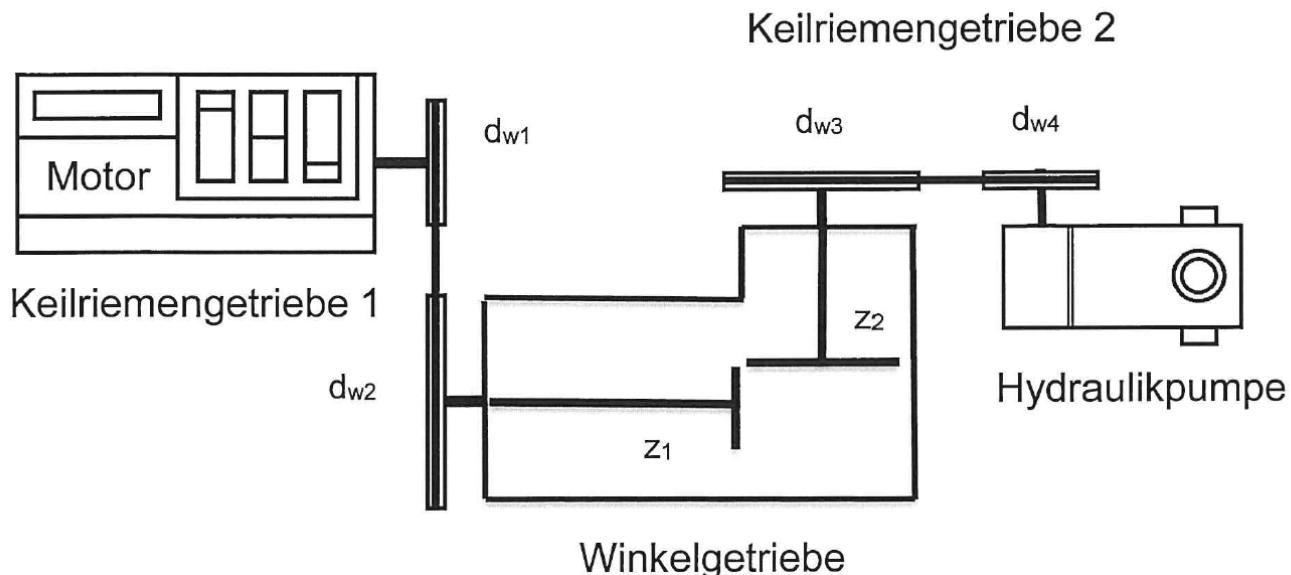




## tgtm HP 2023/24-3: Pumpenantrieb

(Wahlaufgabe)

Zum Anheben der Schaufel besitzt der Radlader einen Hydraulikstempel. Dieser wird über eine Hydraulikpumpe mit dem notwendigen Druck versorgt. Die Hydraulikpumpe wird über ein Winkelgetriebe und zwei Keilriemengetriebe vom Motor des Radladers angetrieben.



### Daten

Erforderliche Leistung der Hydraulikpumpe:	$P_{\text{Pumpe}} = 9 \text{ kW}$
Drehzahl des Motors:	$n_{\text{Motor}} = 2000 \text{ min}^{-1}$
Wirkungsgrad Hydraulikpumpe:	$\eta_{\text{P}} = 87 \%$
Wirkungsgrad je Riemengetriebe:	$\eta_{\text{RG1,2}} = 95 \%$
Wirkungsgrad Winkelgetriebe:	$\eta_{\text{WG}} = 96 \%$
Wirkungsgrad Motor:	$\eta_{\text{M}} = 92 \%$
Zähnezahl Ritzel:	$Z_1 = 17$
Zähnezahl Zahnrad:	$Z_2 = 48$
Wirkdurchmesser 1:	$d_{w1} = 80 \text{ mm}$
Wirkdurchmesser 2:	$d_{w2} = 130 \text{ mm}$
Wirkdurchmesser 3:	$d_{w3} = 100 \text{ mm}$
Wirkdurchmesser 4:	$d_{w4} = 80 \text{ mm}$

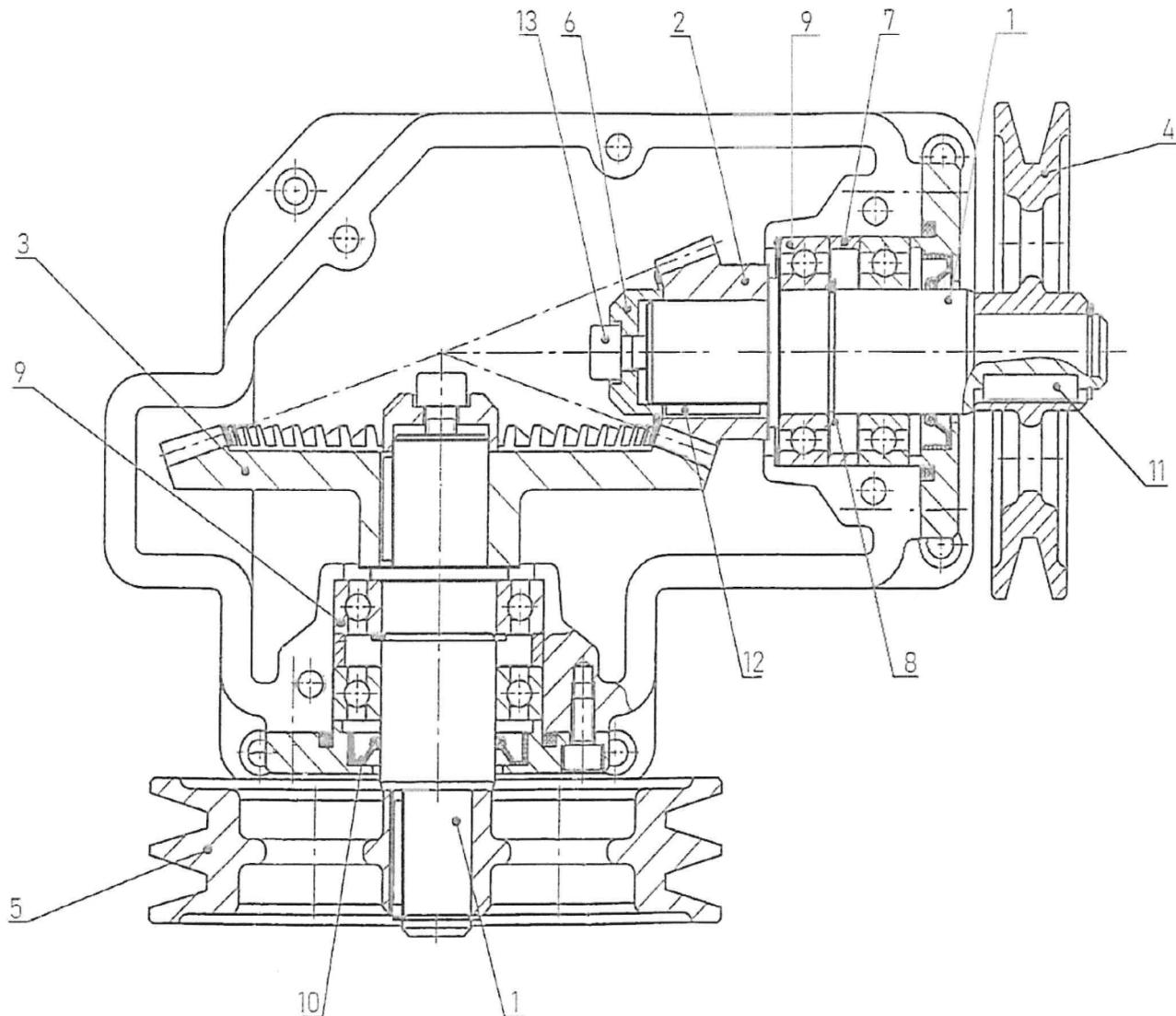
### 1 Technische Auslegung

- 1.1. Erstellen Sie zum oben dargestellten Technologieschema das Blockschaltbild und berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad in Prozent. 3,0
- 1.2. Bestimmen Sie das Gesamtübersetzungsverhältnis der oben dargestellten Antriebseinheit. 2,0
- 1.3. Ermitteln Sie die vom Motor abzugebende Leistung und das Drehmoment. 3,0



## 2 Konstruktion

Unten abgebildet sind die Gesamtzeichnung und die Stückliste des Winkelgetriebes.



Pos.	Menge	Benennung	Normkurzbezeichnung
1	2	Getriebewelle	
2	1	Ritzel	
3	1	Zahnrad	
4	1	Keilriemenscheibe, einrillig	
5	1	Keilriemenscheibe, zweirillig	
6	2	Spannhülse	
7	2	Distanzring	
8	2	Sicherungsring	DIN 471-40x1,75
9	4	Rillenkugellager	DIN 625-6008
10	2	Radialwellendichtring	DIN3760-A40x62x8
11	2	Passfeder	DIN 6885 A-8x7x25
12	2	Passfeder	DIN 6885 A-6x6x25
13	2	Zylinderschraube	DIN 4762-M14x20



- |  |     |
|--|-----|
| 2.1. Beschreiben Sie die Funktion der Bauteile Pos. 8, Pos. 10, Pos. 11 und Pos. 13. | 2,0 |
| 2.2. Nennen Sie zwei Vorteile des Keilriemengetriebes gegenüber dem Zahnradgetriebe. | 2,0 |
| 2.3. Die Getriebewelle Pos. 1 ist auf dem Arbeitsblatt 1 im Maßstab 1:1 dargestellt. | 8,0 |

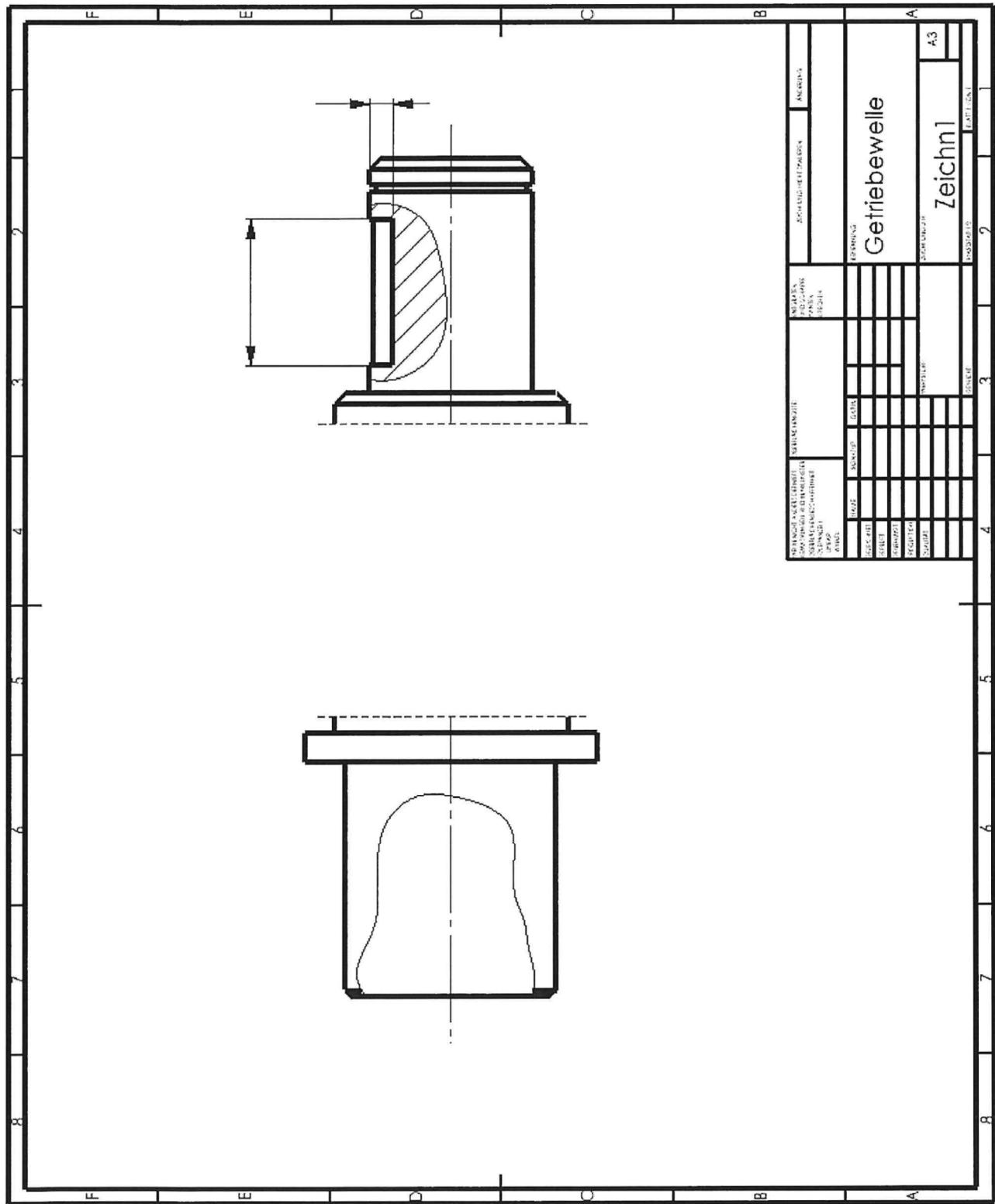
**Hinweis:** Die Maße dürfen nicht aus der zeichnerischen Vorlage (Arbeitsblatt 1) entnommen werden, da die Maßstättlichkeit nicht garantiert werden kann. Ermitteln Sie die erforderlichen Maße aus den vorgegebenen Normteilen.

Die Darstellung ist unvollständig und soll um folgende Punkte ergänzt werden.

Zeichnen Sie

- Das Innengewinde für die Zylinderschraube Pos. 13 mit einer Gewindetiefe von 24 mm und einer Kernlochbohrung von 28 mm Tiefe.  
Bemaßen Sie fertigungsgerecht.
- Die Nut für den Sicherungsring Pos. 8 inklusive fertigungsgerechter Bemaßung
- Die beiden fehlenden Maßangaben der Passfedernut Pos. 11.

**Hinweis:** Die Angabe von Toleranzen ist nicht erforderlich.





Die Firma *Industrietechnik GmbH* möchte ihr Produktionsprogramm optimieren. Hierzu werden für zwei alternative Hydraulikpumpen des eigenen Sortiments folgende betriebswirtschaftliche Zahlen zusammengestellt.

Produkte	Hydraulikpumpe A	Hydraulikpumpe B
Stückverkaufspreis netto	1424 €	2702 €
Variable Stückkosten	558 €	1644 €
Anteilige Fixkosten pro Monat	56.000 €	

- 3 Bestimmen Sie das optimale Produktionsprogramm. 2,0

In einer Abteilung der Produktion entsteht durch einen Maschinenausfall eine Engpasssituation. Die Hydraulikpumpen können nur noch mit 35 Stunden pro Monat gefertigt werden. Die Marktnachfrage kann nicht mehr vollständig gedeckt werden. Um dennoch gewinnmaximal zu produzieren, muss überprüft werden, in welcher Stückzahl die beiden Hydraulikpumpen produziert werden sollen.

Hierzu kann das Unternehmen auf folgende weitere betriebswirtschaftliche Zahlen zurückgreifen:

Produkte	Hydraulikpumpe A	Hydraulikpumpe B
Produktionszeit in Minuten pro Stück	15	20
Mögliche Absatzmenge in Stück pro Monat	63	75

- 4 Bestimmen Sie das optimale Produktionsprogramm unter den geänderten Voraussetzungen. 5,0

Verwenden Sie hierzu folgende absolute Stückdeckungsbeiträge:

- A = 810 €
- B = 1000 €

- 5 Berechnen Sie den Betriebsgewinn pro Monat für die beiden Produkte. 3,0  
Gehen Sie hierzu von einer Produktionsanzahl von A = 60 Stück und B = 55 Stück aus sowie den erforderlichen Daten aus den Aufgaben 3 und 4.



- 6 Das Betriebsratmitglied Markus Zahner ist mit folgenden Vorkommnissen in der *Industrietechnik GmbH* konfrontiert.
- Mitarbeiter Erwin Müller erhält eine ordentliche Kündigung, ohne dass der Betriebsrat über diese Kündigung unterrichtet wurde.
  - Um die Laufzeit der Maschinen zu optimieren, plant die Geschäftsführung der *Industrietechnik GmbH* die Einführung von Schichtarbeit. Dieses würde bei vielen Mitarbeitern zu deutlichen Veränderungen der Arbeitszeiten führen.
  - Die Geschäftsführung der *Industrietechnik GmbH* plant zukünftig im Bereich der Fertigung die Umstellung der Entlohnungsform.

Beurteilen Sie mit Hilfe der entsprechenden Gesetze, welche Möglichkeiten dem Betriebsrat in den geschilderten Fällen zustehen. 3,0

- 7 Maschinist Niclas Zimber arbeitet in der Fertigung bei der *Industrietechnik GmbH*. Seine Frau kümmert sich um den Haushalt und die Kinder. Am Monatsende erhält er folgende Datenaufstellung:

Elektronische Datenerfassung	
Niclas Zimber Münchhofstraße 3 79098 Freiburg	
Familienstand	verheiratet
Alter	33 Jahre
Kinder unter 18 Jahre	3
Religion	katholisch
Geleistete Stunden im vergangenen Monat	162,5
Aktueller Stundenlohn	18,50 €
Kindergeld pro Kind	250 €

Erstellen Sie eine Entgeltabrechnung für Herrn Zimber, aus der Bruttogehalt, die steuerlichen Abzüge, die Abzüge für die Sozialversicherungsträger, das Nettoentgelt und der Auszahlungsbetrag hervorgehen. 5,0  
Verwenden Sie hierzu die Anlage Arbeitsblatt 2 und Arbeitsblatt 3.

- 8 Erläutern Sie die Änderung der Entgeltabrechnung, wenn Herr Zimber ledig und kinderlos wäre. Berechnungen sind hierbei nicht erforderlich. 2,0

40,0



## Monatslohnsteuertabelle

Bruttolohn	Stkl.	KinderFB Lohnsteuer	0 Solz	0 KiSt	0,5 Solz	0,5 KiSt	1 Solz	1 KiSt	1,5 Solz	1,5 KiSt	2 Solz	2 KiSt	2,5 Solz	2,5 KiSt	3 Solz	3 KiSt	3,5 Solz	3,5 KiSt	4 Solz	4 KiSt
3.003,00 - 3.005,99	4	345,41	-	27,63	-	23,42	-	19,34	-	15,40	-	11,58	-	7,88	-	4,41	-	1,56	-	-
	5	670,00	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60	-	53,60
	6	711,16	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89	-	56,89
	1	346,08	-	27,68	-	19,40	-	11,62	-	4,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	253,00	-	20,24	-	12,41	-	5,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	89,66	-	7,17	-	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.006,00 - 3.008,99	4	346,08	-	27,68	-	23,48	-	19,40	-	15,44	-	11,62	-	7,93	-	4,46	-	1,59	-	-
	5	671,00	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68	-	53,68
	6	712,00	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96	-	56,96
	1	346,83	-	27,74	-	19,45	-	11,67	-	4,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	253,66	-	20,29	-	12,46	-	5,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	90,00	-	7,20	-	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.009,00 - 3.011,99	4	346,83	-	27,74	-	23,53	-	19,45	-	15,50	-	11,67	-	7,98	-	4,50	-	1,62	-	-
	5	672,00	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76	-	53,76
	6	713,16	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05	-	57,05
	1	347,50	-	27,80	-	19,50	-	11,72	-	4,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	254,33	-	20,34	-	12,51	-	5,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	90,66	-	7,25	-	1,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.012,00 - 3.014,99	4	347,50	-	27,80	-	23,58	-	19,50	-	15,55	-	11,72	-	8,02	-	4,54	-	1,66	-	-
	5	672,83	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82	-	53,82
	6	714,16	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13	-	57,13

## Lohnsteuerklassen

Steuerklasse I: Ledige, Geschiedene, Verwitwete und dauernd Getrenntlebende (Steuerklasse der Alleinstehenden)

Steuerklasse II: Ledige, Geschiedene, Verwitwete und dauernd Getrenntlebende, die ein oder mehrere Kinder versorgen

Steuerklasse III: Verheiratete, deren Ehegatte keinen Arbeitslohn bezieht oder in Steuerklasse V eingereiht ist

Steuerklasse IV: Verheiratete, wenn beide Ehegatten Arbeitslohn beziehen (in etwa gleiche Bruttoeinkünfte)

Steuerklasse V: Verheiratete, deren Ehegatte in Steuerklasse III eingereiht ist

Steuerklasse VI: Hat ein AN ein zweites Einkommen, dann ist eigene Lohnsteuerkarte mit der Steuerklasse VI



## Anlage zu Aufgabe 7

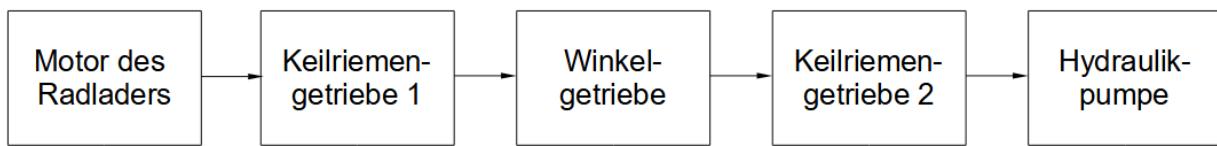
<b>Bruttoentgelt und Abzüge</b>	<b>Beträge in €</b>
Bruttoentgelt	
Lohnsteuer	
Solidaritätszuschlag	
Kirchensteuer	
Rentenversicherung, gesamt 18,6%	
Arbeitslosenversicherung, gesamt 2,6%	
Krankenversicherung, gesamt 14,6%	
Pflegeversicherung, gesamt 3,05% Beachte Kinderlose über 23 Jahre	
Nettoentgelt	
Kindergeld	
<b>Auszahlungsbetrag</b>	



## Lösungen

### 1 Technische Auslegung

#### 1.1. Blockschaltbild



$$\eta_{ges} = \eta_{Motor} \cdot \eta_{RG1} \cdot \eta_{WG} \cdot \eta_{RG2} \cdot \eta_{Pumpe} = 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,87 = 0,693 = 63,9 \%$$

$$1.2. \quad i_{ges} = i_{RG1} \cdot i_{WG} \cdot i_{RG2} = 1,625 \cdot 2,824 \cdot 0,8 = 3,67$$

$$i_{RG1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{130 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 1,625$$

$$i_{WG} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{48}{17} = 2,824$$

$$i_{RG2} = \frac{d_{w4}}{d_{w3}} = \frac{80 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,8$$

$$1.3. \quad \eta_{ges} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{Pumpe}}{P_{Motor}}$$

$$\Rightarrow P_{Motor} = \frac{P_{Pumpe}}{\eta_{ges}} = \frac{9 \text{ kW}}{\eta_{RG1} \cdot \eta_{WG} \cdot \eta_{RG2} \cdot \eta_P} = \frac{9 \text{ kW}}{0,95 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,87} = 11,94 \text{ kW}$$

*Hinweis: Hier muss mit dem Gesamtwirkungsgrad  $\eta_{ges}$  ohne Einbeziehung des Motorwirkungsgrades gerechnet werden, da es um die abgegebene (nicht die aufgenommene) Leistung des Motors geht.*

$$P_{Motor} = M_{Motor} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_{Motor}$$

$$\Rightarrow M_{Motor} = \frac{P_{Motor}}{2 \cdot \pi \cdot n_{Motor}} = \frac{11940 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{2000}{60} \frac{1}{\text{s}}} = 57 \text{ Nm}$$

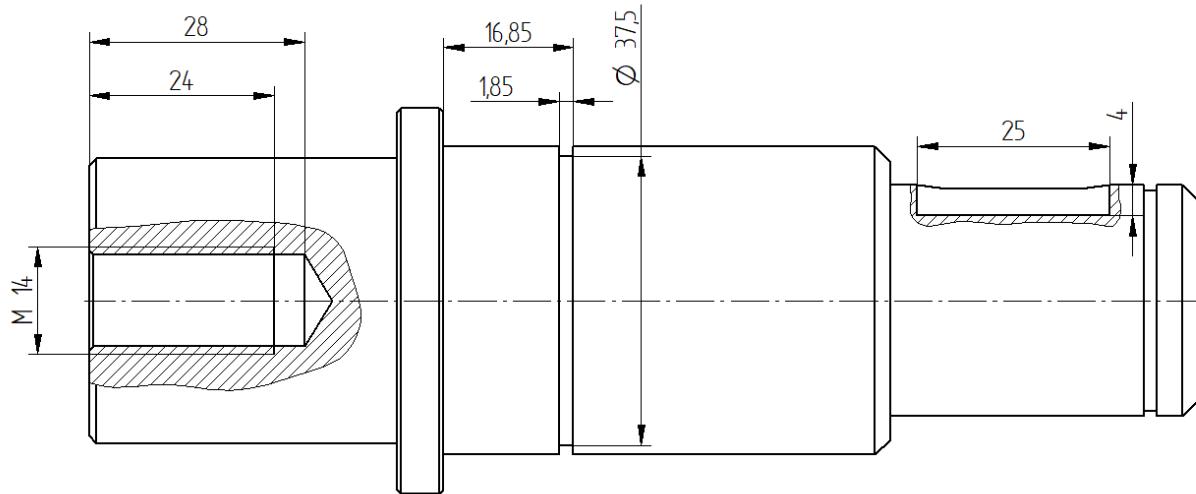
### 2 Konstruktion

- 2.1. Pos. 8 Sicherungsring: Der Sicherungsring sichert die Getriebewelle (Pos. 1) gegen axiales Verschieben.
- Pos. 10 Radialwellendichtring: Der Radialwellendichtring verhindert das Entweichen des Getriebeöls.
- Pos. 11 Passfeder: Die Passfeder überträgt das Drehmoment und die Drehzahl von der Getriebewelle (Pos. 1) auf die Keilriemenscheibe, einrillig (Pos. 4)
- Pos. 13 Zylinderschraube: Axiale Fixierung, mit Hilfe der Spannhülse (Pos. 6), des Ritzels (Pos. 2) auf der Getriebewelle (Pos. 1)
- 2.2. Ein Keilriementrieb überträgt die Kraft über den Riemen elastisch. Das bedeutet, dass er gegenüber einem Zahnradgetriebe stoßdämpfend wirkt und geräuschärmer läuft. Dies ist vorteilhaft beim Einsatz im Radlader. Zudem kann mit einem Keilriementrieb größere Achsabstände überbrückt werden, ohne dass die Konstruktion – gegenüber einem Zahnradgetriebe – wesentlich schwerer wird.



## 2.3.

Pos. 1 Getriebewelle (nicht maßstabsgetreu, ohne Angaben von Toleranzen)



Die Zylinderschraube DIN 4762-M14x20 (Pos. 13) weist ein M14-Gewinde auf.

Daher ist ein M14 Innengewinde notwendig.

- Der Sicherungsring (Pos. 8) DIN 471-40x1,75 ist vorgesehen für eine Welle mit einem Nennmaß  $d_1 = 40$  mm und hat eine Breite von 1,75mm. Hierfür ist laut Tabellenbuch (→ [EuroTabM] „Sicherungsringe“) eine Nutbreite  $m = 1,85$  mm und ein Innendurchmesser von  $d_2 = 37,5$  mm zu fertigen. Der Abstand der Nut zum Absatz ergibt sich aus der Breite des Rillenkugellagers DIN 625-6008 (Pos. 9). Diese beträgt  $B = 15$  mm (→ [EuroTabM] „Rillenkugellager“)
- In die Passfedorfnut wird die Passfeder DIN 6885 A-8x7x25 (Pos. 12) eingelegt. Für die Nutbreite ist ein Maß von  $l = 25$  mm vorzusehen. Die Tiefe der Nut muss  $t_1 = 4$  mm betragen. (→ [EuroTabM] „Passfedern“)

3 und folgende hier keine Lösungen