

Lernsituationen in der Metalltechnik,

Arbeitsblätter zu den Lernfeldern 10-15 – Lösungen

Autoren:

Haas, Lothar	Kißlegg
Küspert, Karl-Heinz	Hof
Schellmann, Bernhard	Wangen

Leiter des Arbeitskreises:

Bernhard, Schellmann	Wangen
----------------------	--------

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

4. Auflage 2023
Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-1357-2

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlag: Büro für Gestaltung Birgit Slowak, 73557 Mutlangen
Umschlagfotos: © Karbek und © Ingo Bartussek – fotolia.com
Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

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

Europa-Nr.: 19752

Vorwort

Das vorliegende Arbeitsbuch „Lernsituationen in der Metalltechnik, Lernfelder 10-15“ beinhaltet Lernsituationen zur Umsetzung der Inhalte der aktuellen Lehrpläne in den Metallberufen.

Im Lernfeld 10 finden Sie typische Anwendungen zur Antriebstechnik, wie sie auch in den meisten Ausbildungswerkstätten zu finden sind. Das Getriebemodell kann nach den Angaben der Autoren aus Profilen und den Wechselrädern jeder konventionellen Drehmaschine nachgebaut werden. Darüber hinaus setzen wir uns mit dem Getriebe einer Fräsmaschine auseinander und stellen Berechnungen zu Übersetzungen, Zahnradmaßen sowie Drehzahlen an.

Das Qualitätsmanagement in Lernfeld 11 orientiert sich an einem vielseitigen Biegewerkzeug und greift Einzelteile aus dem Biegewerkzeug auf. Informationen zum Bau des Biegewerkzeugs erhalten Sie beim Lektor dieses Buches.

In Lernfeld 12 wird der Maschinenbau im elektrotechnischen Einsatz bei der Herstellung von Leiterplatten für Steuerungen von Haushaltsgeräten betrachtet. Die Werkstoffprüfung wird auf der Basis des Biegestifts der Lötanlage behandelt. Daneben kommen die klassischen Werkstoffprüfungen an Werkstoffproben zur Anwendung.

Das Lernfeld 13 bearbeitet das pneumatische Projekt Verteil- und Sortierstation, sowie die Füllstandsanlage aus Lernfeld 6 für die Steuerungs- und Regelungstechnik zurück und stellt die Robotertechnik vor. In der **4. Auflage** wurden die Inhalte auf den neuesten Stand gebracht und Fehler korrigiert.

Abgerundet wird der dritte Lernfeld-Band durch das Projektmanagement in Lernfeld 14, das hier exemplarisch an der Füllstandsanlage durchgeführt wird, grundsätzlich aber auf alle Lernsituationen von Lernfeld 1-13 und firmeneigene Projekte anwendbar wäre.

Das Lernfeld 15 lässt sich rückblickend betrachtet ebenso auf alle vorhergehenden Lernfelder anwenden. Wir verzichten bewusst auf eine beispielhafte Umsetzung, da es innerhalb der abgelaufenen Ausbildungszeit sicherlich viele Beispiele in den Firmen zur Optimierung technischer Systeme von Seiten der Auszubildenden gibt, die hier betrachtet werden können.

Die **praxisorientierten Versuche und Übungen** werden in der Europathek zum Herunterladen bereitgestellt. So wird auch der in vielen Bundesländern gepflegte Trennung von Theorie und praktischem Versuch Rechnung getragen. Das Inhaltsverzeichnis finden Sie auf Seite 4.

In der Europathek finden Sie alle Arbeitsblätter zu den praktischen Versuchen für den Werkstattunterricht, die Lösungen im pdf-Format sowie Zusatzmaterial zu den Lernfeldern.

Die ganzheitliche Betrachtungsweise unter funktionalen Aspekten der Baugruppe steht im Vordergrund der Lernsituationen. Die Aufgaben sind so gestellt, dass eigenverantwortliches, kritisches Arbeiten gefördert, sowie fachliches Wissen zielorientiert erworben werden kann. Damit soll die Basis für Fach- und Personalkompetenz gelegt werden. Der zweite Teil, die Vermittlung sozial- und methodenkompetenter Inhalte, obliegt dem Lehrer und Ausbilder. Dabei sollen unter anderem ökologische Gesichtspunkte, betriebswirtschaftliches Handeln und das Begutachten produktionsabhängiger Zusammenhänge aus der Sicht des Arbeitnehmers und Arbeitgebers geschult werden.

Informationen zu den Bauteilen, Profilsystemen, zum Tiefziehen, zum Biegewerkzeug, zur Verteil- und Sortierstation bzw. Füllstandsanlage erhalten Sie unter der e-mail-Adresse des Lektors: bs.infomail@t-online.de

Wir wünschen Ihnen viel Freude und guten Erfolg bei der Bearbeitung der Lernsituationen.

Lernfeld 10	Herstellen und Inbetriebnehmen von technischen Systemen	
Lernsituation Anschlagverstellung		
Beschreibung der Lernsituation		5
Stückliste Anschlagverstellung		6
Explosionsdarstellung Anschlagverstellung		7
Aufgaben		7
Lernsituation Anschlagen von Lasten		
Beschreibung der Lernsituation		14
Gesamtzeichnung Stirnrädergetriebe		15
Stückliste Stirnrädergetriebe		16
Aufgaben		17
Lernsituation Fräsmaschinengetriebe		
Beschreibung der Lernsituation		26
Technische Daten Fräsmaschinengetriebe		27
Schnittdarstellung Fräsmaschinengetriebe		28
Aufgaben		29
Lernfeld 11	Überwachen der Produkt- und Prozessqualität	
Lernsituation Biegewerkzeug		
Beschreibung der Lernsituation		33
Produkt- und Prozessqualität, Aufgaben		33
Prozesskennwerte aus Stichprobenprüfung, Aufgaben		38
Statistische Prozessregelung (SPC – Statistical Process Control), Aufgaben		50
Lernfeld 12	Instandhalten von technischen Systemen	
Lernsituation Grundlagen der Instandhaltung		
Beschreibung der Lernsituation		57
Aufgaben		57
Lernsituation Produktionssystem für elektronische Steuerungen		
Übersichtsdarstellung Lötanlage		60
Beschreibung der Lernsituation		61
Äußerer Aufbau und Funktionsdarstellung Lötanlage		61
3D-Darstellung Biegestift		61
Explosionsdarstellung Biegeeinsatz		61
Aufgaben		62
Lernfeld 13	Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme	
Lernsituation Bearbeitungsstation		
Beschreibung der Lernsituation		76
Aufgaben		77
Lernsituation Verteilstation		
Beschreibung der Lernsituation		86
Aufgaben		87
Lernsituation Roboter		
Beschreibung der Lernsituation		95
Aufgaben		95
Lernsituation Füllstandsanlage		
Beschreibung der Lernsituation		99
Gesamtansicht Füllstandsanlage		99
Stückliste Füllstandsanlage		100
Aufgaben		100
Lernfeld 14	Planen und Realisieren technischer Systeme	
Lernsituation Füllstandsanlage		
Beschreibung der Lernsituation		107
Aufgaben		108
Lernfeld 15	Optimieren von technischen Systemen	
Beschreibung der Lernsituation		121
Firmenverzeichnis		122

Lernfeld 10 Lernsituation Anschlagverstellung

Schweißen	4
Übersetzungen, Momente, Kräfte	5
Gewinde	7

Lernfeld 10 Lernsituation Anschlagen von Lasten

Anschlagen von Lasten	8
Zugversuch	14
Betriebsanweisung, UVV	15

Lernfeld 12 Lernsituation Lötanlage, Biegestift

Härteprüfung nach Rockwell	16
Härteprüfung nach Vickers	17
Härten und Anlassen	18
Härteprüfung nach Brinell	21
Vergüten	22
Kerbschlagbiegeversuch	23

Lernfeld 12 Lernsituation Stirling-Motor

Tiefziehen	24
------------	----

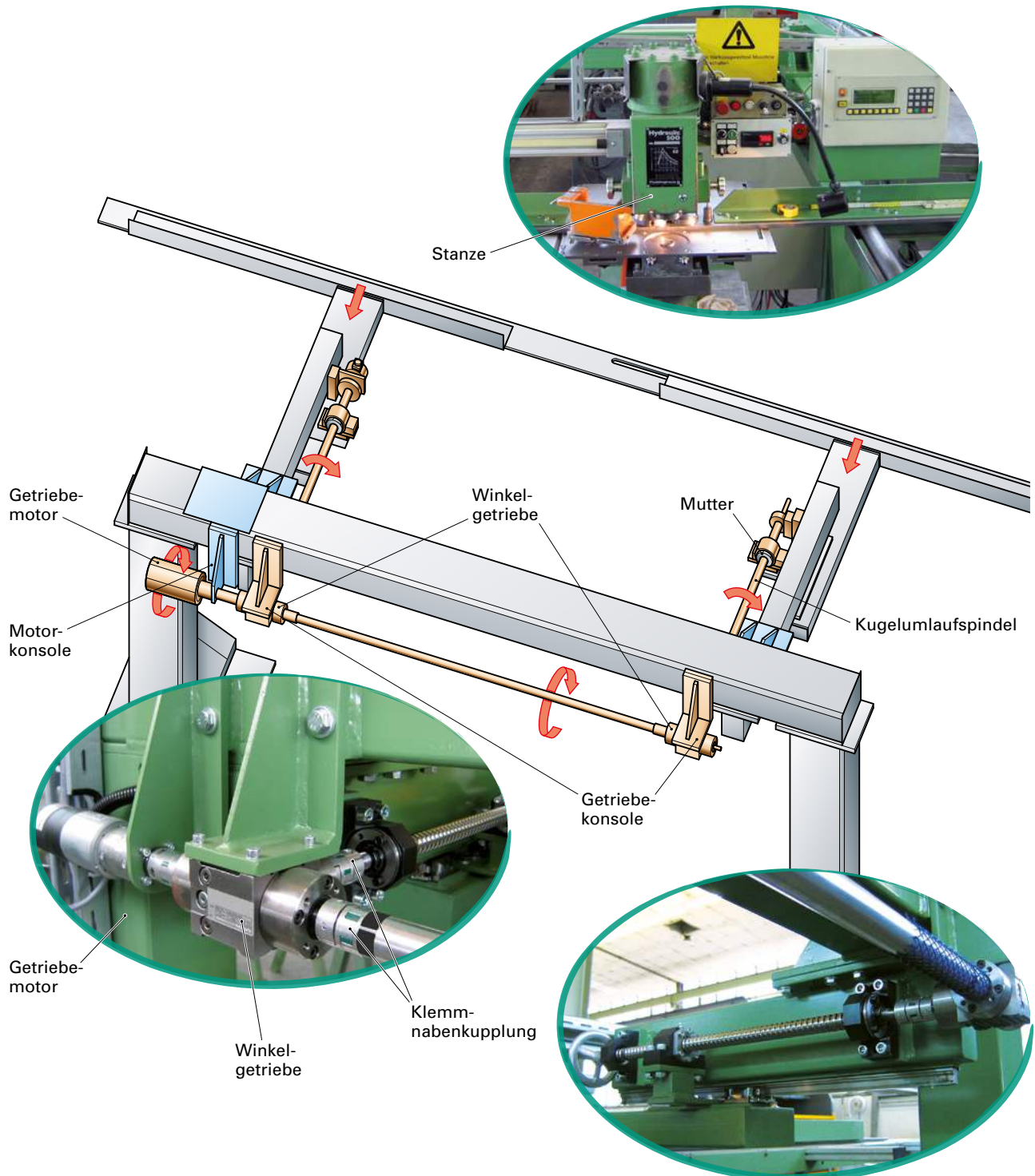
Lernfeld 13 Lernsituation Füllstandsanlage

Steuerungs- und Regelungstechnik	30
----------------------------------	----

Beschreibung der Lernsituation

Mit einer Stanze werden aus Blechen Formteile für den Stahlbau hergestellt. Die Bleche wurden bislang von Hand positioniert, was sehr zeitintensiv war. Zukünftig kommt eine Vorrichtung zum Einsatz, eine sogenannte Anschlagverstellung, mit der das Blech mit einer Genauigkeit von 0,1 mm positioniert werden kann. Die Vorrichtung besteht aus einem geschweißten Profilrahmen und befindet sich hinter der Stanze. Die Verschiebeeinheit wird über zwei Kugelspindeltriebe vor- und zurückbewegt. Angetrieben werden diese durch einen Gleichstrommotor mit anschließenden Winkelgetrieben.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

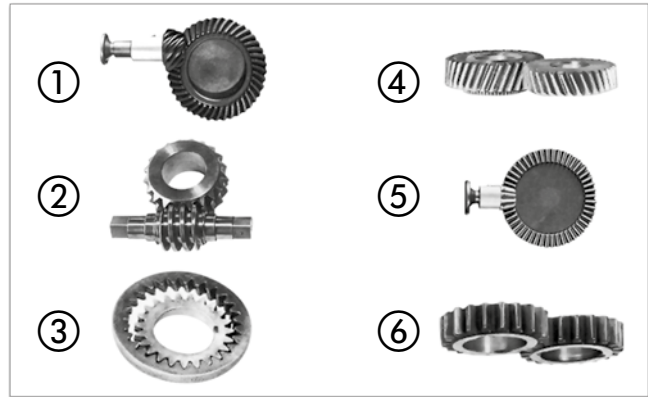


Stückliste Anschlagverstellung

Pos. Nr.	Menge/ Einheit	Benennung	Werkstoff/ Norm-Kurzbez.	Bemerkung
1	2	Spindellagerung Loslager		SLA-17, kompl. 25×10, mit Lager und Sicherungsring
2	2	Standfuß		
3	1	Querträger		
4	1	Ausleger links		
5	2	Mitnehmer		
6	2	Konsole für Getriebe		
7	2	Kugelgewindetrieb 25 - 10		P = 5, inkl. Mutter Gewindelänge 562 mm
8	2	Führungskonsole		
9	1	Ausleger rechts		
10	1	Motorkonsole		
11	2	Spindellagerung Festlager		SFA-17, kompl. 25×10, mit Lager und Nutmutter
12	2	Kegelradgetriebe	KSZ-05-T	T-Form, spiralverzahnt, d = 11 mm,
13	2	Gehäuse für Flanschmutter		GFD-25
14	2	Klemmnabekupplung	KUZ-KK-16-11/14	
15	1	Verbindungswelle		1150×Ø11
16	2	Schienenführung		L = 776 mm
17	4	Führungswagen		Star Typ B
18	1	Klemmnabekupplung	KUZ-KK-16-11/12	
19	1	Winkel		L = 2000 mm
20	1	Winkel		L = 1130 mm
21	1	Lineal		L = 4000 mm
22	1	Platte Geberanbau		
23	8	Stellschraube		M40×1,5×75
24	8	Nutmutter	DIN 70852	M40×1,5
25	8	Scheibe		
26	1	Getriebemotor GR 63×25, 24V		
Anschlagverstellung für Stanze Stückliste ohne Kleinteile				

- 3 Durch Zahnräder werden Drehbewegungen formschlüssig übertragen. Neben dem Kegelradpaar des Winkelgetriebes kennt man zur Drehmoment- und Drehzahlübertragung noch weitere Zahnradpaare.
Welche Zahnradpaare (ZRP) sind im Bild dargestellt?

- ① Kegelschraubenpaar
- ② Schneckenradpaar
- ③ Innenzahnradpaar
- ④ Schrägverzahntes ZRP
- ⑤ Kegelradpaar
- ⑥ Geradverzahntes ZRP



- 4 Zahnräder erhalten durch unterschiedliche Fertigungsverfahren ihre Form.
Tragen Sie in die Tabelle zu den Herstellungsverfahren typische Merkmale ein, nennen Sie Werkstoffbeispiele sowie mögliche Verwendungen.

Fertigungsverfahren	Merkmale der Herstellungsverfahren	Werkstoffbeispiele	Verwendungen
Abwälzfräsen	Zerspanung; Werkzeug hat Gegenform des Zahnrades	37Cr4 C45	Kfz-Getriebe Zahnstange
Sintern	Pulvergemisch wird gepresst und stark erhitzt	SintD00 SintD40	Bohrmaschinengetriebe Kegelradantriebe – LKW
Gesenkschmieden	Rohling wird unter Druck in mehreren Stufen geformt	Cf45 CuZn40Pb2	Radkränze für Bagger Zahnradpumpen
Spritzgießen	plastifizierter Werkstoff wird in eine Form gepresst	Polyamide Phenoplaste	Handmixergetriebe Spielzeugautogetriebe

- 5 Für den Antrieb der Verstellvorrichtung wird ein Gleichstrommotor, ähnlich wie bei Vorschubantrieben an Werkzeugmaschinen eingesetzt.
Worin unterscheiden sich diese Vorschubantriebe gegenüber einem Hauptantriebsmotor wie beispielsweise für einen Spindeltrieb einer Werkzeugmaschine? Stellen Sie die Anforderungen tabellarisch gegenüber.

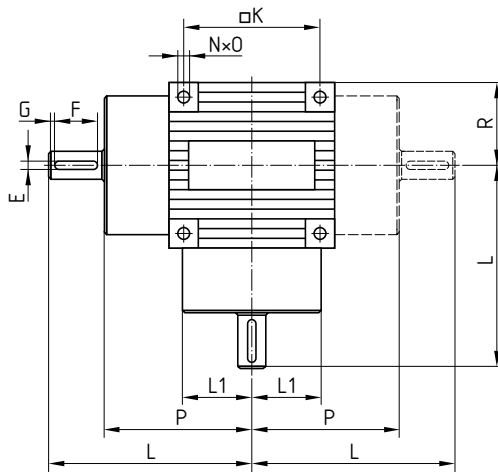
Anforderungen an den Hauptantrieb	Anforderungen an Vorschubantriebe
hohe Leistung und konstante Leistungsabgabe	große Genauigkeit beim Positionieren
schnelles Anfahren und Bremsen	gleichförmige Drehbewegung bei allen Drehzahlen
stufenlose Drehzahlsteuerung	hohe Verfahrgeschwindigkeit
möglichst hohe Drehzahlen	hohes Anfahrmoment
Drehstromasynchronmotor	Motorentyp
	Servomotor

- 6 In vielen Anwendungsfällen werden große Massen bewegt, wozu ein größeres Drehmoment benötigt wird, wie es der Gleichstrommotor abgibt. Welche technischen Lösungen findet man in der Antriebstechnik, um ein Drehmoment zu vergrößern?

**1. Stirnrädergetriebe an der Motor-
konsole mit axial versetztem An-
triebsmotor.**

**2. Riemenscheibe auf der Motor-
konsole. Antriebsmotor nach unten
an senkrechtem Träger platziert.
Antrieb über Zahn- oder Keilriemen
und drehzahlgeregeltem Motor.**

- 7 Der Gleichstrommotor ist über eine Klemmnabekupplung mit dem Winkelgetriebe verbunden. Die Konsolen für das Getriebe und den Motor sind am Rechteckprofilrahmen der Vorrichtung verschraubt. Zunächst soll für die Getriebekonsol die Teilzeichnung erstellt werden. Dazu werden Maße für die Befestigung aus dem Datenblatt des Kegelradgetriebes benötigt.

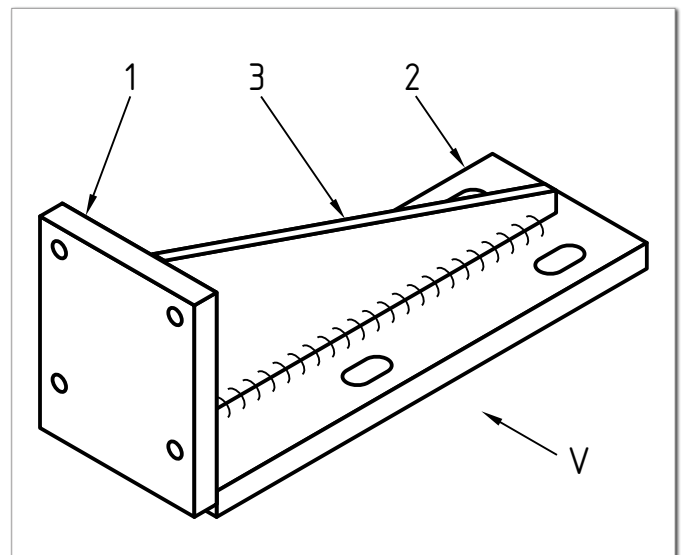


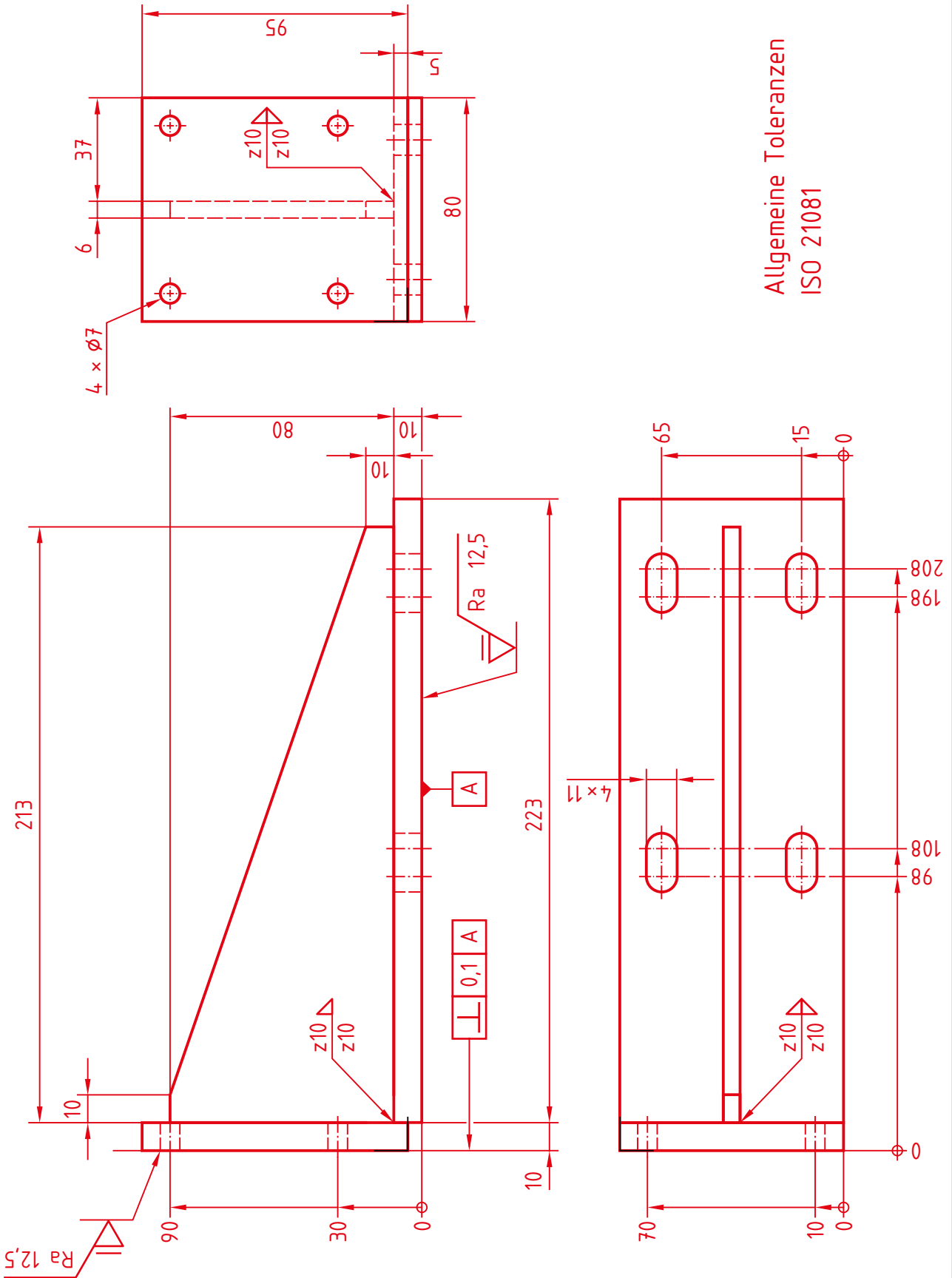
Bestell-Nr.	$\varnothing A_{H7}$	B	C	D_{j6}	E_{h9}	E_1	F	G	H	H_1	K	L	L_1	M	N	O	P	R	S	$\varnothing T$	U	V	$\varnothing Z$	$\square Z$
KSZ- 5-L/T	32	2	21	11	4	12,5	16	3	62	31	60	90	30	M6	M6	13	69	36,0	1,0	61,5	126,0	180	46,1	32,6

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

Erstellen Sie Vorderansicht (V), Seitenansicht und Draufsicht der Getriebekonsol im Maßstab 1:2 nach folgenden Angaben auf Seite 10 im Querformat:

- Fertigmaße Getriebeaufnahmeplatte (1) $95 \times 80 \times 10$
- Fertigmaße Befestigungsplatte (2) $223 \times 80 \times 10$
- Fertigmaße Steg (3) $213 \times 80 \times 6$, Schräge beginnt 10 mm nach innen versetzt, Stirnseite 10 mm hoch
- Kehlnaht mit Nahtdicke $z = 10$ mm
- Rechtwinkligkeitstoleranz der Getriebeaufnahmeplatte (1) beträgt 0,1 mm zur Bezugsfläche auf der Befestigungsplatte (2).
- Die Konsol kann um 10 mm radial versetzt werden.
Der Bohrungsabstand beträgt 100 mm längs und 50 mm quer.
- Die Dicke des Stegs (3) beträgt 6 mm.
- Die Bleche (1 und 2) sind im Fertigzustand 10 mm dick.
- Die Konsol wird mit Sechskantschrauben M10 am Rechteckprofil befestigt.
- Legen Sie sinnvolle Oberflächenrauwerte für bearbeitete Flächen fest.



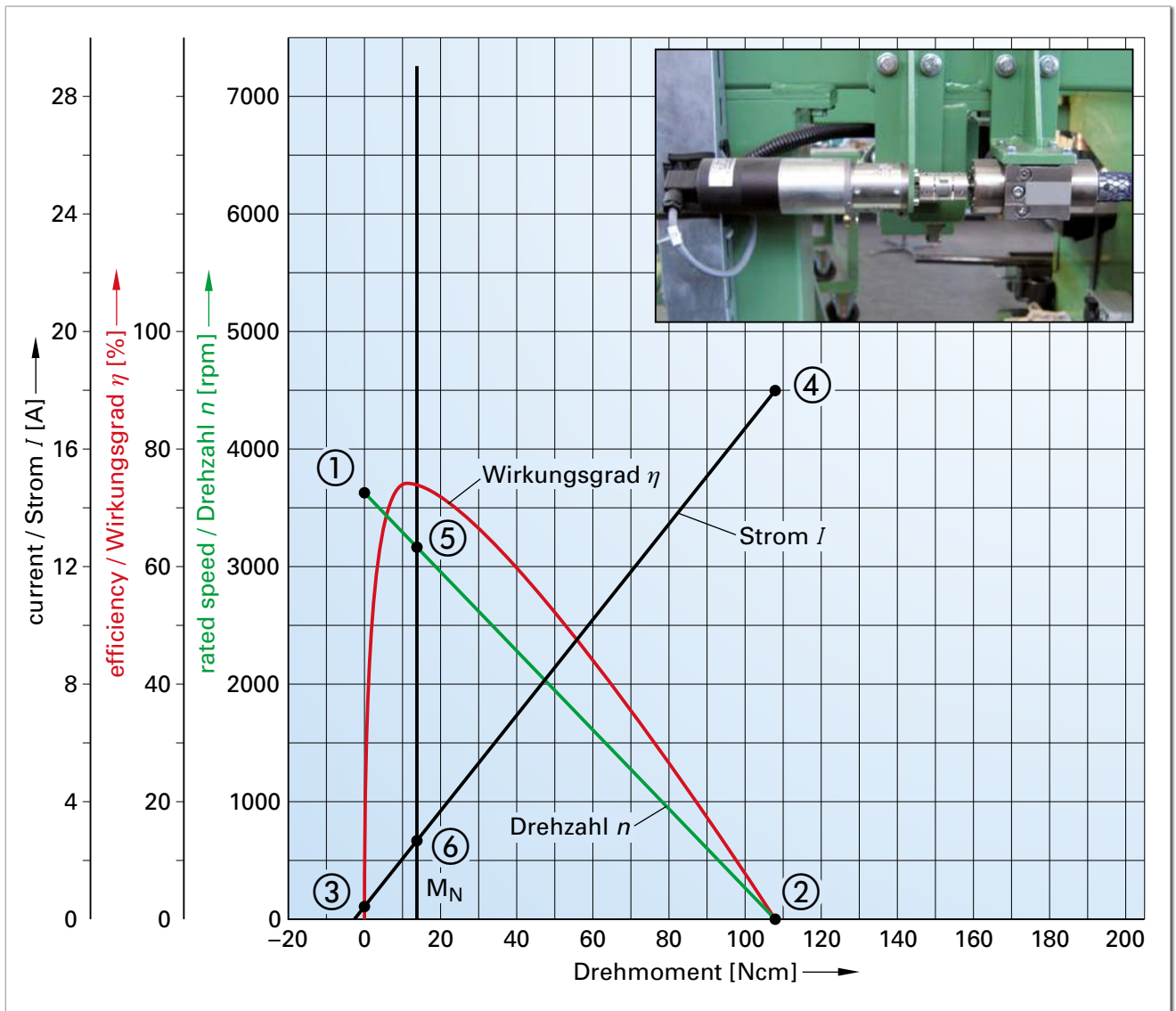


Lernfeld 10

Lernsituation Anschlagverstellung



- 8 Nachfolgend ist die Kennlinie des Getriebemotors für die Anschlagverstellung dargestellt. Ergänzen Sie das Datenblatt mit den Informationen und Werten, die man aus den Kurvenpunkten 1 bis 6 beziehen kann und ordnen Sie die Kurvenpunkte den Daten zu.



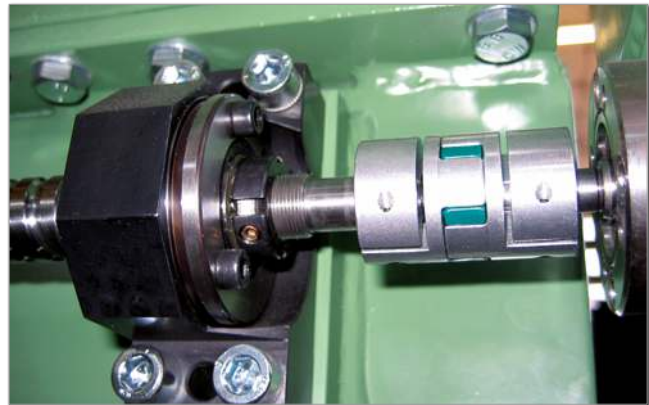
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

Kurvenpunkt	Leistungsmerkmal	Leistungsdaten
3	Leerlaufstrom I_0	$I_0 = 0,4 \text{ A}$
2	Anlaufmoment M_A	$M_A = 108 \text{ Ncm} = 1,08 \text{ Nm}$
5	Drehzahl bei Nennmoment $M_N = 17 \text{ Ncm}$	$n_N = 3300 \text{ 1/min}$
1	Leerlaufdrehzahl n_0 ohne Drehmoment	$n_0 = 3600 \text{ 1/min}$
4	Beim Start benötigter Anlaufstrom I_A	$I_A = 18 \text{ A}$
6	Stromaufnahme I_N wenn der Motor bei Nenn Drehmoment betrieben wird	$I_N = 3 \text{ A}$

- 9 a) Berechnen Sie für den Getriebemotor mit 24 V die abgegebene Motorleistung P_M bei größtmöglichem Wirkungsgrad. Entnehmen Sie die Werte aus dem Diagramm (Seite 11)
- b) Wie hoch ist in diesem Fall das Drehmoment des Motors?
Überprüfen Sie durch Rechnung die Werte aus dem Diagramm (Seite 11)

a) $P_{el} = U \cdot I = 24 \text{ V} \cdot 3 \text{ A}$	b) $P = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$
$P_{el} = 72 \text{ W}$	$M = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n}$
$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{el}}$	$M = \frac{54 \text{ Nm} \cdot 60 \text{ s}}{2 \cdot \pi \cdot 3300 \text{ s}}$
$P_{ab} = P_{el} \cdot \eta = 72 \text{ W} \cdot 0,75$	
$P_{ab} = \underline{54 \text{ W}}$	$M = 0,156 \text{ Nm} = \underline{15,63 \text{ Ncm}}$

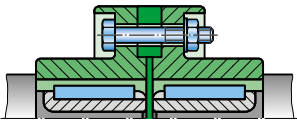
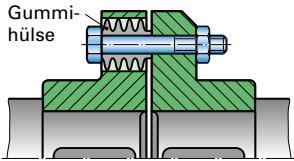
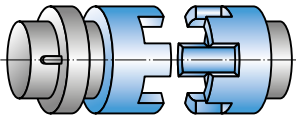
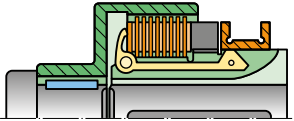
- 10 Zur Übertragung der Bewegung von Motor über Winkelgetriebe auf den Kugelgewindtrieb wird eine Klemmnabekupplung eingesetzt. Welche zwei grundsätzlichen Aufgaben übernehmen Kupplungen in Antriebssystemen?



- ① Übertragung des Motordrehmoments
- ② Ausgleich des Wellenversatzes

- 11 In der nachfolgenden Übersicht sind die verschiedenen Arten von Kupplungen dargestellt.

- a) Ergänzen Sie die Tabelle zur Einteilung der Kupplungen.
- b) Benennen Sie die dargestellten Kupplungen unterhalb der Bilder.
- c) Nennen Sie ein wichtiges Merkmal dieser Kupplungen.
- d) Wo kommen die Kupplungen in der Praxis zum Einsatz? Suchen Sie nach Einsatzbeispielen im Internet.

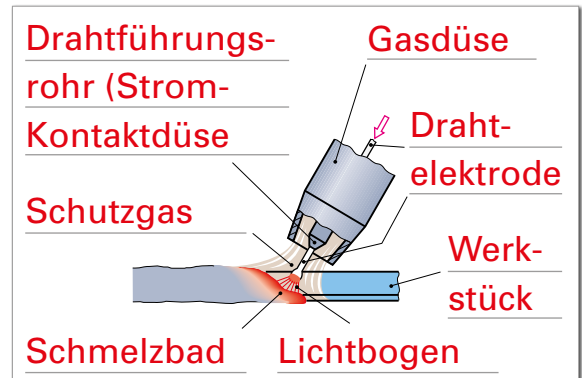
starr	elastisch	formschlüssig	kraftschlüssig
			
Scheibenkupplung	Gummihülsekupplung	Klauenkupplung	Lamellenkupplung
kein Ausgleich eines Wellenversatzes	Dämpfung von Stößen und Schwingungen	nur im Stillstand schaltbar	auch unter Last schaltbar
Elektromotoren, Pumpen	Förderanlagen	Kraft- und Arbeitsmaschinen	Werkzeugmaschinen

12 Die Motorenkonsole wird mit dem MAG-Schweißverfahren geschweißt.

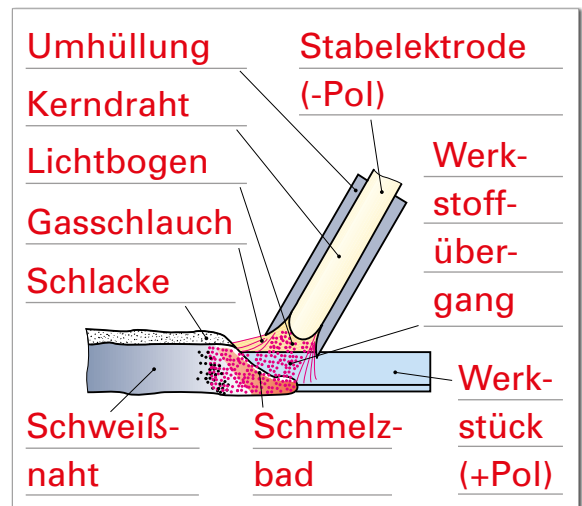
a) Welche Schweißverfahren könnten hier für diese Anwendung noch zum Einsatz kommen?

Beschreiben Sie die Schweißverfahren kurz mit eigenen Worten und beschriften Sie die Abbildungen für den jeweiligen Schweißvorgang.

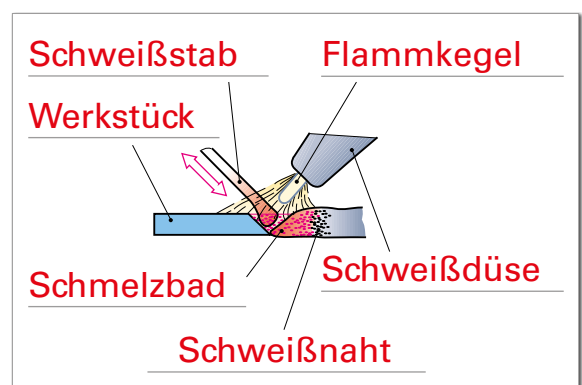
MAG-Schweißen: Ein auf einer Spule aufgewickelter Draht zündet einen Lichtbogen und hält ihn durch das Nachlaufen des abschmelzenden Drahtes aufrecht. Um den abschmelzenden Draht strömt durch eine Düse Schutzgas, die das Schmelzbad vor Oxidation schützt.



Elektroden-Hand-Schweißen: Mit einer ummantelten Stabelektrode wird ein Lichtbogen gezündet, der den Grundwerkstoff und die Elektrode zum Schmelzen bringen. Die Umhüllung bildet zum einem Gase, die den Sauerstoff abschirmen und zum anderen Schlacke, welche das Verzundern der Schweißnaht verhindert.



Autogenschweißen: Acetylen und Sauerstoff werden in der Mischung 1:1 an der Schweißbrennerdüse gezündet. Die Schweißflamme beträgt 3200 °C und das entstehende CO₂ und Wasserstoff bilden eine reduzierende Zone. Der Zusatzwerkstoff wird mit Hand zugeführt.



b) Aus welchen Gründen wurde hier das MAG-Schweißverfahren ausgewählt?

Beim Autogenschweißen würde man bei dieser Materialstärke zu viel Wärme einbringen, dies hätte einen starken Verzug zur Folge.

Das Elektrodenschweißen ist unwirtschaftlicher und die Nacharbeit der Schweißnaht würde mehr Zeit in Anspruch nehmen.

13 Schreiben Sie stichwortartig einen Fertigungsplan für die Motorkonsole. Erstellen Sie eine Tabelle mit der Aufteilung der Fertigungsschritte und Hilfswerkzeuge.

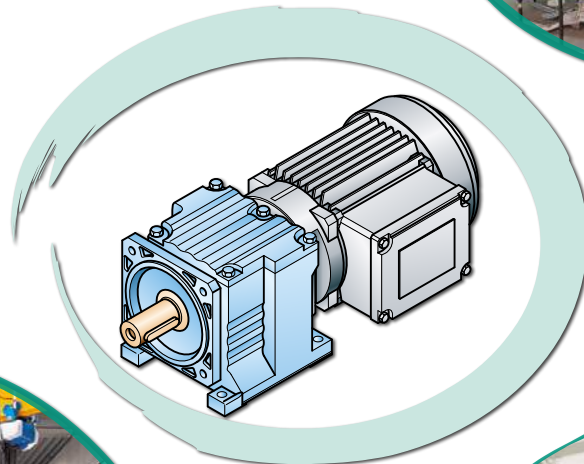
Ein Beispiel kann aus dem Zusatzmaterial in der Europathek entnommen werden.

Beschreibung der Lernsituation

Krane und Hebezeuge gehören wie der Maschinenpark zum Bild einer Werkstatt. Mit ihnen werden Maschinen aufgestellt, Rohmaterialien in und aus dem Lager gehoben und zur Dreh- oder Fräsmaschine transportiert, um es dort zu spannen. Gehoben werden die Lasten durch Ketten, Bänder oder Seile. Die Hubbewegung wird in der Regel durch einen Drehstrommotor mit nachgeschaltetem Getriebe umgesetzt. Im Mittelpunkt dieses Projektes stehen ein Stirnrädergetriebe, so wie es auch in Hubeinrichtungen vorkommen kann, sowie die Fragestellungen zum Anschlagen von Lasten.

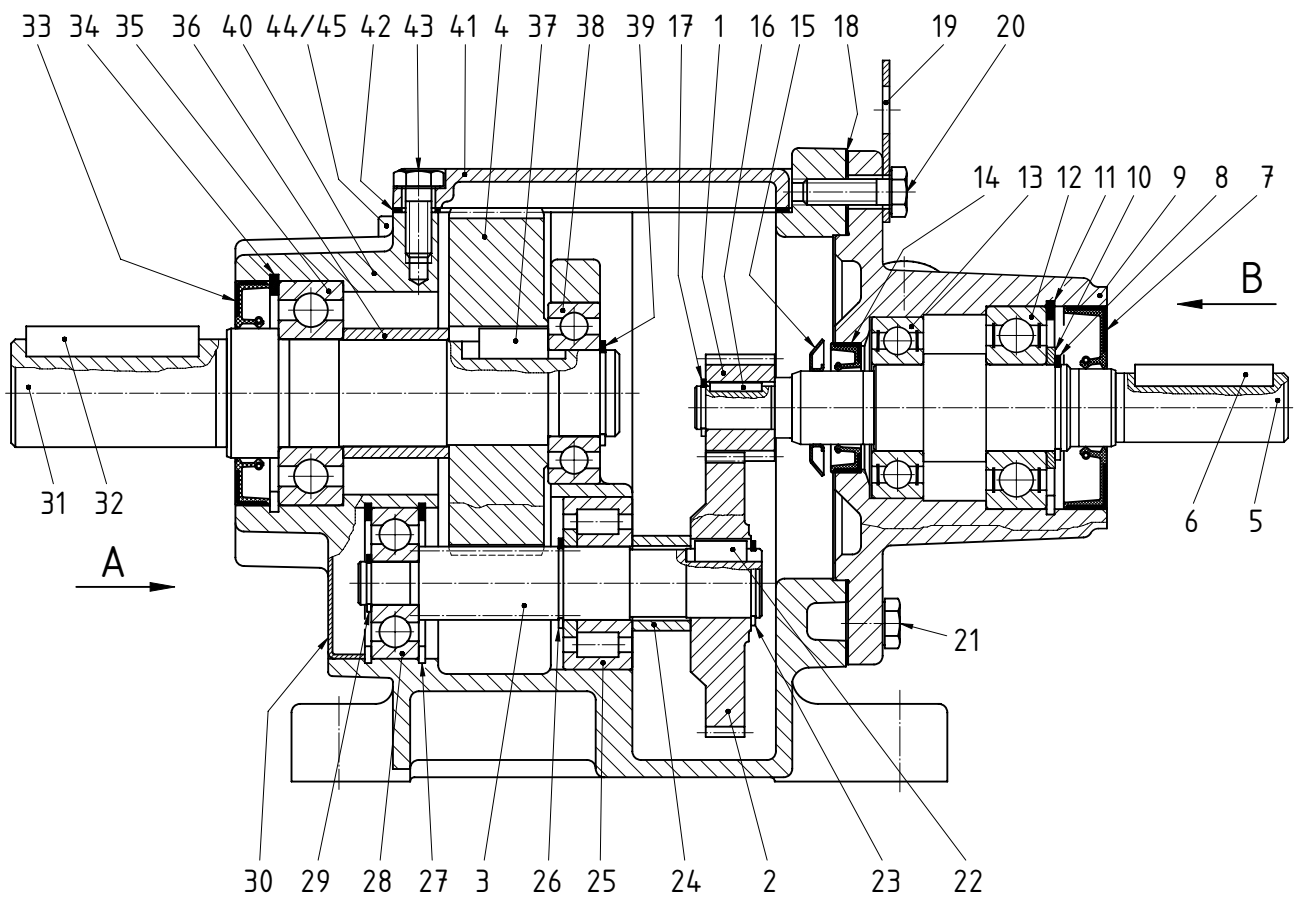
Zunächst werden die Merkmale und getriebetechnischen Eigenschaften eines einfachen Getriebes mit Mehrfachübersetzung untersucht. Konstruktive Fragestellungen, Montagevorgänge sowie Zahnradberechnungen ergänzen die Betrachtungen.

Die Handhabung schwerer Lasten bedarf großer Sorgfalt und der Beachtung besonderer Sicherheitshinweise. Im zweiten Teil werden die unterschiedlichen Anschlagmittel verglichen, Einsatzmöglichkeiten recherchiert und die sachgemäße Handhabung, wegen der großen Unfallgefahr, erläutert.



Gesamtzeichnung Stirnrädergetriebe

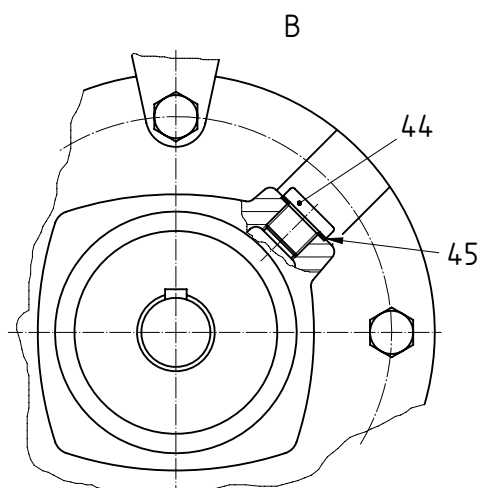
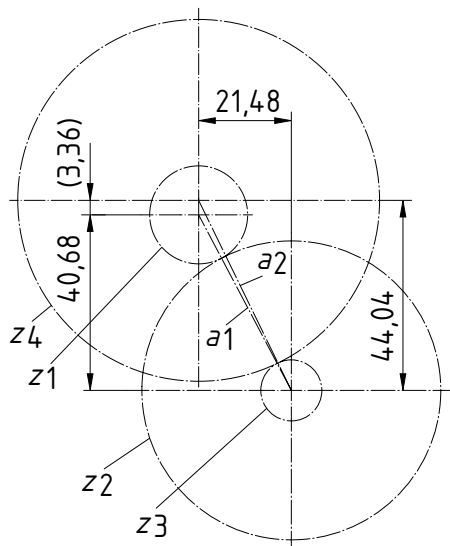
Stirnrädergetriebe R27 mit Antriebseinheit AD1



Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

Zahnradanordnung in Ansicht A

Pos. 5 bis 15: Antriebseinheit AD1



Stückliste Stirnrädergetriebe

Pos. Nr.	Menge/ Einheit	Benennung	Sach.-Nr.	Werkstoff/ Norm-Kurzbez.	Bemerkung
1	1	Ritzel	411 14	16MnCr5	$z_1 = 20; m_n = 1 \text{ mm}; \beta = 28,3^\circ$, rechtssteigend, einsatzgehärtet
2	1	Zahnrad	420 72	16MnCr5	$z_2 = 61; m_n = 1 \text{ mm}; \beta = 28,3^\circ$, linkssteigend, einsatzgehärtet
3	1	Ritzelwelle	430 75	16MnCr5	$z_3 = 14; m_n = 1 \text{ mm}; \beta = 8,2^\circ$, linkssteigend, einsatzgehärtet
4	1	Zahnrad	461 75	16MnCr5	$z_4 = 83; m_n = 1 \text{ mm}; \beta = 8,2^\circ$, rechtssteigend, einsatzgehärtet
5	1	Antriebswelle	165 001 7	S235J2	$\varnothing 25 \times 138$
6	1	Passfeder	010 010 2	DIN 6885-A-5x5x32	
7	1	Wellendichtring	017 748 2	AS-18x47x10-NBR	\approx DIN 3760; bezogen von ...
8	1	Sicherungsring	010 271 7	DIN 471-20x1,2	
9	1	Antriebsgehäuse	165 207 9	EN-GJL-250	$\varnothing 120 \times 63,5$
10	1	Stützscheibe	010 343 8	DIN 988-S20x28	
11	1	Sicherungsring	010 318 7	DIN 472x47x1,75	
12	1	Rillenkugellager	010 494 9	DIN 625-6204-2RS	
13	1	Rillenkugellager	011 744 7	DIN 625-6004-2RS	
14	1	Wellendichtring	010 606 2	DIN 3760-A-17x30x7-NBR	
15	1	Spritzscheibe	011 660 2	$\varnothing 17$	bezogen von ...
16	1	Passfeder	010 000 5	DIN 6885-A-2x2x12	
17	1	Sicherungsring	011 519 3	DIN 471-10x1	
18	1	Flachdichtung	017 000 5	PUR	$\varnothing 120 \times 0,5$, bezogen von ...
19	1	Transportöse	165 318 4	S185	$21 \times 36,5$
20	1	Sechskantschraube	010 105 3	ISO 4017-M6x20-8.8	
21	3	Sechskantschraube	010 105 2	ISO 4017-M6x16-8.8	
22	1	Passfeder	010 050 1	DIN 6885-B-5x5x12-55HRC	
23	1	Sicherungsring	010 268 7	DIN 471-16x1	
24	1	Distanzrohr	641 429 X	DIN 2448-S235JR-21,3x2	$l = 13,5$
25	1	Zylinderrollenlager	013 713 8	DIN 5412-NUP2203E	$\varnothing 17 \times \varnothing 40 \times 16$
26	1	Sicherungsring	010 269 5	DIN 471-17x1	
27	2	Sicherungsring	010 314 4	DIN 472-35x1,5	
28	1	Rillenkugellager	010 504 X	DIN 625-6300	
29	1	Sicherungsring	010 263 6	DIN 471-10x1	
30	1	Verschlusskappe	011 164 3	S185	$\varnothing 35 \times 8$, bezogen von ...
31	1	Abtriebswelle	641 423 0	S235J2	$\varnothing 30 \times 141$
32	1	Passfeder	010 022 6	DIN 6885-A-8x7x40	
33	1	Wellendichtring	013 852 5	DIN 3760-AS-30x52x8-NBR	
34	1	Sicherungsring	010 319 5	DIN 472-52x2	
35	1	Rillenkugellager	010 495 7	DIN 625-6205	
36	1	Distanzrohr	641 427 3	01 N 2391-S235GT-30xID25-BK	$l = 25$
37	1	Passfeder	010 035 6	DIN 6885-B-8x7x16-55HRC	
38	1	Rillenkugellager	011 062 0	DIN 625-6004	
39	1	Sicherungsring	010 271 7	DIN 471-20x1,2	
40	1	Getriebegehäuse	641 414 1	EN AC-AISI10Mg(Fe)	$167 \times 142 \times 130 (L \times B \times H)$
41	1	Getriebedeckel	641 430 3	EN AC-AISI9	$142 \times 96 \times 9 (L \times B \times H)$
42	1	Deckeldichtung	641 433 8	ABS	$142 \times 96 \times 1,25$
43	8	Sechskantschraube	010 105 2	ISO 4017-M6x16-8.8	
44	2	Verschlusschraube	011 426 X	DIN 908-M10x1	
45	2	Flachdichtring	011 427 X	DIN 7603-A10x13,5-Vf	
46	0,4 l	Getriebeöl		DIN 51502-CLP 220	Füllung für Getriebelebensdauer
Stirnrädergetriebe Stückliste					

Aufgaben

1 Nennen Sie die Pos.-Nr. der Bauteile, die das Getriebe nach außen abdichten.

Pos.-Nr. 7, 18, 30, 33, 42, 45

2 Nennen Sie in der Reihenfolge des Kraftflusses die Pos.-Nr. aller Bauteile, die ein Drehmoment übertragen.

Pos.-Nr. 6, 5, 16, 1, 2, 22, 3, 4, 37, 31, 32

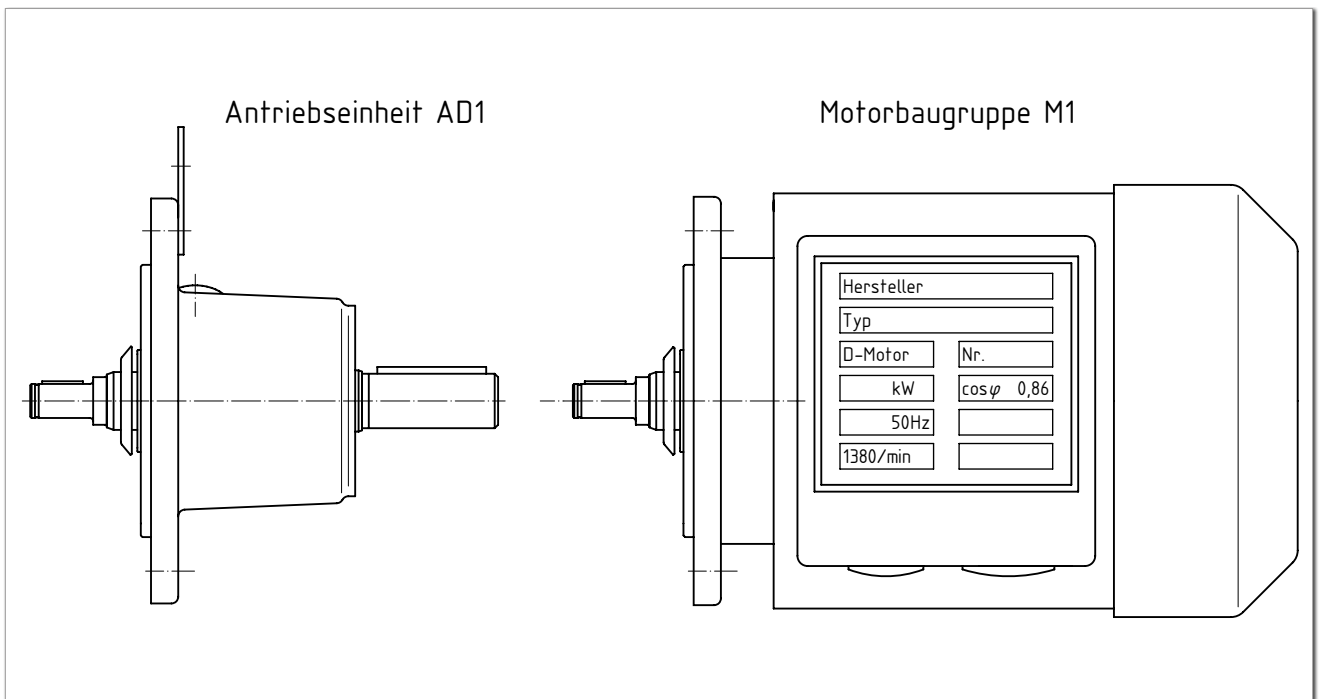
3 a) Ordnen Sie die Lager des Getriebes den Begriffen Festlager und Loslager zu.

Festlager: Pos.-Nr. 12, 28, 35

Loslager: Pos.-Nr. 13, 25, 38

b) Begründen Sie, warum für Pos. 25 ein Zylinderrollenlager anstelle eines Rillenkugellagers gewählt wurde.

Höhere Belastung (durch Hebelwirkung des vorstehenden Wellenendes von Pos. 3) bei etwa gleicher Baugröße (Außendurchmesser) möglich.



4 Die Antriebseinheit AD1 soll gegen die Motorbaugruppe M1 ausgetauscht werden. Erstellen Sie einen stichwortartigen Montageplan dazu.

1 Getriebe mit Abtriebswelle (Pos. 31) nach unten lagern

2 Schrauben (Pos. 20 und 21) lösen

3 Antriebseinheit AD1 abziehen

4 Sicherungsring (Pos. 17) abnehmen

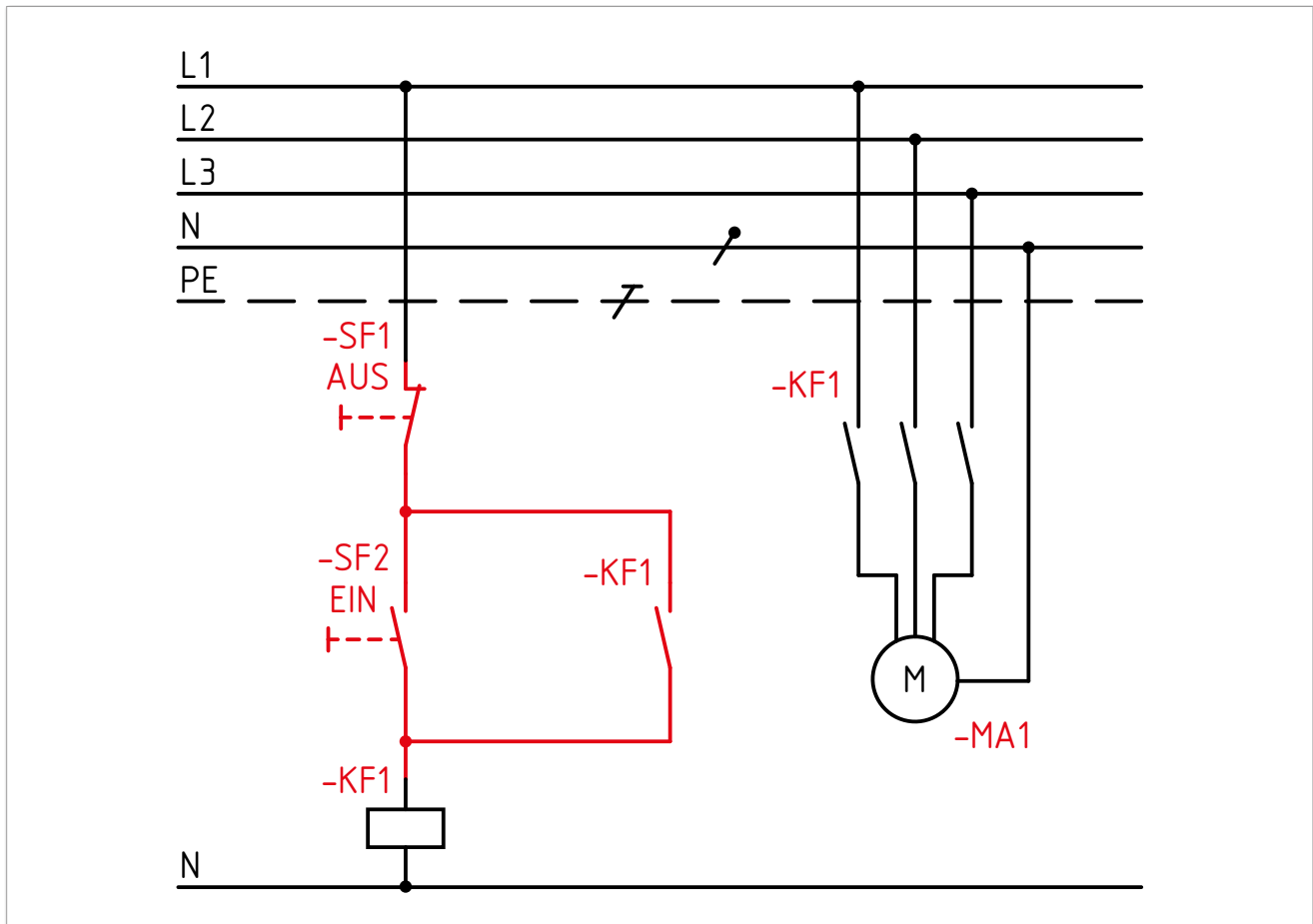
5 Zahnrad (Pos. 1) abziehen

6 Zahnrad und Sicherungsring auf Motorwelle montieren

7 Dichtung (Pos. 18) erneuern

8 Motorbaugruppe einsetzen und festschrauben

- 5 Der Antriebsmotor des Getriebes soll mit dem Schütz -KF1 so gesteuert werden, dass beim Betätigen eines Tasters der Motor eingeschaltet wird. Er muss so lange laufen, bis ein anderer Taster kurz betätigt wird.
- a) Ergänzen Sie den Schaltplan entsprechend.



- b) Tragen Sie den Namen dieser Schaltungsart ein.

Selbthalteschaltung

- c) Nennen Sie mindestens 2 Vorteile dieser Schaltungsart gegenüber dem direkten Ein- und Ausschalten des Motors mit einem Drehstromschalter.

Ein- und Ausschalten kann an verschiedenen Stellen erfolgen.

Bei Stromausfall wird der Motor abgeschaltet. Die Steuerung kann mit einer anderen Spannung (Kleinspannung) erfolgen.

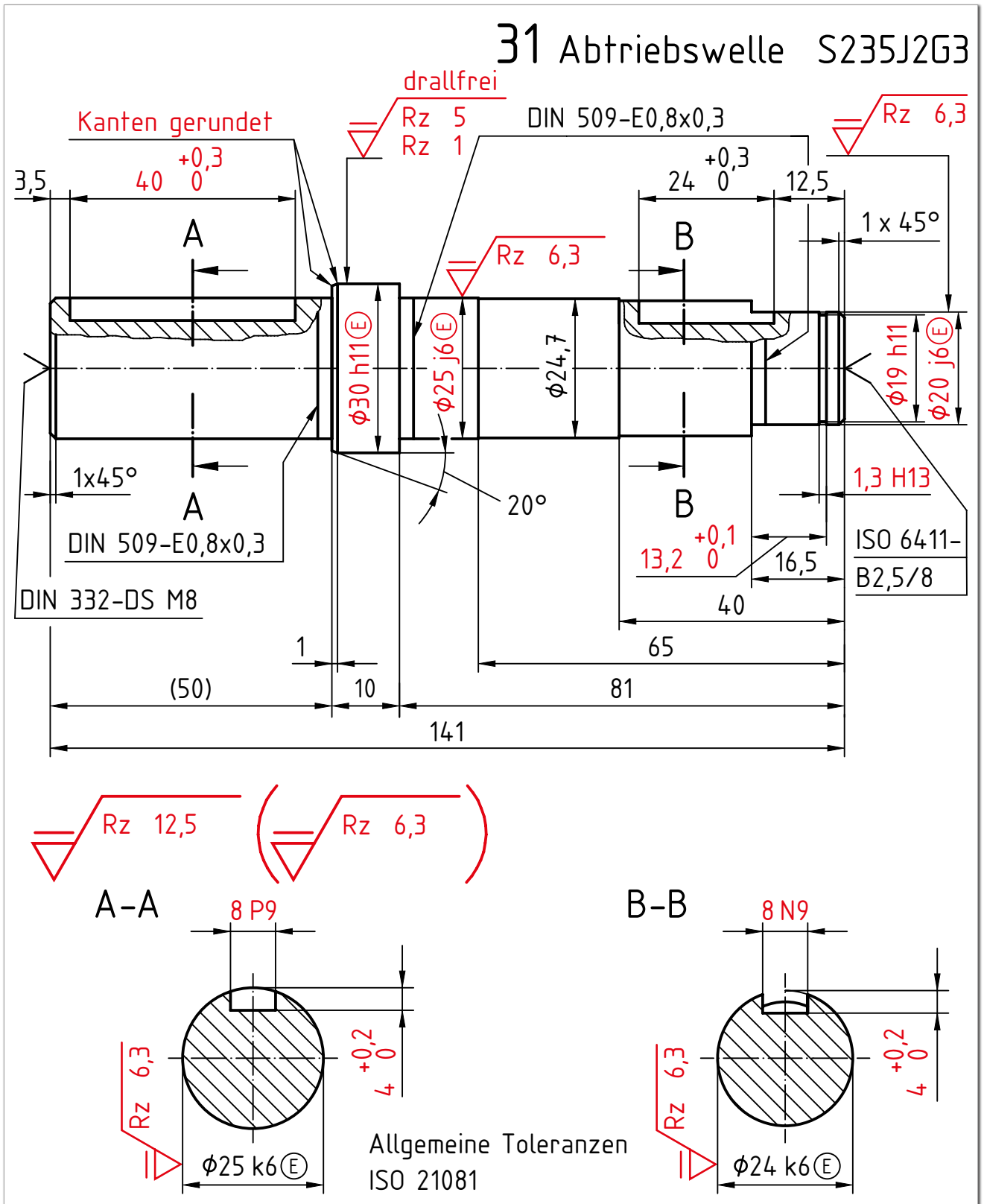
- 6 Für den Antriebsmotor ist auf dem Typenschild eingetragen:
Drehstrommotor 300 - 400 V 50 Hz; 5 A; $\cos \varphi = 0,86$
- a) Berechnen Sie die Wirkleistung des Motors.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} \cdot 0,86 ; P = \underline{\underline{2,98 \text{ kW}}}$$

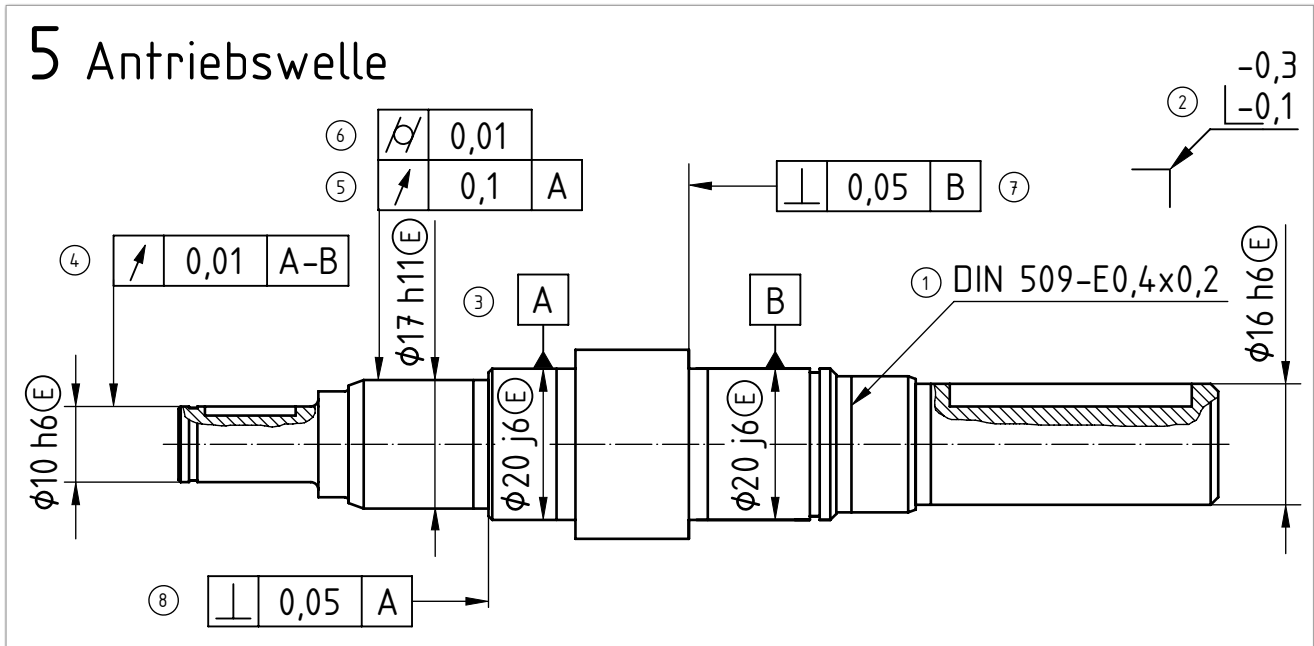
- b) Wie groß ist die Nennleistung (abgegebene Leistung) des Motors in kW bei einem Wirkungsgrad von 0,95?

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} ; P_{ab} = P_{zu} \cdot \eta = 2,98 \text{ kW} \cdot 0,95 ; P_{ab} = \underline{\underline{2,83 \text{ kW}}}$$

- 7 Ergänzen Sie die Teilzeichnung der Abtriebswelle in folgenden Punkten:
- Form und Lage des Einstiches für den Sicherungsring (Pos. 39)
 - Durchmesser, Oberflächenangaben und sonstige Hinweise für die Lauffläche des Wellendichtringes (Pos. 33)
 - Durchmesser der Aufnahme der Wälzlager Pos. 35 und Pos. 38 (mittlere Belastung des Lagers)
 - Größe der Passfedernut für Pos. 32 (fester Sitz) und Pos. 37 (leichter Sitz)
 - Oberflächenangaben: Durchmesser mit Toleranzgraden kleiner als 8: maximale gemittelte Rautiefe 6,3 µm, alle übrigen Flächen 12,5 µm.



8 a) Erläutern Sie die Bedeutung der Eintragungen ① bis ⑧ in der Darstellung der Antriebswelle (Pos. 5).



- ① Freistich DIN 509, Form E, $r = 0,4 \text{ mm}$, $t_1 = 0,2 \text{ mm}$
- ② Alle Außenkanten müssen mit mindestens $0,1$ und höchstens $0,3 \text{ mm}$ gerundet oder gefast sein.
- ③ Die Achse der Welle $20k6$ ist das Bezugselement A.
- ④ Rundlauf der Zylinderfläche zur gemeinsamen Achse A-B, Toleranz $0,01 \text{ mm}$
- ⑤ Rundlauf der Mantelfläche zu A, Toleranz $0,1 \text{ mm}$
- ⑥ Zylinderform der Mantelfläche, Toleranz $0,01 \text{ mm}$
- ⑦ Rechtwinkligkeit der Planfläche zu B, Toleranz $0,05 \text{ mm}$
- ⑧ Rechtwinkligkeit der Planfläche zu A, Toleranz $0,05 \text{ mm}$

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2023 by Europa-Lehrmittel

b) Ergänzen Sie in der Tabelle die fehlenden Werte.

Passmaß	oberes Grenz- abmaß μm	unteres Grenz- abmaß μm	Höchstmaß mm	Mindestmaß mm	Toleranz mm
$\phi 10h6$	0	- 9	10,000	9,991	0,009
$\phi 17h11$	0	- 110	17,000	16,890	0,110
$\phi 20j6$	+9	- 4	20,009	19,996	0,013
$\phi 16h6$	0	- 11	16,000	15,989	0,011

c) Welche Grundabmaße würden Sie für die Welle (Pos. 5) im Bereich der Wälzlager (Pos. 12 und 13) wählen

– bei niedriger Belastung? **h oder k**

– bei hoher Belastung? **m oder n**