

Prüfungsbuch Metall

Technologie - Technische Mathematik - Technische Kommunikation - Wirtschafts- und Sozialkunde

von

Max Heinzler, Eckhard Ignatowitz, Ullrich Kinz, Reinhard Vetter

1. Auflage

Europa Lehrmittel 2011

Verlag C.H. Beck im Internet:

www.beck.de

ISBN 978 3 8085 1258 6



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Prüfungsbuch Metall

Heinzler

Dr. Ignatowitz

Kinz

Vetter

28. neu bearbeitete Auflage

Technologie
Technische Mathematik
Technische Kommunikation
Wirtschafts- und Sozialkunde

- Fragen mit Antworten und Erklärungen
- Testaufgaben mit Auswahlantworten
- Rechenaufgaben mit Lösungen
- Prüfungseinheiten zu Lernprojekten
- Lösungen der Testaufgaben und Prüfungseinheiten

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 10269

Die Autoren des Prüfungsbuchs Metall:

Heinzler, Max	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Wangen im Allgäu
Ignatowitz, Eckhard	Dr.-Ing., Studienrat	Waldbronn
Kinz, Ullrich	Studiendirektor	Groß-Umstadt
Vetter, Reinhard	Studiendirektor	Ottobeuren

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Dr. Eckhard Ignatowitz

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Das vorliegende Buch wurde auf der **Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibregeln** und unter Berücksichtigung des lernfeldorientierten Lehrplans der Kultusministerkonferenz (KMK) für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker(in) erstellt.

28. Auflage 2011

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1258-6

Umschlaggestaltung unter Verwendung eines Fotos der Firma Alzmetall / Altenmarkt

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2011 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com

Druck: Konrad Triltsch Druck und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

Das **PRÜFUNGSBUCH METALL** in der vorliegenden 28. Auflage bezieht sich auf die Lerninhalte der 56. Auflage **FACHKUNDE METALL**.

Das **PRÜFUNGSBUCH METALL** ergänzt die **FACHKUNDE METALL** durch eine systematische Lernzielkontrolle des dort behandelten Lernstoffs.

Es kann aber auch mit **anderen Fachbüchern** gleicher Zielsetzung benutzt werden und ist zur Begleitung des **lernfeldorientierten Unterrichts** geeignet.

Das **PRÜFUNGSBUCH METALL** dient zur Kenntnisfestigung vor **Klassenarbeiten** in Berufs- und Fachschulen sowie zur Vorbereitung auf **Abschlussprüfungen** für Facharbeiter, Techniker und Meister des Berufsfeldes Metall.

Der Inhalt des Buches umfasst den gesamten Prüfungsstoff für metalltechnische Berufe. Der Schwerpunkt der Inhalte liegt auf dem Sachgebiet **Technologie** (Teil I). Daneben enthält das Buch auch Aufgaben zur **technischen Mathematik** (Teil II), zur **technischen Kommunikation (Arbeitsplanung)** (Teil III) und zur **Wirtschafts- und Sozialkunde** (Teil IV).

Der gesamte Inhalt der Teile I bis IV ist nach Sachgebieten gegliedert und erlaubt damit ein gezieltes Vorbereiten auf einzelne Wissensbereiche oder Lernfelder.

Teil I Technologie

Teil I enthält alle **Wiederholungsfragen** aus der 56. Auflage der **FACHKUNDE METALL** und zusätzlich **ergänzende Fragen** sowie am Ende jedes Großkapitels **Testaufgaben** mit Auswahlantworten. Zu den Fragen sind, farblich abgesetzt, die Antworten gegeben. Zusätzliche Erläuterungen und eine reichhaltige Ausstattung mit Bildern vertiefen den Lernerfolg.

Teil II Technische Mathematik

Teil II enthält im ersten Abschnitt Aufgaben mit ausgearbeiteten Lösungsvorschlägen. Der zweite Abschnitt besteht aus Testaufgaben mit Auswahlösungen.

Teil III Technische Kommunikation (Arbeitsplanung)

Teil III enthält zu einem **Lernprojekt** Fragen bzw. Aufgaben mit ausgearbeiteten Antworten sowie Testaufgaben mit Auswahlantworten.

Teil IV Wirtschafts- und Sozialkunde

Teil IV hat sieben Themenbereiche. Zu jedem Thema gibt es einen Block aus Fragen mit ausgearbeiteten Antworten sowie einen Block aus Testaufgaben mit Auswahlantworten.

Teil V Prüfungseinheiten

Dieser Teil besteht aus **neun Prüfungseinheiten**.

Acht dieser Prüfungseinheiten sind in einen Teil 1 Testaufgaben mit Auswahlantworten und einen Teil 2 mit ungebundenen Fragen untergliedert. Die Prüfungseinheiten sind in Aufbau und Inhalt den Prüfungsrichtlinien der Ausbildungsordnungen sowie den **Abschlussprüfungen der PAL** (Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle, Stuttgart) angeglichen.

Eine zusätzliche integrierte Prüfungseinheit enthält an einem Lernprojekt gestellte Aufgaben aus den Sachgebieten Technologie, technische Mathematik und technische Kommunikation.

Teil VI Lösungen

In Teil VI sind die Lösungen zu den Testaufgaben der Teile I bis IV sowie zu den Prüfungseinheiten von Teil V enthalten.

Die Prüfungseinheiten und die Lösungen sind perforiert und können aus dem Buch leicht herausgetrennt werden. Die Prüfungseinheiten sind deshalb auch als **Klassenarbeiten** und zur Vorbereitung auf die Ausbildungs-Abschlussprüfungen verwendbar.

In der vorliegenden 28. Auflage wurden im Buchteil I Technologie folgende Inhalte aktualisiert bzw. ergänzt: Qualitätsmanagement, Schweißen, Stähle und Gusseisen, Handhabung in der Fertigung und Montage, Automatisierungstechnik, CNC-Stähle.

Sommer 2011

Die Autoren

I

II

III

IV

V

VI

Inhaltsverzeichnis

Teil I Aufgaben zur Technologie

7

1 Längenprüftechnik 7

1.1	Größen und Einheiten	7
1.2	Grundlagen der Messtechnik	8
1.3	Längenprüfmittel	10
1.4	Oberflächenprüfung	15
1.5	Toleranzen und Passungen	17
1.6	Form- und Lageprüfung	20
	Testfragen zur Längenprüftechnik	23

2 Qualitätsmanagement 27

	Testfragen zum Qualitätsmanagement	32
--	---	----

3 Fertigungstechnik 34

3.1	Arbeitssicherheit	34
3.2	Gliederung der Fertigungsverfahren	35
3.3	Gießen	36
3.4	Umformen	37
3.5	Schneiden	43
3.6	Spanende Fertigung	45
	Spanende Formgebung von Hand	45
3.6.1	Grundlagen der spanenden Fertigung mit Maschinen	47
	Schneidstoffe, Kühlschmierstoffe	49
3.6.2	Sägen	52
3.6.3	Bohren, Gewindebohren, Senken, Reiben	53
3.6.4	Drehen	58
	Drehverfahren, Bewegungen, Schneidengeometrie, Verschleiß, Standzeit	58
	Drehwerkzeuge, Schnittdaten	62
	Gewindedrehen	65
	Abstech- und Hartdrehen, Rändeln	66
	Spannsysteme	67
	Drehmaschinen	68
3.6.5	Fräsen	71
	Zerspanungsgrößen	71
	Fräswerkzeuge	72
	Fräsverfahren	74
	Hochgeschwindigkeitsfräsen	76
	Fräsmaschinen	76
	Laserbearbeitung	76
3.6.6	Schleifen	77
	Schleifkörper, Einflüsse auf den Schleifprozess, Schleifverfahren, Schleifmaschinen	77
3.6.7	Feinbearbeitung	80
	Honen und Läppen	80
3.6.8	Funkenerosives Abtragen	82

3.6.9	Vorrichtungen und Spannelemente an Werkzeugmaschinen	83
3.6.10	Fertigungsbeispiel Spannpratze	85
3.7	Fügen	87
3.7.1	Fügeverfahren	87
3.7.2	Press- und Schnappverbindungen	87
3.7.3	Kleben	88
3.7.4	Löten	89
3.7.5	Schweißen	90
	Lichtbogenhandschweißen	90
	Schutzgasschweißen	91
	Gasschmelzschweißen	91
	Strahlschweißen, Pressschweißen	92
3.8	Beschichten	94
3.9	Fertigungsbetrieb und Umweltschutz	95
	Testfragen zur Fertigungstechnik	96

4 Werkstofftechnik 117

4.1	Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe	117
4.2	Auswahl und Eigenschaften der Werkstoffe	117
4.3	Innerer Aufbau der Metalle	119
4.4	Stähle und Gusseisenwerkstoffe	121
	Herstellung und Weiterverarbeitung	121
	Gusseisenwerkstoffe	123
	Kurznamen und Werkstoffnummern	124
	Einteilung, Verwendung, Handelsformen	127
4.5	Nichteisenmetalle	129
	Leichtmetalle	129
	Schwermetalle	131
4.6	Sinterwerkstoffe	132
4.7	Keramische Werkstoffe	133
4.8	Wärmebehandlung der Stähle	134
	Fe-C-Zustandsdiagramm und Gefüge	134
	Glühen, Härten	135
	Vergüten, Härten der Randzone	138
4.9	Werkstoffprüfung	140
	Mechanische Eigenschaften	140
	Härteprüfungen	143
	Dauerfestigkeits- und Bauteilprüfung	144
4.10	Korrosion und Korrosionsschutz	145
4.11	Kunststoffe	147
	Eigenschaften, Einteilung	147
	Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere	148
	Prüfung der Kunststoffe, Kennwerte	150
	Formgebung und Weiterverarbeitung	151
4.12	Verbundwerkstoffe	153
4.13	Umweltproblematik der Werk- und Hilfsstoffe	154
	Testfragen zur Werkstofftechnik	155

5	Maschinen- und Gerätetechnik	166	6	Automatisierungstechnik	226
5.1	Einteilung der Maschinen	166	6.1	Steuern und Regeln	226
5.2	Fertigungseinrichtungen	169	6.2	Grundlagen für die Lösung von Steuerungsaufgaben	227
	Handhabungseinrichtungen	169	6.3	Pneumatische Steuerungen	231
	Flexible Fertigungseinrichtungen	171	6.4	Hydraulische Steuerungen	237
5.3	Inbetriebnahme	173	6.5	Elektrische Steuerungen	241
5.4	Funktionseinheiten von Maschinen und Geräten	174	6.6	Speicherprogrammierbare Steuerungen	242
	Sicherheitseinrichtungen	176	6.7	CNC-Steuerungen	245
5.5	Funktionseinheiten zum Verbinden	176	6.7.1	Merkmale CNC-gesteuerter Maschinen	245
	Gewinde	176	6.7.2	Koordinaten, Null- und Bezugspunkt	246
	Schraubenverbindungen	177	6.7.3	Steuerungsarten, Korrekturen	246
	Stift- und Nietverbindungen	180	6.7.4	Erstellen von CNC-Programmen	249
	Welle-Nabe-Verbindungen	182	6.7.5	Zyklen und Unterprogramme	252
5.6	Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen	184	6.7.6	Programmieren von NC-Drehmaschinen	252
	Reibung und Schmierstoffe	184	6.7.7	Programmieren von NC-Fräsmaschinen	255
	Gleitlager	185	6.7.8	Programmierverfahren	255
	Wälzlager	187		Testfragen zur Automatisierungstechnik	257
	Magnetlager	190			
	Führungen	191	7	Informationstechnik	267
	Dichtungen	193	7.1	Technische Kommunikation	267
	Federn	194	7.2	Computertechnik	268
5.7	Funktionseinheiten zur Energieübertragung	195		Testfragen zur Informationstechnik	272
	Wellen und Achsen	195			
	Kupplungen	196	8	Elektrotechnik	274
	Riementriebe, Kettentriebe	198	8.1	Der elektrische Stromkreis	274
	Zahnradtriebe	200	8.2	Schaltung von Widerständen	274
5.8	Antriebseinheiten	202	8.3	Stromarten	278
	Elektromotoren	202	8.4	Elektrische Leistung und Arbeit	278
	Getriebe	204	8.5	Überstrom-Schutzeinrichtungen	279
	Antriebe für geradlinige Bewegungen	207	8.6	Fehler an elektrischen Anlagen und Schutzmaßnahmen	279
5.9	Montagetechnik	208		Testfragen zur Elektrotechnik	281
5.10	Instandhaltung	210			
5.11	Schadensanalyse	213			
5.12	Beanspruchung und Festigkeit der Bauelemente	214			
	Testfragen zur Maschinen- und Gerätetechnik	215			

Teil II Aufgaben zur Technischen Mathematik

283

1	Grundlagen der technischen Mathematik	283	2.7	Einfache Maschinen	289
1.1	Dreisatz-, Prozent- und Zinsrechnen	283	2.8	Reibung	290
1.2	Umstellen von Gleichungen	284	2.9	Druck, Auftrieb, Gasinhalt	290
			2.10	Wärmeausdehnung, Wärmemenge	290
2	Physikalisch-technische Berechnungen	284	3	Festigkeitsberechnungen	291
2.1	Umrechnen von Größen	284	4	Berechnungen zur Fertigungstechnik	293
2.2	Längen und Flächen	284	4.1	Maßtoleranzen und Passungen	293
2.3	Körpervolumen, Dichte, Masse	286	4.2	Umformen	293
2.4	Geradlinige und kreisförmige Bewegungen	287	4.3	Schneiden	294
2.5	Kräfte, Drehmomente	288	4.4	Schnittgeschwindigkeiten und Drehzahlen beim Spanen	295
2.6	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	289	4.5	Schnittkräfte, Leistung beim Zerspanen	295

4.6	Kegeldrehen	296
4.7	Teilen mit dem Teilkopf	297
4.8	Hauptnutzungszeit, Kostenberechnung	298

5	Berechnungen an Maschinenelementen	299
5.1	Gewinde	299
5.2	Riementriebe	299
5.3	Zahnradtriebe	300
5.4	Zahnradmaße	301
5.5	Elektromotoren	301

6	Berechnungen zur Hydraulik und Pneumatik	302
----------	---	------------

7	Berechnungen zur CNC-Technik	302
----------	---	------------

8	Berechnungen zur Elektrotechnik	303
----------	--	------------

<i>Testaufgaben zur technischen Mathematik</i>	<i>304</i>
<i>Tabelle: Physikalische Größen und Einheiten im Messwesen</i>	<i>318</i>

Teil III Aufgaben zur Technischen Kommunikation 320

1	Fragen zur technischen Kommunikation am Lernprojekt Laufrollenlagerung	320
----------	---	------------

2	Testaufgaben zur technischen Kommunikation	325
----------	---	------------

Teil IV Aufgaben zur Wirtschafts- und Sozialkunde 334

1	Berufliche Bildung	334
----------	-------------------------------------	------------

2	Eigenes wirtschaftliches Handeln	337
----------	---	------------

3	Grundlagen der Volks- und Betriebswirtschaft	343
----------	---	------------

4	Sozialpartner im Betrieb	349
----------	---	------------

5	Arbeits- und Tarifrecht	351
----------	--	------------

6	Betriebliche Mitbestimmung	358
----------	---	------------

7	Soziale Absicherung	363
----------	--------------------------------------	------------

Teil V Prüfungseinheiten 372

Prüfungseinheit Technologie 1, Teil 1	373
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 1, Teil 2	381
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 2, Teil 1	383
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 2, Teil 2	393
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 3, Teil 1	395
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 3, Teil 2	401
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 4, Teil 1	403
---	-----

Prüfungseinheit Technologie 4, Teil 2	409
---	-----

Prüfungseinheit Technische Mathematik 1, Teil 1	411
---	-----

Prüfungseinheit Technische Mathematik 1, Teil 2	415
---	-----

Prüfungseinheit Technische Mathematik 2, Teil 1	417
---	-----

Prüfungseinheit Technische Mathematik 2, Teil 2	421
---	-----

Prüfungseinheit Techn. Kommunikation 1, Teil 1	425
--	-----

Prüfungseinheit Techn. Kommunikation 1, Teil 2	437
--	-----

Integrierte Prüfungseinheit Klappbohrvorrichtung mit Fragen zur Technologie, technischen Mathematik und Kommunikation	441
---	-----

Prüfungseinheit Wirtschafts- und Sozialkunde 1, Teil 1	449
--	-----

Prüfungseinheit Wirtschafts- und Sozialkunde 1, Teil 2	453
--	-----

Teil VI Lösungen 455

1	Lösungen der Testaufgaben	455
----------	--	------------

Testaufgaben zu Teil I Technologie	455
--	-----

Testaufgaben zu Teil II Technische Mathematik	457
---	-----

Testaufgaben zu Teil III Technische Kommunikation	458
---	-----

Testaufgaben zu Teil IV Wirtschafts- und Sozialkunde	458
--	-----

2	Lösungen der Prüfungseinheiten	459
----------	---	------------

Prüfungseinheiten Technologie	459
---	-----

Prüfungseinheiten Technische Mathematik	467
---	-----

Prüfungseinheiten Technische Kommunikation	471
--	-----

Integrierte Prüfungseinheit	473
---------------------------------------	-----

Prüfungseinheiten Wirtschafts- und Sozialkunde	480
--	-----

Teil I Aufgaben zur Technologie

1 Längenprüftechnik

1.1 Größen und Einheiten

Fragen zu Größen und Einheiten

1 Welche Basisgrößen sind im Internationalen Einheitensystem festgelegt?

Im Internationalen Einheitensystem SI (System International) sind folgende Basisgrößen festgelegt:

- die Länge l
- die Masse m
- die Zeit t
- die thermodynamische Temperatur T
- die elektrische Stromstärke I
- die Lichtstärke I_v

2 Welches ist die Basiseinheit der Länge?

Die Basiseinheit der Länge ist das Meter (m).

Ein Meter ist die Länge des Weges, den das Licht im luftleeren Raum in einer 299 729 458stel Sekunde durchläuft.

3 Welche Bedeutung hat der Vorsatz „Mikro“ vor dem Namen der Einheit?

„Mikro“ bedeutet Millionstel.

So ist z.B. 1 Mikrometer (μm) der millionste Teil eines Meters.

Weitere Vorsätze für physikalische Einheiten sind:

Vorsatz	Faktor
M Mega	millionenfach $10^6 = 1\,000\,000$
k Kilo	tausenfach $10^3 = 1\,000$
h Hekto	hundertfach $10^2 = 100$
da Deko	zehnfach $10^1 = 10$
d Dezi	Zehntel $10^{-1} = 0,1$
c Zenti	Hundertstel $10^{-2} = 0,01$
m Milli	Tausendstel $10^{-3} = 0,001$
μ Mikro	Millionstel $10^{-6} = 0,000\,001$

4 Was gibt die Masse eines Körpers an?

Die Masse eines Körpers gibt seine Materiemenge an.

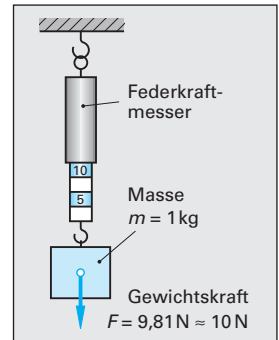
Die Masse eines Körpers ist unabhängig vom Ort, an dem sich der Körper befindet.

5 Welche Basiseinheit hat die Masse?

Die Basiseinheit der Masse ist das Kilogramm (kg).

6 Wie groß ist die Gewichtskraft eines Körpers mit der Masse 1 kg?

Ein Körper mit der Masse 1 kg hat die Gewichtskraft 9,81 Newton (9,81 N).



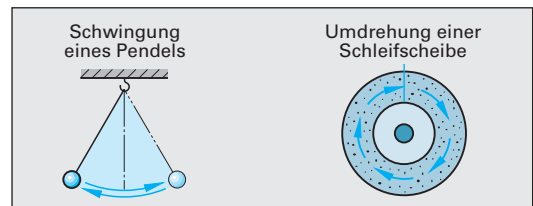
7 Welches ist die gebräuchlichste Temperatureinheit?

Die gebräuchlichste Einheit der Temperatur ist das Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

8 Was versteht man unter der Periodendauer?

Unter Periodendauer versteht man die Zeitdauer eines regelmäßig sich wiederholenden Vorgangs.

Beispiel: Die Schwingungsdauer eines Pendels oder die Umdrehung einer Schleifscheibe sind Vorgänge mit Periodendauer.



9 Was versteht man unter der Frequenz und in welcher Einheit wird sie angegeben?

Die Frequenz gibt an, wie viele regelmäßig sich wiederholende Vorgänge in der Sekunde stattfinden. Die Basiseinheit ist 1/Sekunde (1/s) oder Hertz (Hz). $1/\text{s} = 1\text{ Hz}$

Die Umdrehungsfrequenz n (auch Drehzahl genannt) ist die Anzahl der Umdrehungen je Sekunde oder Minute.

1.2 Grundlagen der Messtechnik

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 17

1 Wie wirken sich systematische und zufällige Messergebnisse auf das Messergebnis aus?

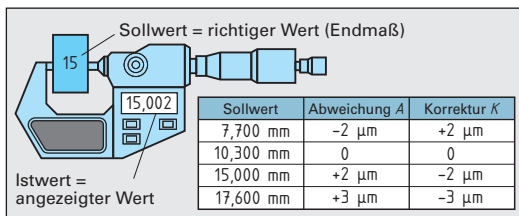
Systematische Abweichungen machen den Messwert unrichtig, d.h. sie weichen in einer Richtung vom richtigen Messwert ab.

Zufällige Abweichungen machen den Messwert unsicher, d.h. sie schwanken um den richtigen Wert.

Systematische Messabweichungen können ausgeglichen werden, wenn Größe und Richtung bekannt sind. Zufällige Abweichungen sind nicht ausgleichbar.

2 Wie kann man systematische Messabweichungen einer Messschraube ermitteln?

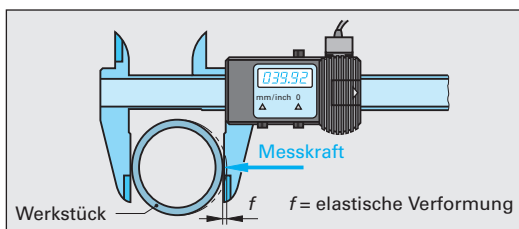
Die systematische Messabweichung einer Messschraube wird ermittelt, indem man Endmaße mit der Messschraube misst und die Abweichungen der Anzeige mit dem richtigen Wert der Endmaße vergleicht.



Die Differenz vom angezeigten Wert und dem Endmaßwert ist die systematische Abweichung A.

3 Warum ist das Messen dünnwandiger Werkstücke problematisch?

Dünnwandige Werkstücke werden beim Messen durch die Messkraft elastisch verformt. Der angezeigte Messwert ist kleiner als das tatsächliche Werkstückmaß.



4 Warum können durch das Abweichen von der Bezugstemperatur bei Messgeräten und Werkstücken Messabweichungen entstehen?

Wenn Messgerät und Werkstücke aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, führen Abweichungen von der Bezugstemperatur wegen der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten zu Messabweichungen.

Bei der Bezugstemperatur von 20 °C sollen alle Messgeräte, Lehren und die Werkstücke in der vorgeschriebenen Toleranz liegen.

5 Worauf können systematische Abweichungen bei Messschrauben voraussichtlich zurückgeführt werden?

Systematische Abweichungen bei Messschrauben werden z.B. durch zu große Messkraft, durch Abweichungen der Gewindesteigung, durch gleichbleibende Abweichungen von der Bezugstemperatur und durch Abnutzung der Messflächen verursacht.

Die zufälligen Abweichungen, die z.B. durch Schmutz, einen Grat oder Schwankungen der Messkraft entstehen, können in ihrer Größe und Richtung nicht erfasst werden.

6 Warum wird beim Messen in der Werkstatt der angezeigte Messwert als Messergebnis angesehen, während im Messlabor oft der angezeigte Wert korrigiert wird?

Werkstattmessgeräte werden so ausgewählt, dass im Verhältnis zur Werkstücktoleranz die Messabweichungen vernachlässigbar sind. Im Messlabor müssen bei der Überwachung (Kalibrierung) von Messgeräten die systematischen Abweichungen korrigiert und die zufälligen Abweichungen so klein wie möglich gehalten werden.

7 Welche Vorteile hat die Unterschiedsmessung und Nulleinstellung bei Messuhren?

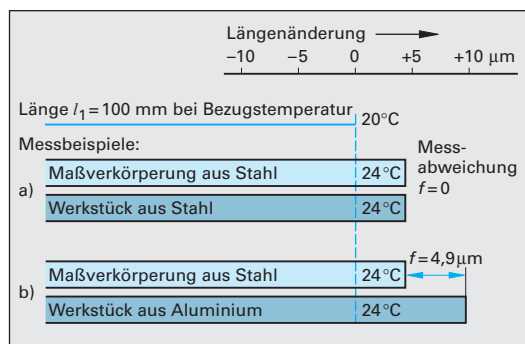
Wenn die Messuhr mit einem Endmaß, dessen Nennmaß möglichst nahe bei der zu prüfenden Messgröße liegt, auf Null gestellt wird, werden systematische Messabweichungen durch die Temperatur, die Maßverkörperung im Messgerät und die Messkraft (beim Messen mit Stativen) stark verkleinert.

Die Messabweichung ist deshalb sehr klein.

8 Warum ist bei Aluminiumwerkstücken die Abweichung von der Bezugstemperatur messtechnisch besonders problematisch?

Aluminium hat gegenüber Stahl, aus dem die Maßverkörperungen z.B. von Messschiebern und Messschrauben bestehen, einen größeren Längenausdehnungskoeffizienten. Dies bedeutet, dass sich die Maße von Werkstück und Maßverkörperung unterschiedlich ändern, wenn die Bezugstemperatur nicht eingehalten wird.

Beim Messen von Werkstücken aus Stahl ist die Abweichung von der Bezugstemperatur weniger problematisch: Werkstück und Messgerät besitzen etwa den gleichen Längenausdehnungskoeffizienten. Deshalb ist die Messabweichung minimal.



9 Wie groß ist etwa die Längenänderung eines Parallelendmaßes ($l = 100$ mm, $\alpha = 0,000\,016$ 1/°C), wenn es durch Handwärme von 20 °C auf 25 °C erwärmt wird?

Die Längenänderung beträgt

$$\Delta l = l_1 \cdot \alpha \cdot \Delta t; \quad \Delta t = 25 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 5 \text{ °C}$$

$$\Delta l = 100 \text{ mm} \cdot 0,000\,016 \text{ 1/°C} \cdot 5 \text{ °C}$$

$$\Delta l = 0,008 \text{ mm} = 8 \mu\text{m}$$

10 Wie viel Prozent der Werkstücktoleranz darf die Messunsicherheit U höchstens betragen, damit sie beim Prüfen vernachlässigt werden kann?

Die Messunsicherheit darf höchstens 10% der Maß- oder Formtoleranz betragen.

Messverfahren mit einer wesentlich kleineren Unsicherheit sind unnötig teuer. Eine größere Messunsicherheit würde dazu führen, dass zu viele Werkstücke nicht mehr eindeutig als „Gutteil“ oder „Ausschuss“ zu erkennen wären, wenn die Maße im Bereich der Toleranzgrenzen liegen.

11 Welche Messunsicherheit U ist bei einer mechanischen Messuhr (Skw = 0,01 mm) zu erwarten?

Die Messunsicherheit beträgt bei Messgeräten mit Skalanzeige 1 Skalenteilungswert, entsprechend 0,01 mm.

Diese Messunsicherheit gilt nur, wenn die Messuhr kalibriert ist, normale werkstattübliche Messbedingungen vorliegen und ein qualifizierter Prüfer die Messung ausführt.

Ergänzende Fragen zu Grundlagen der Längenprüftechnik

12 Was versteht man unter Prüfen?

Durch Prüfen kann man feststellen, ob ein Prüfgegenstand den geforderten Maßen und geometrischen Formen entspricht.

Prüfen wird unterteilt in Messen und Lehren.

13 Werkstückmaße können durch Messen oder Lehren geprüft werden. Worin besteht der Unterschied?

Messen ist das Vergleichen einer Messgröße, z.B. einer Länge oder eines Winkels, mit einem Messgerät. Lehren ist das Vergleichen einer Form oder Länge mit einer Lehre.

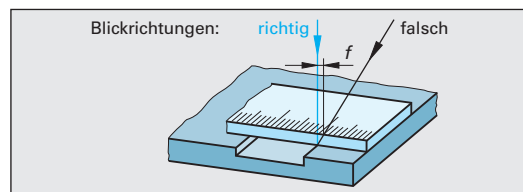
14 Was versteht man unter der Messunsicherheit?

Als Messunsicherheit bezeichnet man zufällige und nicht erfassbare systematische Abweichungen.

Bei Werkstattmessungen mit richtig ausgewählten und geprüften Messgeräten bleiben die Abweichungen innerhalb der zulässigen Grenzen.

15 Wie entstehen Messabweichungen durch Parallaxe beim Ablesen eines Messschiebers?

Messabweichungen durch Parallaxe entstehen, wenn der Beobachter unter schrägem Blickwinkel abliest.



1.3 Längenprüfmittel

Maßstäbe, Lineale, Winkel, Lehren

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 19

1 Warum haben Haarlineale und Haarwinkel geläppte Prüfschneiden?

Die Prüfschneiden von Haarlinealen und Haarwinkeln müssen eine besonders hohe Geradheit besitzen, die durch Läppen am besten zu fertigen ist.

2 Warum eignet sich das Prüfen mit Lehren nicht zur Qualitätslenkung, z.B. beim Drehen?

Zur Qualitätslenkung benötigt man Prüfmittel, die Messwerte liefern. Durch die Lage der Messwerte innerhalb der Toleranz lässt sich der Fertigungsprozess steuern.

Lehren ergibt keine Messwerte. Das Prüfergebnis ist Gut oder Ausschuss.

3 Warum entspricht eine Grenzrahmenlehre nicht dem Taylorschen Grundsatz?

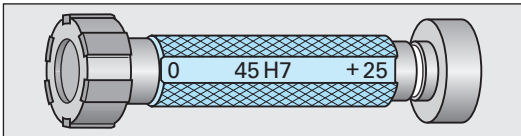
Nach dem Taylorschen Grundsatz soll die Gutseite der Lehre so ausgebildet sein, dass Maß und Form des Prüfstücks geprüft werden können.

Mit der Grenzrahmenlehre kann nur das Maß, nicht aber die Form geprüft werden.

4 Woran erkennt man die Ausschussseite eines Grenzlehrdornes?

Die Ausschussseite eines Grenzlehrdornes erkennt man an der roten Farbkennzeichnung, am kurzen Prüfzylinder und am eingravierten oberen Grenzabmaß.

Die Ausschussseite ist außerdem mit dem Wort „Ausschuss“ gekennzeichnet.



5 Warum verschleißt die Gutseite einer Grenzlehre schneller als die Ausschussseite?

Die Gutseite gleitet bei jeder Prüfung über die Messflächen des Werkstücks, die Ausschussseite lediglich bei Ausschussteilen.

Endmaße, Messschieber und Messschrauben

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 24

1 Aus welchen Endmaßen lässt sich das Maß 97,634 mm zusammensetzen?

Das Maß 97,634 mm wird aus folgenden Endmaßen zusammengesetzt:

$1,004 \text{ mm} + 1,030 \text{ mm} + 1,600 \text{ mm} + 4 \text{ mm} + 90 \text{ mm}$.

Man beginnt mit der letzten Ziffer des Maßes, d.h. mit dem kleinsten Endmaß.

2 Worin unterscheiden sich Parallelendmaße der Toleranzklasse „K“ und „0“?

Die Toleranzen der Endmaße sind beim Genauigkeitsgrad „K“ kleiner.

Endmaße mit dem Genauigkeitsgrad „K“ werden zum Kalibrieren anderer Endmaße, solche mit dem Genauigkeitsgrad „0“ zum Kalibrieren von Messgeräten verwendet.

3 Warum dürfen Stahlendmaße nicht tagelang angespannt bleiben?

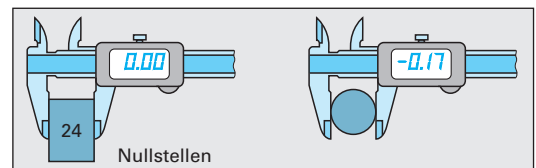
Es besteht die Gefahr, dass sie kalt verschweißen.

Stahlendmaße sollten höchstens 8 Stunden angespannt bleiben.

4 Welchen Vorteil hat das Nullstellen der Anzeige bei elektronischen Messschiebern?

Durch das Nullstellen der Anzeige an beliebiger Stelle werden viele Messungen einfacher.

Die Differenz der Messgröße zu einem bekannten Einstellwert oder der Unterschied zwischen zwei Messwerten muss nicht mehr berechnet werden; er wird direkt angezeigt.



5 Warum sollte man die Messspindel einer Messschraube nicht zu schnell an das Werkstück herandrehen?

Durch zu schnelles Herandrehen wird das Messergebnis verfälscht.

Ergänzende Fragen zu Endmaßen, Messschiebern und Messschrauben

6 Welche Vorteile haben Endmaße aus Keramik?

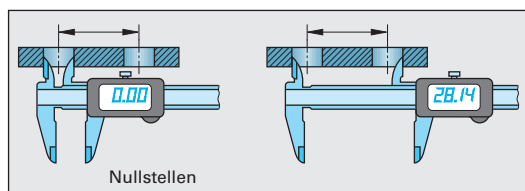
Endmaße aus Keramik besitzen eine stahlähnliche Wärmedehnung und eine hohe Verschleißfestigkeit. Sie sind korrosionsbeständig, benötigen keine besondere Pflege und verschweißen nicht.

7 Welchen Vorteil haben Messschieber mit Rundskale?

Die Anzeige auf der Rundskale kann im Vergleich zur Noniusanzeige schneller und sicherer abgelesen werden.

Die Grobanzeige der Schieberstellung erfolgt am Lineal, die Feinanzeige an der Rundskale.

8 Mit einem digital anzeigenden Messschieber sollen Abstände von Bohrungen mit gleichem Durchmesser gemessen werden. Welcher Messvorgang ist am zweckmäßigsten?



Zunächst wird der Durchmesser einer Bohrung gemessen und die Anzeige auf Null gestellt. Anschließend wird der größte Abstand der Bohrungen gemessen.

9 Welche Eigenschaften besitzen Endmaße aus Hartmetall?

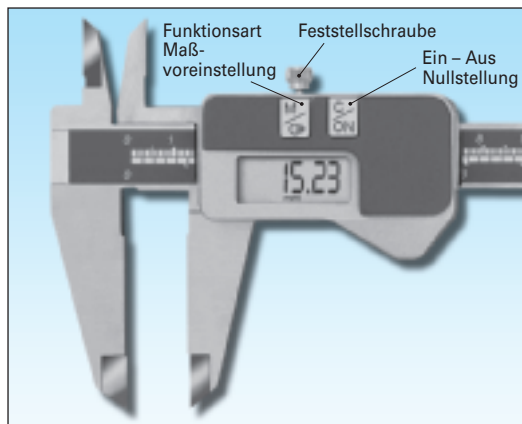
Endmaße aus Hartmetall haben einen 20fach höheren Verschleißwiderstand und eine um 50% geringere Wärmedehnung als Stahlandmaße.

10 Welche Messungen können mit Messschiebern durchgeführt werden?

Mit Messschiebern können Innen-, Außen- und Tiefenmessungen durchgeführt werden.

Der Messschieber ist wegen der vielseitigen Messmöglichkeiten und der einfachen Handhabung das wichtigste Messgerät in Metall verarbeitenden Betrieben.

11 Welche Vorteile besitzen Messschieber mit elektronischer Ziffernanzeige?



Messschieber mit elektronischer Ziffernanzeige zeigen die Messwerte durch Leuchtziffern an. Dadurch werden Ablesefehler vermieden.

Durch Tasten lassen sich außerdem die Anzeige auf Null stellen und Messwerte speichern.

12 Wie können Messabweichungen beim Messen mit Bügelmessschrauben entstehen?

Messabweichungen können durch Fehler entstehen, die im Messgerät ihre Ursache haben, wie z.B. Steigungsfehler und Spiel in der Messspindel, Unparallelität und Unebenheit der Messflächen.

Weitere Ursachen sind Fehler in der Anwendung, z.B. Verkanten des Werkstücks, Aufbiegen des Bügels durch zu hohe Messkraft, Abweichen von der Bezugstemperatur, Schmutz oder Grat am Werkstück sowie Ablesefehler.

13 Welche Arbeitsregeln gelten für das Messen mit Messschiebern?

Für das Messen mit Messschiebern gelten folgende Arbeitsregeln:

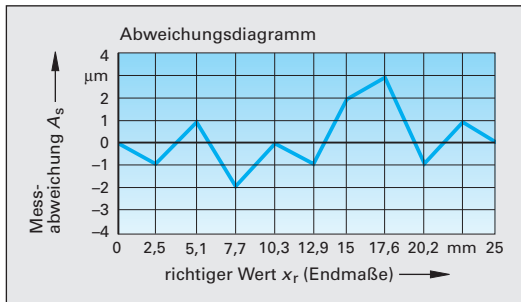
- Die Mess- und Prüfflächen sollen sauber und gratfrei sein.
- Ist die Ablesung an der Messstelle erschwert, klemmt man den Schieber fest und zieht den Messschieber vorsichtig ab.
- Messabweichungen durch Temperatureinflüsse, zu hohe Messkraft (Kippfehler) und schräges Ansetzen des Messschiebers sollten vermieden werden.

14 Welche Aufgabe hat die Kupplung der Messschraube?

Die Kupplung der Messschraube begrenzt die Messkraft auf 5 bis 10 N.

Infolge der geringen Steigung der Messspindel wird die Drehkraft verstärkt, sodass ohne Kupplung sehr große Messkräfte wirksam würden.

15 Wie kann das Abweichungsdiagramm einer Bügelmessschraube ermittelt werden?



Das Abweichungsdiagramm wird durch Prüfung der systematischen Abweichungen im ganzen Messbereich ermittelt. Dabei werden die Abweichungen der Anzeige von den z.B. durch Endmaße vorgegebenen Sollwerten ermittelt und in ein Diagramm übertragen.

Die Sollwerte sind so zu wählen, dass die Messspindel bei verschiedenen Drehwinkeln geprüft wird.

16 Eine Bügelmessschraube mit dem Messbereich bis 25 mm zeigt den Messwert 17,60 mm an. Aus dem Abweichungsdiagramm (Aufgabe 15) ist die Abweichung von der Anzeige zu entnehmen und das richtige Maß des Werkstückes anzugeben.

Beim Messwert 17,60 mm weicht die Anzeige um + 3 μm vom Sollwert ab. Damit beträgt das Werkstückmaß 17,597 mm.

Um das Werkstückmaß zu erhalten, müssen positive Abweichungen vom Messwert subtrahiert, negative Abweichungen zum Messwert addiert werden.

17 Aus welchen wesentlichen Teilen besteht die Bügelmessschraube?

Wesentliche Teile sind Bügel mit Amboss, Skalenhülse, Messspindel, Skalentrommel und Kupplung.

Damit die Messkraft einen bestimmten Wert nicht überschreitet, besitzen Messschrauben eine Kupplung.

Innenmessgeräte, Messuhren, Fühlhebel-messgeräte, Feinzeiger

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 28

1 Warum kann mit Innenmessschrauben mit 3-Linien-Berührung präziser gemessen werden als mit 2-Punkt-Berührung?

Innenmessgeräte mit 3-Linien-Berührung zentrieren sich selbst und richten sich in der Bohrung aus.

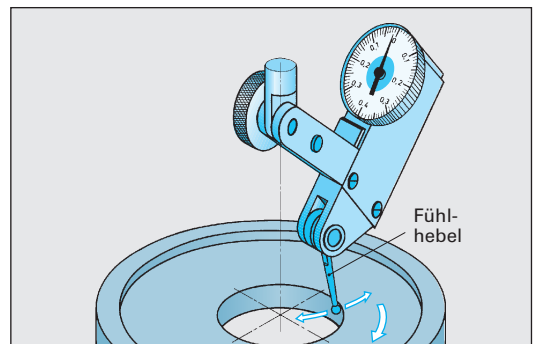
Bei Innenmessgeräten mit 2-Punkt-Berührung muss die Ausrichtung senkrecht zur Mittellinie der Bohrung durch eine Pendelbewegung gefunden werden.

2 Warum soll mit Messuhren nur in einer Bewegungsrichtung des Messbolzens gemessen werden?

Die mechanische Übersetzung der Messbolzenbewegung verursacht eine Reibung, die bei hineingehendem Messbolzen größer ist und dadurch die Messkraft erhöht. Aus diesem Grund werden bei hineingehendem und herausgehendem Messbolzen unterschiedliche Werte angezeigt.

3 Warum eignen sich Fühlhebelmessgeräte gut zum Zentrieren und zur Rundlaufprüfung von Bohrungen?

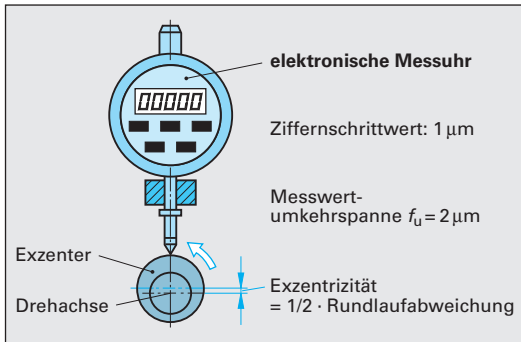
Fühlhebelmessgeräte besitzen einen schwenkbaren Taster, der leicht an schwer zugänglichen Messstellen positioniert werden kann.



4 Warum sind bei Rundheits- und Rundlaufprüfungen Feinzeiger günstiger als Messuhren?

Mit Feinzeigern sind Rundheits- und Rundlaufabweichungen genauer feststellbar als mit Messuhren.

- 5 Eine elektronische Messuhr zeigt bei einer Rundlaufprüfung den Höchstwert $+12\text{ }\mu\text{m}$ und den Kleinstwert $-2\text{ }\mu\text{m}$ an. Wie groß ist die Rundlaufabweichung?**
 $(f_L = M_{wmax} = M_{wmin})$



$$f_L = M_{wmax} - M_{wmin} = 12\text{ }\mu\text{m} - (-2\text{ }\mu\text{m}) = 14\text{ }\mu\text{m}$$

Ergänzende Fragen zu Messuhren und Feinzeigern

- 6 Mit einer Messuhr soll das Werkstückmaß 30 mm geprüft werden. Wie wird die Messung durchgeführt?**

Das Werkstückmaß wird mit Hilfe eines Endmaßes eingestellt. Dabei wird die Messuhr auf Null gestellt. Beim Prüfen der Werkstücke kann der Maßunterschied zum eingestellten Maß direkt abgelesen werden.

Im Gegensatz zur Absolutmessung treten bei der Unterschiedsmessung durch den kleinen Messbolzenweg auch kleinere Messabweichungen auf.

- 7 Wie wird bei Messuhren der Messbolzenweg in eine drehende Bewegung umgewandelt und vergrößert?**

Die Umwandlung der Bewegung erfolgt durch Zahnstange und Zahnrad, die Vergrößerung durch ein Zahnradgetriebe.

- 8 Welches sind die genauesten mechanischen Längenmessgeräte?**

Die genauesten mechanischen Längenmessgeräte sind die Feinzeiger (Feintaster) mit einem Skalenteilungswert von meist $1\text{ }\mu\text{m}$.

Feinzeiger besitzen ein Hebelsystem, das über Zahnradsegmente und Ritzel die Messbolzenbewegung auf den Zeiger überträgt.

Pneumatische, elektronische und optoelektronische Messgeräte, Multisensortechnik in Koordinatenmessgeräten

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 35

- 1 Welche Vorteile haben pneumatische Messungen?**

Die Vorteile pneumatischer Messungen sind:

- Die Messkraft durch die Druckluft ist meist vernachlässigbar klein
- Sicheres und schnelles Messen mit hoher Wiederholgenauigkeit
- Die Druckluft reinigt die Messstellen von anhaftenden Kühlschmierstoffen, Öl oder Läpppaste.

- 2 Warum wirken sich bei der Dickenmessung mit induktiven Messtastern Formabweichungen des Werkstücks nicht aus?**

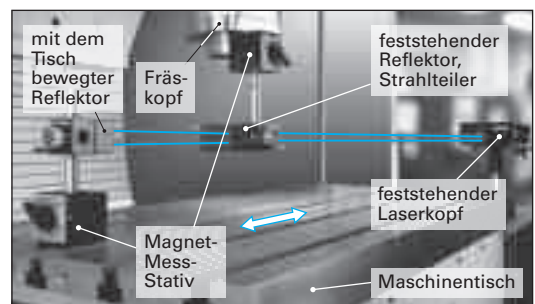
Zur Dickenmessung werden zwei Messtaster verwendet, zwischen denen sich z.B. das zu messende Blech befindet. Infolge der nur punkttartigen Berührung der Messtaster an der Messstelle haben Formabweichungen keinen Einfluss auf den Messwert.

- 3 Warum können mit Wellenmessgeräten Durchmesser genauer gemessen werden als Längen?**

Das Messen von Durchmessern ist genauer, weil das Messergebnis nicht durch die Bewegung des Messschlittens beeinflusst wird.

- 4 Mit welchem Messgerät kann die Positionsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen geprüft werden?**

Die Positionsgenauigkeit wird mit dem Laser-Interferometer geprüft.



5 Welche Vorteile haben optische Formmessungen auf Koordinatenmessgeräten gegenüber den berührenden (taktile) Tastsystemen?

Optische Sensoren tasten in der gleichen Zeit 20mal mehr Punkte an als berührende (taktile) Taster.

Das optisch erfasste Bild wird in Form digitalisierter Bildpunkte (Pixel) im Bildspeicher abgelegt.

6 Welche Vorteile hat das Scannen gegenüber der Einzelpunktmessung?

Beim Scannen kann die Oberfläche des Messobjektes viel schneller erfasst werden, weil je Sekunde bis zu 200 Messpunkte ertastet werden können.

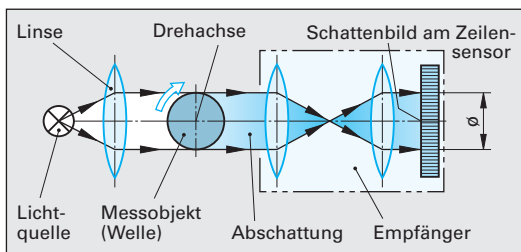
Die Genauigkeit von Formprüfungen nimmt beim Scannen mit der Punktdichte zu.

Ergänzende Fragen zu elektronischen und optoelektronischen Messgeräten und Multi-sensortechnik in Koordinatenmessgeräten

7 Wie wird bei der optoelektronischen Längenmessung der Prüfgegenstand erfasst?

Bei der optoelektronischen Längenmessung wird der Prüfgegenstand mit Lichtstrahlen berührungslos erfasst.

Beispiel: Optoelektronische Wellenmessgeräte erfassen nach dem Schattenbildverfahren Profile von Rundteilen (Bild). Durch die parallelen Lichtstrahlen entsteht am Empfänger ein Schattenbild, dessen Maße dem Werkstück entsprechen.



8 Welche Antastmöglichkeiten gibt es bei vertikalen Längenmessgeräten?

Das Antasten kann durch starres Antasten, durch dynamisches Antasten sowie durch messendes Antasten erfolgen.

Vertikale Längenmesser sind durch das eingebaute Wegmesssystem ihrer Funktion nach Einkoordinaten-Messgeräte.

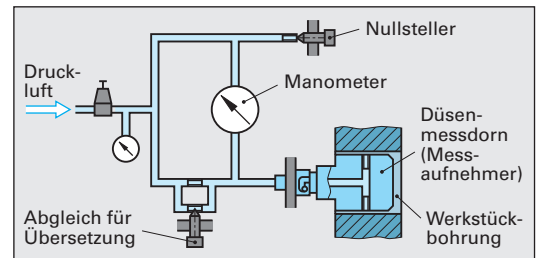
9 Welche Vorteile haben Koordinatenmessgeräte?

Im Vergleich zu konventionellen Prüfverfahren entfällt bei Koordinatenmessgeräten das Ausrichten der Werkstücke. Gekrümmte Flächen können formgeprüft werden. Der Messablauf kann bei Koordinatenmessgeräten automatisiert werden.

Mit Messprogrammen kann die Werkstücklage durch Antasten weniger Punkte ermittelt und im Rechner gespeichert werden.

10 Wie arbeiten pneumatische Messgeräte?

Pneumatische Messgeräte erfassen Druck- oder Durchflussänderungen in Abhängigkeit vom Strömungswiderstand an der Messdüse.



Durch einen veränderten Staudruck am Messwertaufnehmer, hervorgerufen durch Maßabweichungen, wird am Manometer eine Druckdifferenz bzw. an einem Durchflussmessgerät eine Änderung der durchströmenden Luftmenge angezeigt.

11 Welche Vorteile besitzen Messgeräte mit induktivem Messsystem?

Die elektronische Längenmessung mit induktiven Messtastern weist folgende Vorteile auf:

- hohe Empfindlichkeit
- relativ großer Anzeigebereich
- kleine Messabweichung
- die kleinen Messtaster können nahe beieinander an schwer zugänglichen Stellen eingebaut werden
- Möglichkeit, zwei Messwerte durch Summen- oder Differenzbildung miteinander zu vergleichen
- Verwendung des Messsignals zum Sortieren, Klassieren und Protokollieren

12 Welches sind die wichtigsten Bauteile bei Messgeräten mit optoelektronischen Messsystemen?

Die wichtigsten Bauteile sind der Glasmaßstab mit inkrementaler Teilung und der Messkopf.

Der Messkopf misst durch Zählen der Einzelsignale den Verfahrensweg.

1.4 Oberflächenprüfung

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 39

1 Wie kann die Rauheit durch Tast- oder Sichtvergleich geschätzt werden?

Beim Schätzen der Rauheit werden Oberflächen-Vergleichsmuster verwendet.

Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Werkstückoberfläche mit dem Vergleichsmuster sind gleiche Werkstoffe und ein gleiches Fertigungsverfahren, z.B. Drehen.

2 Warum wird bei Rautiefen $R_z < 3 \mu\text{m}$ eine dünne Tastspitze mit einem Spitzenradius von $2 \mu\text{m}$ empfohlen?

Mit dem Spitzenradius von $2 \mu\text{m}$ können kleine Profiltäler besser ertastet werden.

Die ideale Form der Tastspitze ist ein Kegel (60° oder 90°) mit gerundeter Spitze.

3 Welche Funktionseigenschaften eines Motorzylinders können aufgrund einer Materialanteilkurve beurteilt werden?

Aufgrund der Materialanteilkurve können im Profilspitzenbereich die Einlaufzeit, im Kernbereich die Schmiergleiteigenschaft und im Riefenbereich die Speicherfähigkeit für Schmieröl beurteilt werden.

Ideal sind wenig Profilspitzen, ein großer Materialanteil im Kernbereich und ausreichend Riefen zum Speichern des Schmieröls.

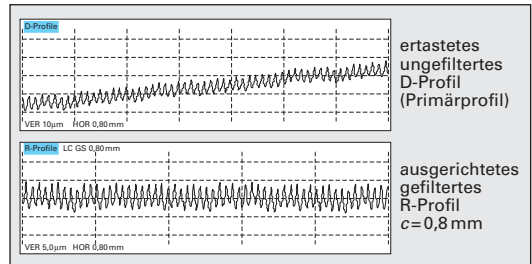
4 Ein Werkstück wurde mit $0,2 \text{ mm}$ Vorschub gedreht. Mit welcher Grenzwellenlänge λ_c und mit welcher Gesamtmessstrecke l_n ist die Oberfläche zu prüfen?

Grenzwellenlänge und Gesamtmessstrecke können Richtwerttabellen entnommen werden: In der Spalte „Rillenbreite“ (Tabelle) wird die Zeile gesucht, die den Vorschub $0,2$ enthält. In den Spalten λ_c und l_n können die Werte abgelesen werden.

Rillenbreite $RS \text{ mm}$	R_z, R_{max} μm	R_a μm	λ_c mm	l_n/l_n mm
$> 0,04 \dots 0,13$	$> 0,1 \dots 0,5$	$> 0,02 \dots 0,1$	0,25	0,25/1,25
$> 0,13 \dots 0,4$	$> 0,5 \dots 10$	$> 0,1 \dots 2$	0,8	0,8/4
$> 0,4 \dots 1,3$	$> 10 \dots 50$	$> 2 \dots 10$	2,5	2,5/12,5

Tabellenwerte: $\lambda_c = 0,8 \text{ mm}$; $l_n = 4 \text{ mm}$

5 Worauf ist die leichte Schräglage des ungefilterten D-Profiles im Bild zurückzuführen?



Das Profil besitzt eine Schräglage, weil über die Neigungseinstellung im Vorschubgerät die Bezugsebene parallel zur Werkstückoberfläche ausgerichtet wurde.

Bei zu starker Schräglage muss die Bezugsebene besser ausgerichtet werden.

6 Welches Profil in der Tabelle besitzt die besten Funktionseigenschaften für ein Gleitlager?

Tabelle: Oberflächenprofile			
R_{max} μm	R_z μm	Profilform	Materialanteilkurve Abbott-Kurve
1	1		
1	1		
1	0,4		
1	1		

Das zweite Profil von oben ist für ein Gleitlager am besten geeignet: Es besitzt nur flache Profilspitzen, einen hohen Materialanteil sowie ausreichend Riefen für die Ölaufnahme.

Ergänzende Fragen zur Oberflächenprüfung

7 Welche Ursachen können Welligkeit und Rautiefe eines Drehteils haben?

Welligkeit wird z.B. verursacht durch Schwingungen des Werkzeugs oder des Werkstücks, große Rautiefe durch die Form der Werkzeugschneide, durch große Zustellung oder großen Vorschub.

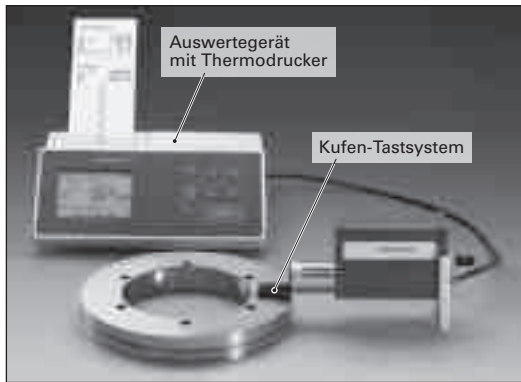
Welligkeit und Rauheit bewirken eine Abweichung des Werkstücks von der geometrisch idealen Form.

8 Welche Anteile des Istprofils sind beim Rauheitsprofil (R-Profil) herausgefiltert?

Beim Rauheitsprofil werden die Welligkeitsanteile herausgefiltert.

Rauheit entsteht beim Spanen durch den Vorschub und die Spanbildung.

9 Welches Tastsystem ist im Bild dargestellt und welche Vorteile und Nachteile hat es?



Das Bild zeigt ein tragbares Messgerät mit Kufen-Tastsystem und einem Auswertegerät mit Thermodrucker.

Das Gerät ist tragbar und somit überall einzusetzen. Nachteilig ist, dass es wegen der fehlenden mechanischen Geradföhrung nur die Rautiefe voll erfasst, die Welligkeit durch die Gleitkufe teilweise „ausfiltert“ und Formabweichungen nicht erfassen kann.

10 Welcher Oberflächenmesswert ändert sich durch einen vom Messgerät erfassten Kratzer auf einer polierten Oberfläche am meisten?

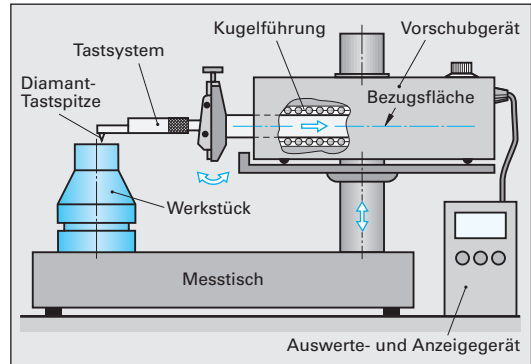
Die stärkste Veränderung durch den Kratzer erfährt der Wert R_{max} .

R_{max} ist die größte Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke.

11 Wie unterscheiden sich die Begriffe „wirkliche Oberfläche“ und „Istoberfläche“?

Die wirkliche Oberfläche weist fertigungsbedingte Abweichungen von der geometrisch idealen Oberfläche auf. Die Istoberfläche ist die messtechnisch erfasste Oberfläche.

12 Wie arbeiten Oberflächenmessgeräte nach dem Tastschnittverfahren?



Die Gestaltabweichungen der Oberfläche werden mit einer Diamantspitze erfasst.

Ein Vorschubgerät föhrt das Tastsystem über die Oberfläche. Dabei werden Lageänderungen der Tastspitze in elektrische Signale umgewandelt und an das Anzeigegerät oder den Profilschreiber weitergeleitet.

13 An welcher Stelle einer Werkstückoberfläche müssen die Rauheitskenngrößen ermittelt werden?

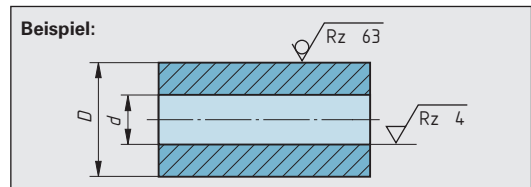
Die Messungen müssen an der Stelle der Oberfläche durchgeföhrt werden, an der die schlechtesten Messwerte zu erwarten sind.

Bei periodischen Profilen, z.B. bei Drehprofilen, muss die Tastrichtung senkrecht zur Rillenrichtung gewöhlt werden.

Bei aperiodischen Profilen mit wechselnder Rillenrichtung, wie sie z.B. beim Schleifen oder Läppen entstehen, ist die Tastrichtung beliebig.

14 Wie wird die zulässige gemittelte Rautiefe nach DIN ISO 1302 in einer Zeichnung angegeben?

Unter dem Querstrich des entsprechenden Sinnbilds trägt man das Kurzzeichen und den entsprechenden Wert ein.



Außendurchmesser D : spanlos hergestellte Oberfläche mit gemittelter Rautiefe kleiner oder gleich $63\ \mu\text{m}$.

Innendurchmesser d : spanend hergestellte Oberfläche mit gemittelter Rautiefe kleiner oder gleich $4\ \mu\text{m}$.

1.5 Toleranzen und Passungen

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 47

1 Wie ist bei den ISO-Toleranzen die Lage der Toleranzfelder zur Nulllinie festgelegt?

Die Lage der Toleranzfelder zur Nulllinie wird durch das Grundabmaß angegeben.

Das Grundabmaß ist das der Nulllinie am nächsten liegende Abmaß.

2 In einer Zeichnung steht für die Maße ohne Toleranzangabe der Hinweis: ISO 2768 – f. Welche Grenzmaße darf das Nennmaß 25 haben?

Allgemeintoleranzen für Längenmaße

Toleranz-klasse	Grenzabmaße in mm für Nennmaßbereich in mm					
	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000
f fein	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
m mittel	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$
c grob	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
v sehr grob	–	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4

Die Grenzmaße sind 24,9 mm und 25,1 mm.

3 Wovon hängt die Größe einer Toleranz ab?

Die Toleranzgröße bei ISO-Toleranzangaben hängt vom Toleranzgrad und vom Nennmaß ab.

4 Welche Passungsarten unterscheidet man?

Man unterscheidet Spielpassungen, Übermaßpassungen und Übergangspassungen.

Bei Übergangspassungen kann Spiel oder Übermaß auftreten.

5 Wodurch unterscheiden sich die Passungssysteme „Einheitsbohrung“ und „Einheitswelle“?

Beim Passungssystem Einheitsbohrung werden alle Bohrungsmaße mit dem Grundabmaß H, beim Passungssystem Einheitswelle alle Wellen mit dem Grundabmaß h gefertigt.

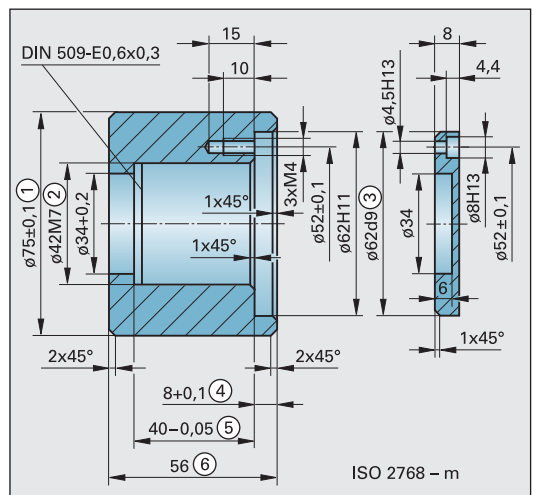
6 In einer Gesamtzeichnung ist die Passung $\varnothing 40H7/m6$ eingetragen. Erstellen Sie mithilfe eines Tabellenbuches eine Abmaßtabelle und berechnen Sie das Höchstspiel und das Höchstübermaß.

Passmaß	ES, es μm	EI, ei μm
$\varnothing 40H7$	+ 25	0
$\varnothing 40m6$	+ 25	+ 9

$$P_{\text{SH}} = G_{\text{oB}} - G_{\text{uW}} = 40,025 \text{ mm} - 40,009 \text{ mm} = 0,016 \text{ mm}$$

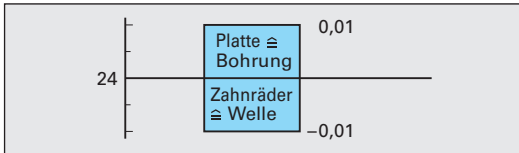
$$P_{\text{UH}} = G_{\text{uB}} - G_{\text{oW}} = 40,000 \text{ mm} - 40,025 \text{ mm} = -0,025 \text{ mm}$$

7 Für die Laufrolle mit Lagerdeckel (Bild) sind zu bestimmen:



a) die Höchst- und Mindestmaße sowie die Toleranz für die sechs gekennzeichneten Maße (Bild oben).

Nr.	Werkstückmaß	Höchstmaß	Mindestmaß	Toleranz
1	$\varnothing 75 \pm 0,1$	75,1	74,9	0,2
2	$\varnothing 42M7$	42,000	41,975	0,025
3	$\varnothing 62d9$	61,900	61,826	0,074
4	$8 + 0,1$	8,1	8,0	0,1
5	$40 - 0,05$	40,00	39,95	0,05
6	56	56,3	55,7	0,6

c) 24 + 0,01 (Platte)/24 – 0,01 (Zahnräder)**Toleranz Platte:**

$$T = ES - EI = 0,01 \text{ mm} - 0 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$$

Grenzmaße Platte:

$$G_{oB} = N + ES = 24 \text{ mm} + 0,01 \text{ mm} = 24,01 \text{ mm}$$

$$G_{uB} = N + EI = 24 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 24,00 \text{ mm}$$

Toleranz Zahnräder:

$$T = es - ei = 0 - (-0,01 \text{ mm}) = 0,01 \text{ mm}$$

Grenzmaße Zahnräder:

$$G_{oW} = N + es = 24 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 24,00 \text{ mm}$$

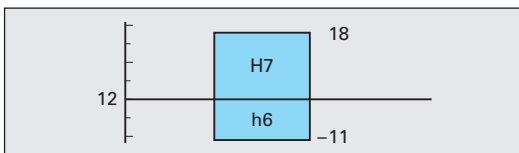
$$G_{uW} = N + ei = 24 \text{ mm} + (-0,01 \text{ mm}) = 23,99 \text{ mm}$$

Höchstspiel:

$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW} = 24,01 \text{ mm} - 23,99 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$$

Mindestspiel:

$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW} = 24 \text{ mm} - 24 \text{ mm} = 0$$

d) Ø12h6 (Welle)/ Ø12H7 (Riemenscheibe)**Toleranz Bohrung:**

$$T = ES - EI = 18 \text{ } \mu\text{m} - 0 \text{ } \mu\text{m} = 18 \text{ } \mu\text{m}$$

Grenzmaße Bohrung:

$$G_{oB} = N + ES = 12 \text{ mm} + 0,018 \text{ mm} = 12,018 \text{ mm}$$

$$G_{uB} = N + EI = 12 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 12,000 \text{ mm}$$

Toleranz Welle:

$$T = es - ei = 0 - (-11 \text{ } \mu\text{m}) = 11 \text{ } \mu\text{m}$$

Grenzmaße Welle:

$$G_{oW} = N + es = 12 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 12,000 \text{ mm}$$

$$G_{uW} = N + ei = 12 \text{ mm} + (-0,011 \text{ mm}) = 11,989 \text{ mm}$$

Höchstspiel:

$$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW} = 12,018 \text{ mm} - 11,989 \text{ mm} = 0,029 \text{ mm}$$

Mindestspiel:

$$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW} = 12 \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 0$$

Ergänzende Fragen zu Toleranzen und Passungen**9 Für welche Anwendungsgebiete werden die Toleranzgrade 5 ... 11 verwendet?**

Diese Toleranzgrade werden hauptsächlich im Werkzeug-, Maschinen- und Fahrzeugbau verwendet.

10 Was versteht man unter Austauschbau?

Austauschbau bedeutet, dass Werkstücke unabhängig von ihrer Herstellungsart und Herstellungszeit ohne Nacharbeit ausgetauscht werden können.

11 Wie wird nach ISO die Lage eines Toleranzfeldes zur Nulllinie angegeben?

Die Lage des Toleranzfeldes wird durch Buchstaben angegeben. Für Bohrungen verwendet man große Buchstaben von A bis Z, für Wellen kleine Buchstaben von a bis z.

Für die Toleranzgrade 6 bis 11 wurden die Toleranzen um die Grundabmaße ZA, ZB und ZC bzw. za, zb und zc erweitert. Außerdem gibt es für alle Nennmaße Toleranzklassen, die symmetrisch zur Nulllinie liegen und mit JS bzw. js bezeichnet werden.

12 Wie viel Toleranzgrade werden in der ISO-Normung unterschieden?

Man unterscheidet 20 Toleranzgrade, welche mit den Zahlen 01, 0, 1 bis 18 angegeben werden.

Je größer die Zahl ist, desto größer ist die Toleranz.

13 Welche Toleranzgrade sind für Passmaße im Maschinenbau bestimmt?

Für Passmaße im Maschinenbau verwendet man die Toleranzgrade 5 bis 11 (Tabelle).

Anwendungsgebiete der ISO-Toleranzgrade						
ISO-Toleranzgrade	5	6	7	8	9	10 11
Anwendungsgebiete	Werkzeugmaschinen, Maschinen- und Fahrzeugbau					
Fertigungsverfahren	Reiben, Drehen, Fräsen, Schleifen, Feinwalzen					

14 Wie werden nach DIN die Allgemeintoleranzen in Zeichnungen angegeben?

Der Hinweis auf die Allgemeintoleranzen erfolgt meist im Schriftfeld in der Spalte „Zulässige Abweichung“ z.B. durch die Angabe „ISO 2768-m“

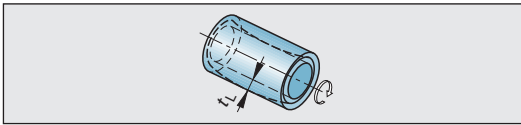
1.6 Form- und Lageprüfung

Fragen aus Fachkunde Metall, Seite 60

- 1 Welche Rundlaufabweichung muss mit der Toleranz verglichen werden, wenn der Rundlauf in mehreren Messebenen gemessen wurde?**

Die größte Rundlaufabweichung ist mit dem Toleranzwert t_L zu vergleichen.

Der Toleranzwert t_L ist der Abstand zwischen zwei gedachten coaxialen Zylindern, deren Achsen mit den Bezugsachsen übereinstimmen.



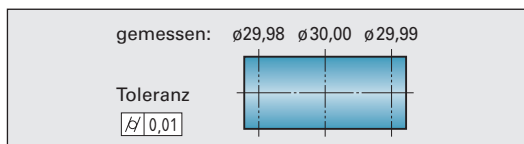
- 2 Worin unterscheidet sich eine Rundheits- von einer Rundlaufmessung?**

Bei der Rundheitsmessung wird geprüft, ob sich die Kreisform innerhalb zweier konzentrischer Kreise mit demselben Mittelpunkt befindet. Bei der Rundlaufmessung wird die Abweichung des Rundlaufs zur Bezugsachse geprüft.

- 3 Warum ist das sorgfältige Ausrichten der Bezugsachse vor einer Rundlaufmessung wichtig?**

Die Messgenauigkeit wird erheblich verbessert, wenn die Bezugsachsen sorgfältig im μm -Bereich ausgerichtet sind.

- 4 Beim Schleifen eines Zylinders entsteht eine leicht tonnenförmige Abweichung (Bild). Liegt die Zylinderform aufgrund der gemessenen Durchmesser noch in der Toleranz von 0,01 mm?**

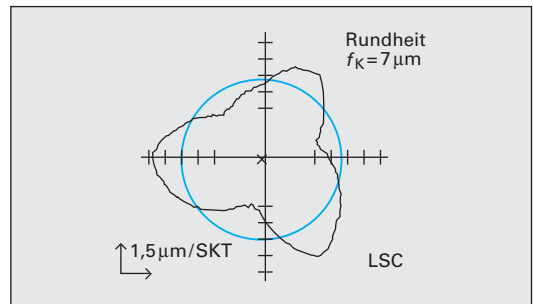


Die Zylinderform muss zwischen zwei coaxialen Zylindern liegen, die voneinander einen radialen Abstand von 0,01 mm haben. Mit $D = 30,000\text{ mm}$ ($R = 15,000\text{ mm}$) und $d = 29,98\text{ mm}$ ($r = 14,99\text{ mm}$) beträgt die maximale Abweichung 0,01 mm; die Zylinderform liegt somit gerade noch innerhalb der Toleranz.

- 5 Mit welchem Messverfahren kann der Rundlauf einer Getriebewelle funktionsgerecht geprüft werden?**

Zur funktionsgerechten Prüfung werden die Lagerzapfen der Getriebewelle in Prismen aufgenommen und der Rundlauf, z.B. mit einer Messuhr, geprüft.

- 6 Auf dem Formmessgerät wird an einer gedrehten Buchse eine Rundheitsabweichung von $7\text{ }\mu\text{m}$ gemessen (Bild).**



- a) Wodurch kann die Abweichung entstanden sein?**

Die Rundheitsabweichung kann durch zu starkes Spannen im Dreibackenfutter entstanden sein.

- b) Welche Anzeigeänderung ist bei einer Rundheitsabweichung von $7\text{ }\mu\text{m}$ bei einer Dreipunktmessung mit einem 90° -Prisma zu erwarten?**

Wird die Buchse in einem 90° -Prisma gemessen, so ist die Anzeigenänderung doppelt so groß wie die Rundheitsabweichung. Sie beträgt demnach $14\text{ }\mu\text{m}$.

- 7 Welche Arbeitsregeln müssen beim Gewindemessen mit der Dreidrahtmethode beachtet werden?**

Beim Gewindemessen mit der Dreidrahtmethode sind folgende Arbeitsregeln zu beachten:

- Bei der Wahl der Messeinsätze und Messdrähte sind die Gewindesteigung und der Flankenwinkel zu berücksichtigen.
- Messeinsätze und Drahthalter müssen leicht verdrehbar sein, damit sie sich in Steigungsrichtung einstellen können.