurde dagegen ausführlich beschrieben, da sie einiges an Geschick erfordert. Der Teilnehmer sollte in dieser Phase besonders betreut werden.

Falls noch andere Norm-Bauelemente zur Verfügung stehen, kann die Meßvorrichtung auch so aufgebaut werden, daß die Koaxialität direkt gemessen werden kann. Die Meßuhr muß dazu an der feststehenden Säule befestigt werden (Bild 1). Die Umlenkung über den Hebelarm empfiehlt sich trotzdem, da sonst die Meßuhren verhältnismäßig weit auseinander stehen müßten. Selbst wenn die Meßuhren Rücken an Rücken montiert würden, ergäbe sich ein Abstand von fast 20 mm. Außerdem wäre die Ablesung dann unbequem.

Falls noch andere Norm-Bauelemente zur Verfügung stehen, kann die Meßvorrichtung auch so aufgebaut werden, daß die Koaxialitätsabweichung direkt gemessen werden kann. Die Meßuhr muß dazu an dem feststehenden Tisch VVX oder an VKA befestigt werden.

Die Umlenkung über den Hebelarm empfiehlt sich trotzdem, da sonst die Meßuhren verhältnismäßig weit auseinander stehen müßten. Selbst wenn die Meßuhren praktisch Rücken an Rücken montiert werden, ergibt sich ein Abstand von fast 20 mm. Außerdem ist dann natürlich die Ablesung unbequem.

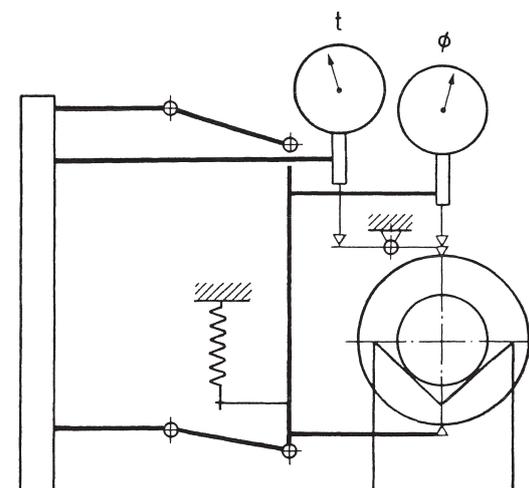


Bild 1 Bei diesem Meßaufbau kann die Koaxialitätsabweichung direkt abgelesen werden.

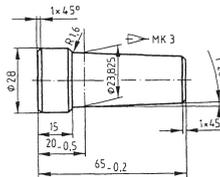
#### Lösungen

1. Mehrstellenmeßeinrichtung
2. zum Justieren oder Einstellen
3.  C
4.  B

Kontrollblatt

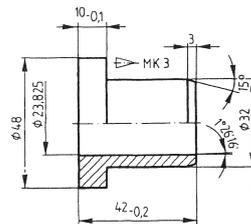
Längenprüftechnik II  
 Übung 7

Teil 1



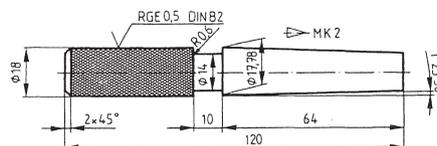
| Werkstück<br>Nr. | Kegelwinkel |          | Kegelform |          | Kegeldurchmesser |          | Werkstück |          |
|------------------|-------------|----------|-----------|----------|------------------|----------|-----------|----------|
|                  | Gut         | Ausschuß | Gut       | Ausschuß | Gut              | Ausschuß | Gut       | Ausschuß |
| Beispiel         | X           |          | X         |          |                  | X        |           | X        |
| 1                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 2                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 3                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 4                |             |          |           |          |                  |          |           |          |

Teil 2



| Werkstück<br>Nr. | Kegelwinkel |          | Kegelform |          | Kegeldurchmesser |          | Werkstück |          |
|------------------|-------------|----------|-----------|----------|------------------|----------|-----------|----------|
|                  | Gut         | Ausschuß | Gut       | Ausschuß | Gut              | Ausschuß | Gut       | Ausschuß |
| Beispiel         | X           |          | X         |          | X                |          | X         |          |
| 1                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 2                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 3                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 4                |             |          |           |          |                  |          |           |          |

Teil 3



| Werkstück<br>Nr. | Kegelwinkel |          | Kegelform |          | Kegeldurchmesser |          | Werkstück |          |
|------------------|-------------|----------|-----------|----------|------------------|----------|-----------|----------|
|                  | Gut         | Ausschuß | Gut       | Ausschuß | Gut              | Ausschuß | Gut       | Ausschuß |
| Beispiel         | X           |          | X         |          |                  | X        |           | X        |
| 1                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 2                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 3                |             |          |           |          |                  |          |           |          |
| 4                |             |          |           |          |                  |          |           |          |

**Elektrische Längenmessung, digitale Meßwerterfassung, opto-elektrisches Meßverfahren**

Hinweise und Lösungen zur Übung 13

Längenprüftechnik II  
 Übung 13

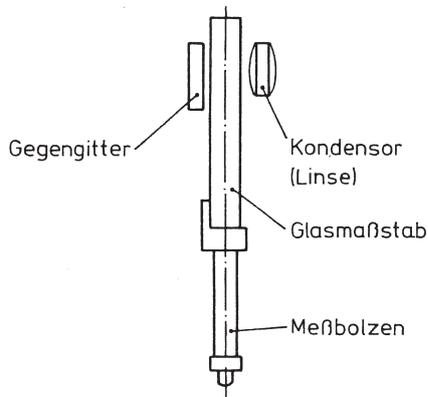
Die beiden anderen der insgesamt vier Fotoelemente dienen nur noch der Vorwärts- oder Rückwärtserkennung, also ob der Glasmaßstab ein- oder ausfährt. Sie sind in ihrem Aufbau identisch mit A und B. Beide sind aber um  $90^\circ$  (oder  $2,5 \mu\text{m}$ ) gegenüber A und B verschoben (Bild 9).

Wenn die Spannungen dazu rechteckförmig aufgetragen werden, erkennt man wieder die phasenverschobenen Impulse (Bild 10). Eilt nun der Anstieg von Signal AB – von links nach rechts gesehen – vor, so werden die Impulse addiert, eilt Signal 2 vor, so werden sie subtrahiert.

**Lösungen**

1. – die Anzeige erfolgt durch Zahlen (Ziffern)  
 – die Anzeige erfolgt in Zifferschritten  
 – die Anzeige der letzten Stelle erfolgt schrittweise (ähnlich lautende Antworten sind auch richtig.)

2.



3.  $1 \mu\text{m}$

4. a) Größtmaß 28,000 mm  
 Kleinstmaß 27,987 mm  
 b) Die Frage muß individuell beantwortet werden  
 c) An dieser Aufgabe können sich die Geistescheiden. Wenn man rein nach der Zahlenangabe geht, wird das Maß durch Toleranz abgedeckt. Da die Messung aber mit einer Unsicherheit von  $1 \mu\text{m}$  behaftet ist, ist es durchaus möglich, daß das Maß auch kleiner als 27,987 ist. Man wird in der Praxis Rücksprache mit der Konstruktion nehmen, um diesen Fall zu klären. Wenn das nicht möglich ist, sollte die Welle nicht ausgeliefert werden.

**Soll-Maße**

Es sind Wellen  $\varnothing 28 \text{ h}6$  anzustreben. Aber auch Wellen außerhalb der Toleranz können für die Messung verwendet werden.

56

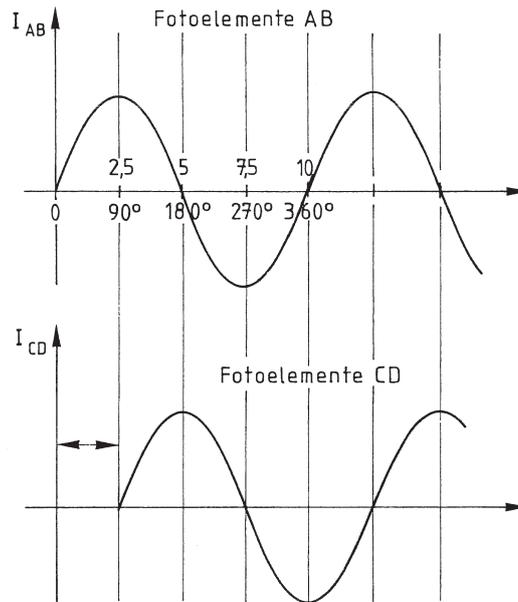


Bild 9 Fotoelementstrom von CD ist zu AB um  $90^\circ$  phasenverschoben

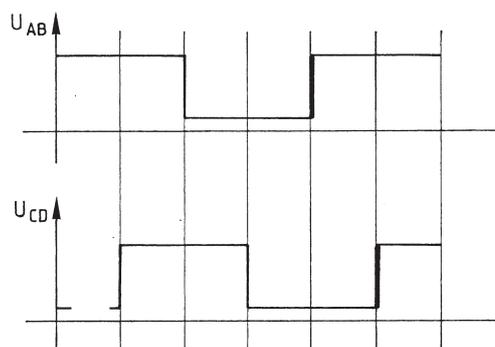


Bild 10 Signal AB eilt vor, die Impulse werden addiert