



## Zerspantechnik Fachbildung

### Lösungen zu den Kenntnisfragen und den Aufgaben der englischen Lerneinheiten

#### Vorbemerkung

Die auf dieser CD vorhandenen Lösungen sind als Hilfsmittel für die Unterrichtenden des Fachs Zerspanungsmechaniker in beruflichen Schulen gedacht. Sie können aber auch den Dozenten in der Weiterbildung Nutzen bringen.

In der Regel beziehen sich die Fragen auf die Inhalte der vorhergehenden Seiten des Lehrbuchs, manchmal muss auch ein Tabellenbuch benutzt werden. In einigen Fällen sollen die Schüler Erfahrungen aus der Tätigkeit im Ausbildungsbetrieb auswerten. Die meisten der Lösungen sind Vorschläge, die auch anders formuliert beantwortet werden können.

#### Zum inhaltlichen Aufbau

Die Strukturierung der CD folgt den Kapiteln des Fachkunde-Buches. Die Lösungen der *Kenntnisfragen* sind in PDF-Dateien gespeichert – entsprechend dem Menü auf der Startseite. Die Lösungen der *Aufgaben zu den englischen Lerneinheiten* befinden sich auf Seiten, die ähnlich wie die Lerneinheiten aufgebaut sind. Auch sie folgen der Abfolge der Kapitel.

#### Die Bedeutung der Schriftarten

Die Aufgaben sind **fett gedruckt** und **gelb** unterlegt.

Die Lösungen darunter haben eine normale Schrift.

*Gelegentliche Bemerkungen, Erläuterungen oder Hinweise stehen in kursiver Schrift.*

Die Autoren werden allen Nutzern dieser Lösungen für Hinweise oder Verbesserungsvorschläge dankbar sein. Bitte schicken Sie diese an folgende Adresse:

lektorat@europa-lehrmittel.de

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

Winter 2019/2020

*Autoren und Verlag*

**1 Recherchieren Sie und geben Beispiele, durch welche Materialien oder Anlagen elektrische Spannung erzeugt oder genutzt werden kann.**

Elektrische Spannung kann erzeugt werden durch Generatoren (Induktion), die durch Dampf (aus der Verbrennung von Kohle, Öl oder Biomasse; Atomkernenergie), Wasser, Wind oder Wellen angetrieben werden. Möglich ist auch die Stromerzeugung durch Licht (Solarzelle), Piezoelement, chemische Prozesse (Batterie), Reibung.

- 1 Einigen Sie sich mit einem Mitschüler, der in einem anderen Betrieb arbeitet auf fünf Elektrogeräte, die in beiden Betrieben verwendet werden. Informieren Sie sich über deren Prüfabstände und Prüfnachweise. Vergleichen Sie die Ergebnisse.**

Betriebsspezifisch

*Die Auszubildenden sollen sich bewusst werden, dass sie auch in ihrem Ausbildungsberuf mit vielen elektrischen Geräten konfrontiert werden.*

**1 Überprüfen Sie, ob in Ihrem Betrieb zu den Kühlschmiermitteln Betriebsanweisungen und Sicherheitsdatenblätter vorhanden sind und ob Wartungs- und Hautschutzpläne erstellt worden sind.**

Betriebsspezifisch

*Der Auszubildende soll sich mit der Arbeitssicherheit in seinem Ausbildungsbetrieb befassen.*

**2 Welche Möglichkeiten gibt es, ein zu häufiges Entsorgen von Kühlschmiermitteln zu vermeiden?**

Ein zu häufiges Entsorgen von Kühlschmiermitteln kann vermieden werden, indem das Vermischungsverbot eingehalten wird und die vorhandenen Reinigungsanlagen genutzt werden (Filter, Siebe, Absetzbecken).

**3 Welche Hinweise auf Gesundheitsgefahren sind in der Betriebsanweisung und auf den Sicherheitsblättern enthalten?**

Hinweise auf Gesundheitsgefahren in der Betriebsanweisung und auf den Sicherheitsblättern beziehen sich auf physikalische und chemische Eigenschaften (Gefahren für Mensch und Umwelt) sowie Brand- und Explosionsgefahren.

**4 Begründen Sie die Regel „Vermeidung vor Verwertung und Verwertung vor Entsorgung“.**

Der beste Gesundheitsschutz und die größte Ersparnis bestehen darin, keine Kühlschmiermittel zu verwenden. Ist dies jedoch technologisch erforderlich, ist eine Wiederverwertung ökologisch und meist auch wirtschaftlich sinnvoller als neue Produkte einzusetzen.

**5 Welche Verordnungen und Richtlinien müssen bei der Arbeit mit Kühlschmierstoffen beachtet werden?**

Bei der Arbeit mit Kühlschmierstoffen müssen beachtet werden die Gefahrstoffverordnung, das Chemikaliengesetz, das Sicherheitsdatenblatt und die Betriebsanweisung. Die betrieblichen Unterlagen ergeben sich aus den gesetzlichen Bestimmungen.

**6 Welche Rechte haben Betriebsräte bei der Überwachung der Gefahren, die von Kühlschmierstoffen ausgehen?**

Betriebsräte haben das Mitbestimmungsrecht bei der Festlegung von technischen Schutzmaßnahmen und bei der Bereitstellung von persönlichem Körperschutz.

**7 Wird in Ihrem Betrieb mit den R- und S-Sätzen gearbeitet? Werden diese Sätze als Hilfe eingeschätzt?**

Betriebsspezifisch

*Seite 29, Mitte. Umfangreiche Übersichten in Tabellenbüchern. Nach europäischer Vereinheitlichung P- und H-Sätze.*

**1 Was versteht man unter den Begriffen Messen, Lehren, unmittelbares Messen und Unterschiedsmessung?**

Messen: ist der Vergleich einer gesetzlichen Einheit mit einer unbekannten zu messenden Größe, das Messergebnis ist eine physikalische Größe, z.B.  $l = 37,5 \text{ mm}$

Lehren: bedeutet die Feststellung, ob das zu prüfende Werkstück „gut“ ist, d.h. zwischen den zulässigen Grenzwerten liegt, oder ob es zu klein bzw. zu groß ist.

Unmittelbares Messen ist die unmittelbare Feststellung z.B. der Länge eines Werkstückes mithilfe eines Messschiebers.

Unterschiedsmessungen erfolgen durch Nullsetzung am Messmittel an einer festgelegten Körperkante und der Messung einer festgelegten Differenzlänge am Werkstück.

**2 Erläutern Sie den Aufbau von mechanischen, elektrischen und pneumatischen Messanordnungen.**

Mechanische Messordnungen erfassen die Veränderung am Messgegenstand mithilfe eines Messgrößenaufnehmers und übertragen sie auf einen Zeiger.

Elektrische Messordnungen erfassen durch einen Messgrößenaufnehmer die Längenänderung, die mithilfe eines Messgrößenwandlers in eine elektrische Größe umgewandelt und anzeigbar gemacht wird.

Pneumatische Messordnungen erfassen die Längenänderungen der zu prüfenden Werkstücke durch die entstehenden Druckdifferenzen.

**3 Welche Vorteile bringen Koordinatenmessmaschinen**

Mithilfe von Koordinatenmessmaschinen ist es möglich, Maße, Formen und Lagen von geometrischen Werkstückelementen in einer Aufspannung zu erfassen. Die Auswertung für die Qualitätssicherung ist dadurch gegeben.

**4 Aus welchen Gründen treten Messabweichungen auf?**

Das Messergebnis kann durch Temperaturschwankungen beim Messen, fehlerhafte Führungen und Messflächen, Spiel im Messmittel und Schmutz beeinträchtigt werden und somit zu Messabweichungen führen.

**5 Worin unterscheiden sich zufällige von systematischen Messabweichungen und wie sind sie jeweils zu berücksichtigen?**

Zufällige Messabweichungen machen das Messergebnis unsicher, systematische Messabweichungen verfälschen das Messergebnis.

**6 Beobachten Sie einmal zielgerichtet Ihre Messtätigkeit und suchen Sie nach Ursachen für Messabweichungen.**

Die Aussage: „Ich habe genau gemessen“ ist falsch, denn jeder Messvorgang wird von Messwertverfälschungen beeinflusst. Grundsätzliches Ziel sollte sein, die möglichen Ursachen der Messabweichungen zu minimieren.

**1 Messen der Kreissehne**

**Probieren Sie das Verfahren (Bild auf S. 41) einmal mit unterschiedlich großen Messschiebern aus! Können Sie die Richtigkeit der Formel bestätigen?**

**Welche Messunsicherheiten treten bei solchen Messungen auf?**

Ja, die Größe der Messschieber hat keinen Einfluss auf die Messung einer Sehnenlänge.

Es können sowohl systematische Messabweichungen, wie z.B. Messgerätefehler, Abnutzung usw. auftreten, als auch zufällige Messabweichungen, wie z.B. mangelhafte Pflege, schwankende Umweltbedingungen, persönliche Fehler durch Verkanten, Ablesefehler usw.

**2 Welche Faktoren bestimmen die Auswahl von Messgeräten?**

Messgeräte können nach folgenden Faktoren ausgewählt werden:

- nach den Wirkungsprinzipien (berührend – kontaktlos, mechanisch, elektrisch, optisch und pneumatisch),
- nach der erforderlichen Messgenauigkeit,
- nach dem Verwendungszweck (Preis-Leistungsverhältnis).

**3 Welche Möglichkeiten stehen Ihnen offen wenn**

- ein Außenmaß (Welle) größer ist als die Gutseite der Rachenlehre,

Nacharbeit

- ein Außenmaß (Welle) kleiner ist als die Ausschusseite der Rachenlehre,

Ausschuss

- ein Innenmaß (Bohrung) kleiner ist als die Gutseite des Lehrdornes,

Ausschuss

- ein Innenmaß (Bohrung) größer ist als die Ausschusseite des Lehrdornes?

gut

**4 Warum werden zum Prüfen Maßverkörperungen, anzeigende Messgeräte und Lehren eingesetzt? Worin sehen Sie die spezifischen Anwendungsgebiete dieser Prüfmittel?**

Mithilfe von anzeigenden Messgeräten können an Maßverkörperungen exakte Messergebnisse gewonnen werden. Werden Lehren verwendet, ergeben sich dagegen die Aussagen gut, Nacharbeit oder Ausschuss als Prüfergebnis.

Die spezifischen Anwendungsgebiete der Prüfmittel bestimmen den Prüfaufwand und die zu erzielenden Prüfergebnisse, deshalb müssen Prüfmittel aufgabenspezifisch ausgewählt werden.

**5 Erkunden Sie, welche Hinweise zum Umgang mit Messmitteln in Ihrer Ausbildungsstätte zugänglich sind. Stellen Sie eine Übersicht zum richtigen Umgang mit Messschiebern, Messschrauben und Feinzeigern zusammen.**

Stellen Sie bei der Bearbeitung dieser Frage Ihre theoretisch erworbenen Kenntnisse praktischen Gegebenheiten in Ihrer Ausbildungsstätte gegenüber.

Bewerten Sie für die aufgeführten Messmittel z.B. die Aufbewahrung, den täglichen Umgang, typische Messaufgaben, die Pflege und Wartung bzw. zyklische Kontrollen.

**1 Welche Bestimmungsgrößen sind bei Gewinden und Zahnrädern wichtig? Wie können sie geprüft werden?**

Gewindeprüfung:

Bestimmungsgrößen	Prüfmittel
$d, D$ $d_2, D_2$ $d_3, D_1$	Gewindemessschrauben mit Messeinsätzen
$d_2$	Dreidrahtmethode
$P$	Gewindesteigungsprüfer

Zahnradprüfung:

Bestimmungsgrößen	Prüfmittel
$s$	Zahndickenmessschieber
$w$	Zahnweitenmessschraube
$f_R$	Zahnradprüfgerät

**2 Wie können Geradheit und Ebenheit in der Werkstatt geprüft werden?**

Haarlineal, Messuhren mit Gestänge

**3 Welche Abweichungen erfassen Sie mit der Rundlaufprüfung?**

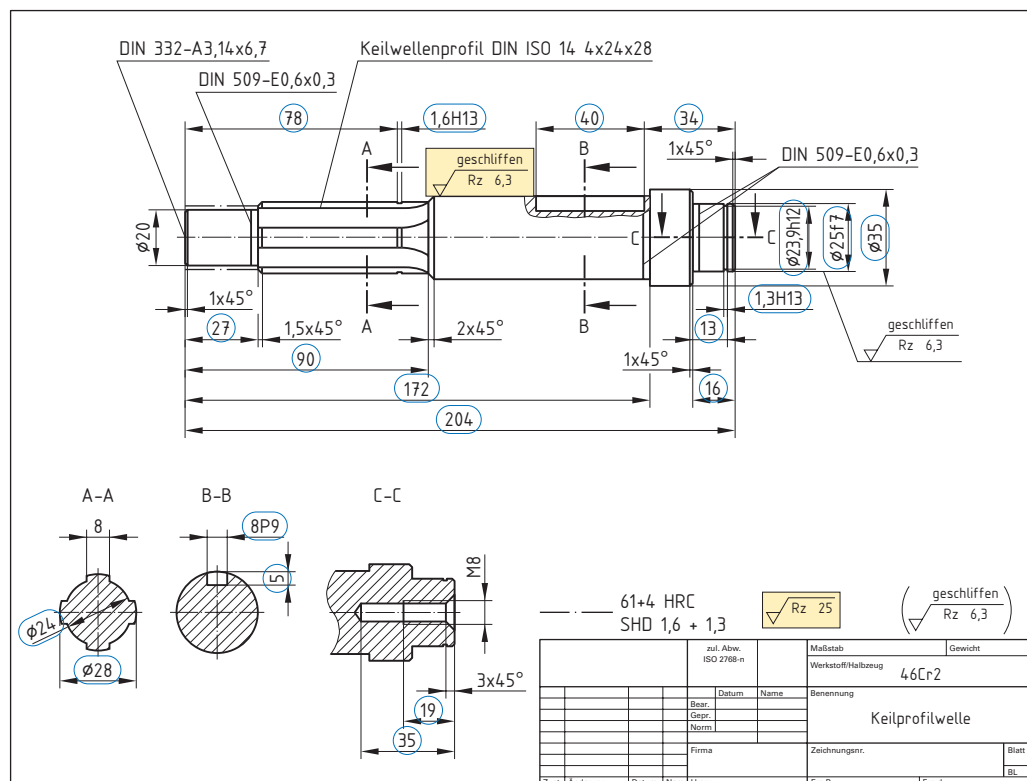
Rundlaufabweichungen, d.h. die Bewegungsabweichungen vom korrekten Rundlauf und die Form- und Lagefehler

**4 Welche Endmaßkombination benötigen Sie, wenn Sie mit einem Sinuslineal mit Rollenabstand 100 mm einen Winkel von 15° einstellen wollen?**

$E = l \sin 15^\circ$	die Berechnung ergibt eine Kombination aus den aufgelisteten Endmaßen	
$E = l \sin 0,2588 = 25,882 \text{ mm}$	1,001	
	1,080	
	1,800	
	2,000	
	20,000	
	25,881	

**5 Welche Vor- und Nachteile bringt der Einsatz von Lehren bei der Prüfung von Form- und Lageabweichungen?**

Das Prüfergebnis „gut – Nacharbeit – Ausschuss“ ist relativ schnell und sicher erreichbar. Die MessgröÙe kann jedoch nicht zahlenmäßig ermittelt werden. Lehren müssen sorgfältig aufbewahrt und gewartet werden. Die Verwendung von Lehren erfordert handwerkliche Routine.





Qualitätsformular										
Qualitätsformular										
Prüfplanung										
Sachnummer:		Benennung:			Losgröße :		Bearbeiter:		Dateiname:	
		<b>Keilprofilwelle</b>								
Merkmalnr.	Merkmal	Nennmaß	Untere Tol.	Obere Tol.	Prüfmittel Werker	Prüfmittelfähigkeit	Prüfumfang Werker %	Prüfmittel QS	Prüfumfang QS	Bemerkung
1	Länge	204	-0,5	+0,5	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
2	Länge	172	-0,5	+0,5	Tiefenmessschieber	ja	25	Tiefenmaß	1	
3	Länge	90	-0,3	+0,3	Tiefenmessschieber	ja	25	Tiefenmaß	1	
4	Länge	78	-0,3	+0,3	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
5	Länge	40	-0,3	+0,3	Messschieber	ja	1	Innenmaß	1	
6	Länge	34	-0,3	+0,3	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
7	Länge	27	-0,2	+0,2	Tiefenmessschieber	ja	25	Tiefenmaß	1	
8	Länge	16	-0,2	+0,2	Tiefenmessschieber	ja	25	Tiefenmaß	1	
9	Länge	13	-0,2	+0,2	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
10	Gewindetiefe	19	-0,2	+0,2	Schraube	ja	25	Schraube	1	
11	Bohrungstiefe	35	-0,3	+0,3	Tiefenmessschieber	ja	1	Tiefenmaß	1	
12	Nuttiefe	5	-0,1	+0,1	Tiefenmessschieber	ja	1	Tiefenmaß	1	
13	Nutbreite m	1,3H13	+140	0	Parallelendmaße	ja	1	Parallelendmaße	1	
14	Nutbreite m	1,6H13	+140	0	Parallelendmaße	ja	1	Parallelendmaße	1	
15	Nutbreite m	8P9	-15	-51	Parallelendmaße	ja	1	Parallelendmaße	1	
16	Profilbreite	8	-0,2	+0,2	Messschieber	ja	25	Messschieber	1	
17	Durchmesser	35	-0,3	+0,3	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
18	Durchmesser	25f7	-20	-41	Rachenlehre	ja	100	Rachenlehre	25	
19	Durchmesser	23,9h12	0	-210	Rachenlehre	ja	100	Rachenlehre	25	
20	Durchmesser	28	-0,2	+0,2	Messschieber	ja	25	Messschieber	1	
21	Durchmesser	24	-0,2	+0,2	Messschieber	ja	25	Messschieber	1	
22	Durchmesser	20	-0,2	+0,2	Messschieber	ja	1	Messschieber	1	
23	Gewinde	M8	+9	0	Gewindelehndorn M8-6H	ja	100	Gewindelehndorn	25	
24	Rauheit	Rz6,3			Tastschnittgerät	ja	1	Tastschnittgerät	1	
Prozessverantwortlicher:						Datum/Name/Unterschrift:				

**1 Was ist unter den Begriffen Nenn- und Istmaß zu verstehen?**

Das Nennmaß  $N$  ist das in einer Zeichnung angegebene Maß (Idealmaß). Das Istmaß ist das gemessene Werkstückfertigmaß, das innerhalb von tolerierten Grenzen liegen muss.

**2 Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Höchst-/Mindestmaß und den oberen/unteren Grenzmaßen?**

Das Höchstmaß  $G_o$  ist das Werkstückgrößtmaß, für eine Bohrung gilt:  $G_{oB} = N + ES$

Das Mindestmaß  $G_u$  ist das Werkstückkleinstmaß, für eine Welle gilt:  $G_{uW} = N + ei$

**3 Wie werden Bohrungs- bzw. Wellentoleranzklassen bezeichnet?**

Bohrungs- und Innentoleranzklassen werden mit den Großbuchstaben „A ... ZC“, alle Wellen- und Außentoleranzklassen dagegen mit den Kleinbuchstaben „a ... zc“ bezeichnet.

**4 Welche Vorteile bringt die Anwendung von Allgemeintoleranzen?**

Allgemeintoleranzen werden für alle nichttolerierten Werkstückmaße verwendet. Dafür werden die Toleranzklassen **fein**, **mittel**, **grob** und **sehr grob** eingesetzt. Allgemeintoleranzen sind zahlenmäßig gleichgroße  $\pm$  Toleranzen. Die Größe der Toleranzen ist den Werkstückgrößen angepasst.

**5 Worin liegen die Besonderheiten der Toleranzklassen H bzw. h?**

Die Toleranzklassen H bzw. h liegen jeweils von oben bzw. von unten an der Nulllinie, d.h.  $ES = 0$ ,  $es = 0$ . Die Beträge der Toleranzklassen H liegen zwischen 0 und Pluswerten. Die Beträge der Toleranzklassen h liegen zwischen 0 und Minuswerten.

**6 Worin unterscheiden sich die Passungssysteme Einheitswelle und Einheitsbohrung?**

Die Passungssysteme Einheitswelle EW und Einheitsbohrung EB unterscheiden sich in der Zuordnung der Passmaße zu den Toleranzfeldern. Beim System EW erhalten die Außenpassflächen das Toleranzfeld „h“, den Innenpassflächen werden die erforderlichen Toleranzfelder zugeordnet. Beim System EB erhalten die Innenpassflächen das Toleranzfeld „H“, den Außenpassflächen werden die erforderlichen Toleranzfelder zugeordnet.

**7 Begründen Sie an praktischen Anwendungsbeispielen die Bedeutung beider Passungssysteme.**

Das Passungssystem EW ist für die Herstellung von großen Stückzahlen günstig, da tolerierte Halbzeuge verwendet werden können (Einbau ohne Nacharbeit). Außenmaße an Einzelwerkstücken dagegen lassen sich kostengünstiger fertigen und prüfen, das Passungssystem EB ist dafür günstiger.

**8 Werten Sie folgende Passungsangaben aus: 12H7/r6 44F8/h9 75H11/a11**

Passmaß Mp	12H7/r6		44F8/h9		75H11/a11	
Passsystem	EB		EW		EB	
Passfläche	Innenpassfläche 12H7	Außenpassfläche 12r6	Innenpassfläche 44F8	Außenpassfläche 44h9	Innenpassfläche 75H11	Außenpassfläche 75a11
ISO-Toleranzkurzzeichen						
ob. Grenzabmaß $ES$ , $es$	+ 18 $\mu$ m	+ 34 $\mu$ m	+ 0,064 $\mu$ m	0	+ 190 $\mu$ m	– 360 $\mu$ m
unt. Grenzabmaß $EI$ , $ei$	0	+ 23 $\mu$ m	+ 0,025 $\mu$ m	– 62 $\mu$ m	0	– 550 $\mu$ m
Höchstmaß $G_{oB}$ , $G_{oW}$	12,018 mm	12,034 mm	44,064 mm	40,000 mm	75,190 mm	74,640 mm
Mindestmaß, $G_{uB}$ , $G_{uW}$	12,000 mm	12,023 mm	44,025 mm	39,938 mm	75,000 mm	74,450 mm
Toleranz $T_B$ , $T_W$	0,018 mm	0,011 mm	0,039 mm	0,062 mm	0,190 mm	0,190 mm
Höchstpassung $P_H$		– 0,034 mm		+ 0,126 mm		+ 0,740 mm
Mindestpassung $P_M$		– 0,005 mm		+ 0,025 mm		+ 0,360 mm
Pass toleranz $P_T$		0,029 mm		0,121 mm		0,380 mm
Toleranzintervallart	Übermaßtoleranzfeld		Spieltoleranzintervall		Spieltoleranzintervall	

### 3.8 Prüfen und Messen

Werkstückmerkmale können mithilfe von Größen definiert werden. Die Basisgrößen und Basiseinheiten (s. Tabellenbücher) sind im internationalen Einheitensystem **SI (System International)** festgelegt. Durch Prüfvorgänge, d.h. Messen oder Lehren sind alle physikalischen Größen, auch unter problematischen Bedingungen (Bild 1), bestimmbar. Die Auswahl des Prüfverfahrens und der Gerätetechnik ist von der Aufgabenstellung und der geforderten Prüfgenauigkeit abhängig.

#### 1. Messabweichungen

Jeder Messvorgang unterliegt unterschiedlichen Einflüssen, dadurch werden die Messergebnisse **verfälscht**.

Systematische Abweichungen werden durch gleiche Einflüsse verursacht, z.B. Temperatureinflüsse. Dadurch wird der Messwert **falsch**. Zufällige Abweichungen können bzgl. Größe und Wertigkeit nicht bestimmt werden, z.B. Messkräfte; d.h. die Messwerte werden **unsicher** (Bild 2).

#### 2. Maßliches Prüfen

Mithilfe von meist mechanischen bzw. elektrischen, pneumatischen oder optischen Messanordnungen werden in der Zerspantechnik Längenmaße erfasst. Das Messergebnis ist immer ein **Zahlenwert** (Bild 3). Entscheidend für die Auswahl des Messgerätes ist die geforderte Genauigkeit und die durchzuführende Messaufgabe. Als Sonderfall gilt die Unterschiedsmessung, das Messgerät muss vor Prüfbeginn auf „Null“ gestellt werden.

#### 3. Nichtmaßliches Prüfen

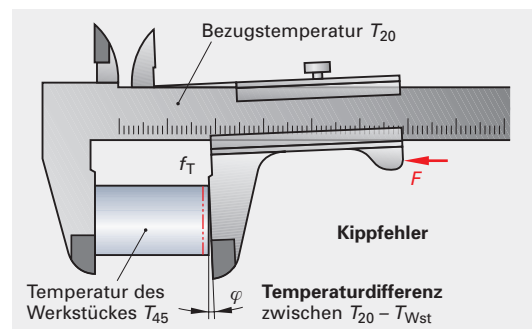
Lehren verkörpern Formen und Maße, die im Vergleich mit Werkstücken als Prüfergebnisse ermittelt werden (Bild 4), d.h. als:

#### Nacharbeit – Gut – Ausschuss

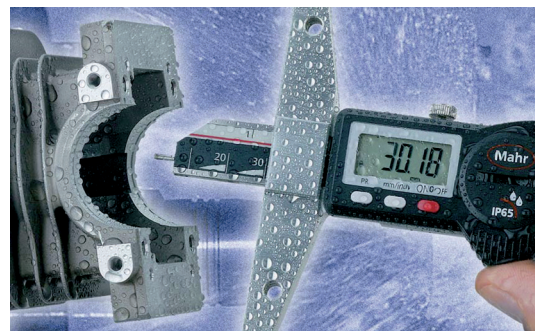
- Maßlehren sind Lehren mit ansteigenden Maßen, z.B. Parallelendmaße.
- Formlehren bewerten Werkstückformen mithilfe der Lichtspaltmethode.
- Grenzlehren verkörpern die zulässigen Höchst- und Mindestwerte eines Nennmaßes.



1 Längenmessung mit einem Messschieber



2 Arten von Messabweichungen



3 Tiefenmessung



4 Lehren eines Innenmaßes

**1. Measuring and gauging**
**3. Answer the following questions:**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Name the SI-base quantities and their units.</li> <br/><br/><br/><br/><br/> <li>■ Explain the difference between the inspection procedures: measuring and gauging</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ SI-base quantities und base units:<br/>Length (meter m), mass (kilogram kg), time (second s), amount of substance (mole), electric current (Ampere A), thermodynamic temperature (Kelvin K), luminous intensity (Candela cd)</li> <br/> <li>■ When measuring, the measuring result is a physical quantity consisting of a numeral value and a unit of measurement.<br/><br/>When gauging, the measuring result is a statement if the test dimension of a workpiece is good or scrap or if it needs refinishing.</li> </ul> |
|---|---|

**2. Measuring errors**
**3. Answer the following questions:**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The statement: <i>"I have measured precisely"</i> is wrong, why?</li> <br/><br/><br/> <li>■ Explain the difference between the detected measured value and the actual measured quantity.</li> <li>■ Why is the reference temperature <math>T_{20}</math> specified in precision measuring?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ It is not possible to measure precisely, because there is no limit of the decimals after the point (German comma).<br/>The measuring results have become more and more accurate due to instrument engineering.</li> <li>■ Systematic and random influences on the measurement process influence the measuring result.</li> <li>■ The defined reference temperature <math>T_{20}</math> of the workpieces during testing excludes systematic errors such as changes in length due to heating or cooling factors.</li> </ul> |
|--|---|

**3. Dimensional checking**
**3. Answer the following questions:**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Which advantages does dimensional checking have?</li> <br/><br/><br/> <li>■ Name characteristic features of the measurement arrangements for length measuring.</li> <br/> <li>■ Summarize comparison measurement by a practical example.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The result of a dimensional checking is a physical quantity. A numerical value and a unit represent the measured quantity.</li> <li>■ Features: reference temperature <math>T_{20}</math>, measuring area should be free of dust and grease, adequate measuring force, minimizing of tilting and parallax errors.</li> <li>■ Run-out inspection: fix measurement points, seek datum point, data acquisition and evaluation.</li> </ul> |
|--|---|

**4. Non-dimensional checking: gauging**
**3. Answer the following questions:**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Explain the difference of the applied measuring force in measuring and gauging.</li> <br/><br/><br/> <li>■ The test result of gauging can only be: refinishing operation – good – scrap. Evaluate these statements according to the quality of the produced workpieces.</li> <li>■ Which advantages does a three-point testing procedure have?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The gauge is guided vertically and with its own weight FG into the workpiece when checking. The position of the measuring force whilst measuring is task dependent and is applied manually.</li> <li>■ With the verbal statements good or scrap, it is decided on use, non-use or required refinishing of a workpiece.</li> <li>■ The improved measurement position guarantees error-free and provides more precise measurements.</li> </ul> |
|--|---|

### 1 Was verstehen Sie unter dem Begriff Zerspanbarkeit von Eisenwerkstoffen?

Der Begriff „Zerspanbarkeit von Eisenwerkstoffen“ beschreibt die Wechselbeziehungen bei der Spanbildung zwischen der Werkzeugmaschine, dem Werkzeug und dem Werkstück. Die Zerspanbarkeit kann nicht durch eine definierte Kenngröße beschrieben werden. Abhängig vom jeweiligen spanabhebenden Fertigungsverfahren werden die erforderliche Schnittkraft, die entstehende Spanform, der Werkzeugverschleiß bzw. die Standzeit und die Oberflächengüte am Werkstück zur Bewertung der Zerspanbarkeit herangezogen.

### 2 Beschreiben Sie die Zusammenhänge der Zerspanungskenngrößen!

- Zerspankraft  $F$ : Sie entsteht aus den Komponenten  $F_c$ ,  $F_f$ ,  $F_p$  und  $F$  und bewirkt somit das Arbeitsergebnis sowie die Festlegung der Maschineneinstellwerte.
- Spanform: Sie beeinflusst wesentlich den Arbeitsprozess und die Werkstückoberfläche.
- Verschleiß und Standzeit  $T$ : Beide stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Spanbildung und der Schnittkraft.
- Oberflächengüte: Mithilfe von Rauheitskenngrößen z.B.  $R_z$  und  $R_a$  werden Werkstückoberflächen sicher bewertet, d.h. geringe Rautiefen sind kennzeichnend für eine gute Zerspanbarkeit.

### 3 Welche Faktoren beeinflussen die Schnittkraft $F_c$ ?

- Einflussfaktoren auf die Schnittkraft sind:
- Komponenten der Zerspankraft
  - Schnittgeschwindigkeit  $v_c$
  - Schneidengeometrie (Spanwinkel  $\chi$ )
  - spezifische Schnittkraft  $k_c$
  - Spanungsquerschnitt  $A = b \cdot h = a_p \cdot f$

### 4 Welche Faktoren bewirken bei der Fertigung eine günstige Spanbildung?

- Die Spanbildung wird begünstigt durch:
- Vorschub  $f$
  - Schnitttiefe  $a_p$
  - variiertem Spanungsquerschnitt  $A$  mit der Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  und dem Spanwinkel  $\chi$
  - Geschwindigkeitsverhältnis  $q$  beim Schleifen
  - geeignete Werkstoffe (Automatenstähle)

### 5 Nennen Sie Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Standzeit und den Verschleiß!

Die Standzeit und der Verschleiß eines spanabhebenden Werkzeuges stehen in unmittelbarem Zusammenhang und können von folgenden Faktoren beeinflusst werden:

Werkstück- und Werkzeugwerkstoff, Schnittgrößen (Spanungsquerschnitt), Werkzeugschneidengeometrie und Kühlschmierung.

### 6 Wie gewährleisten Sie die geforderten Rauheitsangaben bei der spanenden Fertigung?

Die geforderten Rauheitswerte von Werkstückoberflächen lassen sich durch folgende Maßnahmen erreichen:

- Schneidengeometrie der Werkzeuge (Keilwinkel  $\beta_0$  und Eckenradius  $r_s$ , Schnittdaten (Vorschub  $f$ , Geschwindigkeitsverhältnis  $q$ ),
- Verwendung geeigneter Werkstoffe (Härte)

**1 Entspricht die verwendete Ölsorte der Wiederholungsaufgabe den Bedingungen nach ISO?**

nein

**2 Begründen Sie anhand der Eigenschaften von Schneidkeramik die besonderen Einsatzbedingungen!**

Die charakteristischen Eigenschaften von Schneidkeramik sind: sehr hart, verschleißfest, hohe Warmhärte, aber spröde und empfindlich gegen Temperaturwechsel.

Deshalb eignen sich diese Werkzeuge besonders für die Bearbeitung von Gusswerkstoffen und gehärtetem Stahl. Dabei kann auf den Einsatz von Kühlschmierstoffen verzichtet werden.

**3 Worauf müssen Sie bei der Bearbeitung von Kunststoffen achten?**

Das thermische Wärmeverhalten der drei Kunststoffarten ist bei einer spanenden Bearbeitung zu berücksichtigen. Thermoplaste erweichen, Duroplaste verbrennen und Elastomere werden weich und schmieren. Eine angepasste Schneidengeometrie und scharfe Werkzeuge sind unumgänglich. Zusatz- bzw. Füllstoffe erschweren zusätzlich eine spanende Bearbeitung.

**4 Welche Vorteile bringt der Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der Zerspanung?**

Der sachgemäße Einsatz und die Verwendung von geeigneten Kühlschmierstoffen bei der Zerspanung ergeben folgende Vorteile:

- Verringerung der Reibungs- und der Zerspanungswärme.
- Abnahme aller Zerspanungskomponenten, besonders der Schnittkraft  $F_c$ .
- Verbesserung der bearbeiteten Werkstückoberfläche.

**5 Beschreiben Sie das allgemeine Grundprinzip der Reibung!**

Reibungskräfte wirken grundsätzlich einer Bewegung entgegen. Die Größe einer Reibungskraft  $F_R$  ist abhängig von der Normalkraft  $F_N$ , der Werkstoffpaarung, der Schmierung, der Oberflächengüte der Gleitflächen und der Reibungsart.

**6 Beschreiben Sie verschiedene Reibzustände an Werkzeugmaschinen!**

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Trockenreibung:      | Direkter Bauteilkontakt führt zu einer starken Erwärmung und Verschweißung (Fressen) und ist unbedingt zu vermeiden!   |
| Mischreibung:        | Punktweise Berührung bei Bewegungsbeginn bzw. unzureichender Schmierung. Diesen Drehzahlbereich meiden!  |
| Flüssigkeitsreibung: | Ein ausreichender Schmierpalt sichert die Gleitbewegung.   |
| Gleitreibung:        | Ist typisch für Gleitführungen und -lager. Die Gleitreibungszahl $\mu$ ist abhängig von der Reibkraft $F_R$ und der Normalkraft $F_N$ .  |
| Rollreibung:         | Das Maß der elastischen Verformung ist $f$ in mm, die in allen Wälzlagern entsteht.  |
| Spanflächenreibung:  | Wirkt zwischen dem abgeleiteten Span auf der Spanfläche des Schneidkeiles. Der Spanflächenreibwert $\mu_{sp}$ ist vom Schneidstoff, der Oberflächengüte, der Temperatur und der Gleitgeschwindigkeit abhängig. |



**7 Begründen Sie den zweckgebundenen Einsatz von verschiedenen Schmierstoffarten!**

Die Schmierstoffarten werden nach ihrem Zustand in fluid, plastisch und fest unterschieden. Nach den Einsatzbedingungen in der Zerspantechnik werden die Schmierstoffe entsprechend den nachfolgenden Betriebsbedingungen ausgewählt:

- Temperaturbereich
- geringe Viskosität und Viskositätsänderung bei Temperaturwechsel
- haftbeständig und druckfest
- säure- und wasserfrei
- alterungsbeständig
- hoher Flamm- und niedriger Stockpunkt

**8 Begründen Sie, in welchen Fällen eine niedrige Viskosität des einzusetzenden Schmierstoffes zu wählen ist und wann nicht.**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| Bei hoher Drehzahl,           | zur Verringerung der Reibung.          |
| Bei hoher Betriebstemperatur, | sie erfordert hohe Viskosität.         |
| Bei kleinem Lagerspiel,       | zur Sicherung der Flüssigkeitsreibung. |
| Bei hoher Lagerbelastung,     | sie erfordert hohe Viskosität.         |

**1 Nennen Sie alle Gefahrenquellen für die Korrosion bei Werkstücken in der spanenden Fertigung.**

- Unfallgefahr und Verschmutzung
- Einschränkung der Qualitätsmerkmale wie z.B. Oberflächengüte und Maßhaltigkeit
- Beeinträchtigung der Funktionstüchtigkeit und Verwendbarkeit

**2 Warum kann Korrosion kaum verhindert, sondern nur eingeschränkt werden?**

Die zahlreichen Einflussfaktoren der chemischen und elektrochemischen Korrosion, die zu den verschiedenen Korrosionsarten führen, können nur bedingt eingeschränkt werden, so dass die Korrosion nur zeitlich verzögert, aber nie vollkommen ausgeschaltet werden kann.

**3 Wie wird den äußeren Angriffen durch korrosionsauslösende Medien auf die Maschine, die Messmittel und die Werkstücke begegnet?**

Durch Aufbringen korrosionshemmender Schutzschichten, Verwendung von korrosionsbeständigen Werkstoffen und der Verwendung geeigneter Kühl- und Schmierstoffe.

**4 Warum sind dem Korrosionsschutz von innen durch Legieren Grenzen gesetzt?**

Alle Legierungselemente beeinflussen die Werkstoffeigenschaften der Grundmetalle. Abhängig von den Legierungselementen und deren prozentualen Anteilen in den Legierungen vollzieht sich eine Mischkristall- bzw. Kristallgemischbildung mit neuen veränderten Eigenschaften. Die erhöhte Korrosionsbeständigkeit stellt dabei einen Kompromiss mit den weiteren angestrebten Eigenschaften der Legierung dar.



**1 Wie können Sie die Zerspanbarkeit von Werkstoffen bewerten?**

Für die Zerspanbarkeit von Werkstoffen gibt es keine zugeordnete Kenngröße. Durch geeignete Bewertungskriterien wie z.B. die entstehende Spanform und die Oberflächengüte, dem Leistungsbedarf usw. ist sowohl eine verbale als auch eine mit Messwerten unterlegte Bewertung möglich.

**2 Welche Vorteile besitzen zerstörungsfreie Werkstoffprüfverfahren?**

Durch die zerstörungsfreien Werkstoffprüfverfahren werden der Verwendungszweck und die Brauchbarkeit eines Werkstücks nicht beeinflusst. Die Verfahren eignen sich für sehr große und schwere Werkstücke.

## 4.8 Werkstoffprüfung

Die Werkstoffprüfung als unverzichtbarer Bestandteil einer modernen Fertigung (Bild 1) untergliedert sich in drei Aufgabenbereiche.

- **Bestimmung technologischer Eigenschaften**  
als Grundlage für die Verwendung bzgl. der möglichen Beanspruchungen, z.B. die Härte.
- **Prüfung der Fertigerzeugnisse**  
auf mögliche fehlerhafte Fertigung, z.B. ungeeignete Werkstoffwahl, fehlerbehaftete Wärmebehandlung.
- **Schadensuntersuchungen**  
an schadhaften Bauteilen mit dem Ziel der Werkstoffoptimierung für ähnliche Verwendungen.

### 1. Prüfung mechanischer Eigenschaften

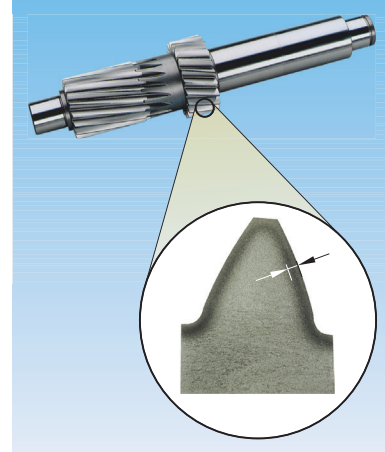
Mithilfe von Universalprüfmaschinen (Bild 2) können für die aufgeführten Aufgabenbereiche der Werkstoffprüfung die aussagekräftigen Kenngrößen, die Streckgrenze  $R_e / R_{p0,2}$ , die Zugfestigkeit  $R_m$  und die Bruchdehnung  $A$  ermittelt werden. Die Zugproben sind durch DIN 50125 bzw. DIN EN ISO 527-1 festgelegt. Der Zugversuch muss unter Beachtung der Vorgaben von DIN EN ISO 6892-1 erfolgen.

### 2. Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung werden vorrangig an sehr großen und schwierig zu transportierenden Werkstücken durchgeführt. Mithilfe der transportablen Geräte (Bild 3) können z.B. Risse, Lunker, Gefügefehler sowie deren Lage und Größe in Bauteilen lokalisiert werden. Die Auswertung der Prüfergebnisse kann sofort an Ort und Stelle erfolgen, erfordert aber ein hohes Maß an Sachverstand.

### 3. Diagramme und Tabellen

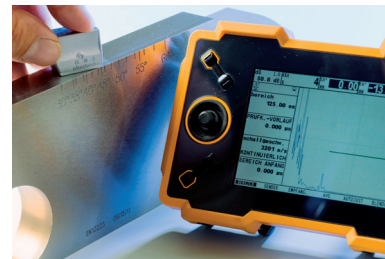
Zur Konstruktion, Fertigungskontrolle und Schadensanalyse werden die mithilfe der Werkstoffprüfverfahren ermittelten Kenngrößen der technologischen Eigenschaften verwendet. Aus Diagrammen (Bild 4) ist der Verlauf unter bestimmten Belastungen erkennbar. Die Zahlenwerte der Tabellen definieren die Belastungsbereiche bzw. -grenzen. Dabei sind die vorgegebenen Richtwerte für  $\nu$  (Sicherheitsbeiwert) zu beachten.



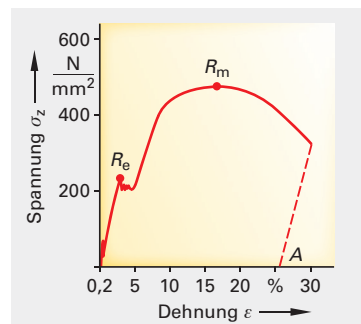
1 Zahnradwelle aus 25CrMo4 (1.7218)



2 Universalprüfmaschine



3 Ultraschallprüfung



4 Diagramm- und Tabellenwerte

Stahlsorte		Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Streckgrenze $R_e$ in N/mm <sup>2</sup> für Erzeugnisdicken in mm				Bruchdehnung $A$ %
Kurzname	Werkstoffnummer		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	
S185	1.0035	290...510	185	175	175	175	18
S235JR S235J0 S235J2	1.0038 1.0114 1.0117	360...510	235	225	215	215	26
S275JR S275J0 S275J2	1.0044 1.0143 1.0145	410...560	275	265	255	245	23
S355JR S355J0 S355J2	1.0045 1.0553 1.0577	470...630	355	345	335	325	22

**1 Nennen Sie den Unterschied von Schnittgrößen wie  $f$  und  $a$  zu Spanungsgrößen wie  $b$  und  $h$ .**

Die Schnittgrößen werden an der Maschine eingestellt. Dadurch wird der Ablauf des Spanungsvorgangs bestimmt. Daraus entstehen dann die Spanungsgrößen.

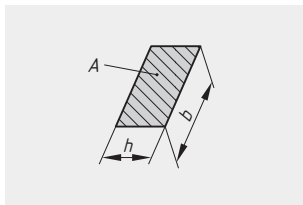
**2 Berechnen Sie die Spanungsbreite beim Stirnfräsen. Gegeben sind  $a_p = 3 \text{ mm}$  und drei Fräsköpfe mit den Einstellwinkeln  $\kappa = 90^\circ$ ,  $\kappa = 75^\circ$  und  $\kappa = 42^\circ$ .**

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}; \quad b = \frac{3 \text{ mm}}{\sin 90^\circ} \approx 3,0 \text{ mm}; \quad b = \frac{3 \text{ mm}}{\sin 75^\circ} \approx 3,2 \text{ mm}; \quad b = \frac{3 \text{ mm}}{\sin 42^\circ} \approx 4,9 \text{ mm}$$

**3 Welche Bedeutung hat das Spanungsverhältnis für die Arbeit an spanenden Werkzeugmaschinen?**

Es existieren bestimmte Bereiche des Spanungsverhältnisses  $G$ , innerhalb derer eine günstige Spanbildung erfolgt. Die Hersteller der Werkzeuge geben sie in einem Spanformdiagramm für die einzelnen Schneidstoffe in Abhängigkeit vom zu bearbeitenden Werkstoff an.

**4 Erläutern Sie den Begriff „Spanungsquerschnitt“ anhand einer Skizze.**



Der Spanungsquerschnitt  $A$  ist das Produkt aus der Spanungsbreite  $b$  und der Spanungsdicke  $h$ .

Er ist der Querschnitt des abzunehmenden Spans senkrecht zur Schnittrichtung und beeinflusst zusammen mit der Schnittgeschwindigkeit das Spanungsvolumen (zu Frage 5).

**5 Warum ist das Spanungsvolumen ein Kriterium für die Produktivität einer Werkzeugmaschine?**

Wenn auf einer bestimmten Werkzeugmaschine innerhalb einer Zeiteinheit mehr Werkstücke bearbeitet werden können als auf einer vergleichbaren anderen, entsteht auch ein größeres Spanungsvolumen. Die Produktivität der ersten Maschine ist größer als die der zweiten.

**6 Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Spanungsverhältnis  $G$  und dem Spanungsquerschnitt  $A$ ?**

Will man im Bereich günstiger Spanungsverhältnisse arbeiten, muss man die dazu notwendigen optimalen Schnittgrößen einstellen, die dann zu einem bestimmten Spanungsquerschnitt führen.

**1 Welchen Einfluss haben der Frei-, Keil- und Spanwinkel auf die Spanbildung?**

Eine günstige Spanbildung erfolgt, wenn der Keilwinkel kleiner als  $90^\circ$  ist sowie der Freiwinkel und der Spanwinkel jeweils größer als  $0^\circ$  sind.

**2 Welchen Einfluss haben der Einstell- und der Spanwinkel auf die Schnittkraft?**

Der Einstellwinkel hat einen geringen Einfluss auf die Schnittkraft. Bei großen Spanwinkeln wird die erforderliche Schnittkraft kleiner. Zum Bearbeiten harter und fester Werkstoffe sind aber kleine Spanwinkel und damit eine größere Schnittkraft notwendig.

**3 Welche Wirkungen erreicht man durch Verändern des Keilwinkels?**

Das Verändern des Keilwinkels bewirkt die Vergrößerung oder Verkleinerung eines oder der beiden anderen Winkel an der Werkzeugschneide. Kleine Keilwinkel schwächen die Schneide, aber verbessern die Spanfähigkeit.

**4 In welchen Fällen wird mit negativen Spanwinkeln gearbeitet?**

Negative Spanwinkel führen zu einer höheren Schnittkraft und einer größeren Stabilität der Schneide. Dadurch wird eine effektive Bearbeitung harter und fester Werkstoffe ermöglicht.

**5 Welcher rechnerische Zusammenhang besteht zwischen Frei-, Keil- und Spanwinkel?**

Die Summe aller drei Winkel muss  $90^\circ$  ergeben. Ein geometrisch darüber hinausgehender Spanwinkel ist negativ.

**6 Wie beeinflusst der Neigungswinkel der Schneide den Spanungsprozess?**

Positive Neigungswinkel der Schneide verbessern die Abfuhr der Späne. Negative Neigungswinkel erhöhen die Schnittkraft.