

# 1 Elektrik und Elektronik

## 1.1 Elektrische Leistung und Arbeit

### Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

$P$  elektrische Leistung  
 $U$  Spannung  
 $I$  Stromstärke

### Elektrische Arbeit

$$W = P \cdot t$$

$W$  elektrische Arbeit  
 $t$  Zeit

### Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

$\eta$  Wirkungsgrad  
 $P_{zu}$  aufgenommene Leistung  
 $P_{ab}$  abgegebene Leistung

$$P_{ver} = P_{zu} - P_{ab} \quad P_{ver} \text{ Verlustleistung}$$

$$\frac{\text{Wirkungsgrad in \%}}{100 \%} = \eta$$

## Übungen

- 1 Für die Beleuchtungs- und Signalanlage eines Traktors werden die Glühlampen nach Bild 1 verwendet:

Anzahl	Verwendungszweck	Bezeichnung
2	Hauptscheinwerfer, normal	12 V 45/40 W
2	Begrenzungsleuchte	12 V 4 W
4	Blinkleuchte	12 V 21 W
3	Blinkkontrollleuchte	12 V 1,2 W
1	Warnblinkkontrollleuchte	12 V 1,2 W
2	Schlussleuchte	12 V 10 W
1	Fernlichtkontrollleuchte	12 V 2 W
2	Traktormeterleuchte	12 V 2 W
2	Bremsleuchte	12 V 21 W
2	Arbeitsscheinwerfer	12 V 55 W

Die Bezeichnungen geben die maximal zulässige Leistungsaufnahme der einzelnen Glühlampen an.

### 1 Glühlampen an einem Traktor

- a) Errechnen Sie die maximale Stromstärke, wenn folgende Glühlampen der Beleuchtungs- und Signalanlage eingeschaltet sind:
- Bremslicht
  - Blinklicht ohne Anhänger
  - Blinklicht mit 2 Anhängern
  - Warnblinklicht ohne Anhänger
  - Warnblinklicht mit einem Anhänger
  - Standlicht
  - Abblendlicht
  - Fernlicht
  - Abblendlicht mit Arbeitsscheinwerfer
- b) Wie groß ist die elektrische Arbeit der Glühlampen des Abblendlichtes bei einer Einschaltdauer von 2,5 Stunden?
- c) Wie groß ist der Widerstand der einzelnen Glühlampen?
- d) Wie groß ist der Gesamtwiderstand der eingeschalteten Bremsleuchten?
- e) Wie groß ist der Anstieg der Stromstärke bei Abblend- und Fernlicht, wenn die normalen Hauptscheinwerfer durch H4-Scheinwerfer mit der Glühlampenbezeichnung 12 V 60/55 W ersetzt werden?
- f) Bei einem elektronischen Blinkgeber wird die Einschaltstufe für die Kontrolllampen über einen Kontrollwiderstand ( $R = 0,06 \Omega$ ), der im Stromkreis zwischen den Klemmen

49 und 49 a eingebaut ist, angesteuert (siehe Bild 1). Berechnen Sie den jeweiligen Spannungsfall am Kontrollwiderstand bei folgenden Blinklichtschaltungen:

- Traktor allein
- Traktor mit einem Anhänger
- Traktor mit zwei Anhängern.

- g) Die Drahtwendel einer Kfz-Leuchte besitzt die Eigenschaft, dass ihr Widerstandswert mit zunehmender Erwärmung ansteigt. Der Einschaltstrom kann daher den zehnfachen Wert der Nennstromstärke erreichen. Errechnen Sie den Einschaltstrom und den Widerstand der „kalten“ Blinkleuchten beim Richtungsblinken des Traktors.
- h) Wie groß ist bei „kalten“ Blinkleuchten der Spannungsfall am Kontrollwiderstand des elektronischen Blinkgebers?
- i) Wie groß ist die aufgenommene Leistung eines 14-V-Generators ( $\eta = 0,72$ ), wenn dieser das eingeschaltete Abblendlicht und die Arbeitsscheinwerfer mit Strom versorgen muss?

- 2 Die Flammglühkerze eines Traktors hat bei einer Spannung  $U = 9,5 \text{ V}$  einen Widerstand  $R = 0,475 \Omega$ . Wie groß ist die elektrische Leistung?
- 3 Der Heizflansch im Ansaugrohr eines Traktormotors hat bei einer Betriebsspannung  $U = 12 \text{ V}$  eine Leistung  $P = 480 \text{ W}$ . Wie groß ist der Widerstand der Heizwendel?
- 4 Ein Generator erzeugt bei einer Betriebsspannung  $U = 14 \text{ V}$  einen Ladestrom  $I = 55 \text{ A}$ . Der Wirkungsgrad beträgt  $\eta = 75 \%$ .
- a) Wie groß ist die abgegebene Leistung des Generators?
- b) Wie groß ist die aufgenommene Leistung des Generators?
- 5 Ein Starter nimmt bei einer Spannung  $U = 10,5 \text{ V}$  einen Strom  $I = 280 \text{ A}$  auf. Wie groß ist die abgegebene Leistung, wenn der Wirkungsgrad  $\eta = 52 \%$  beträgt?
- 6 Die Leistung eines Starters wird mit  $P = 3 \text{ kW}$  angegeben. Der Wirkungsgrad beträgt  $\eta = 55 \%$ . Wie groß ist die Stromaufnahme bei einer Spannung  $U = 10,8 \text{ V}$ ?

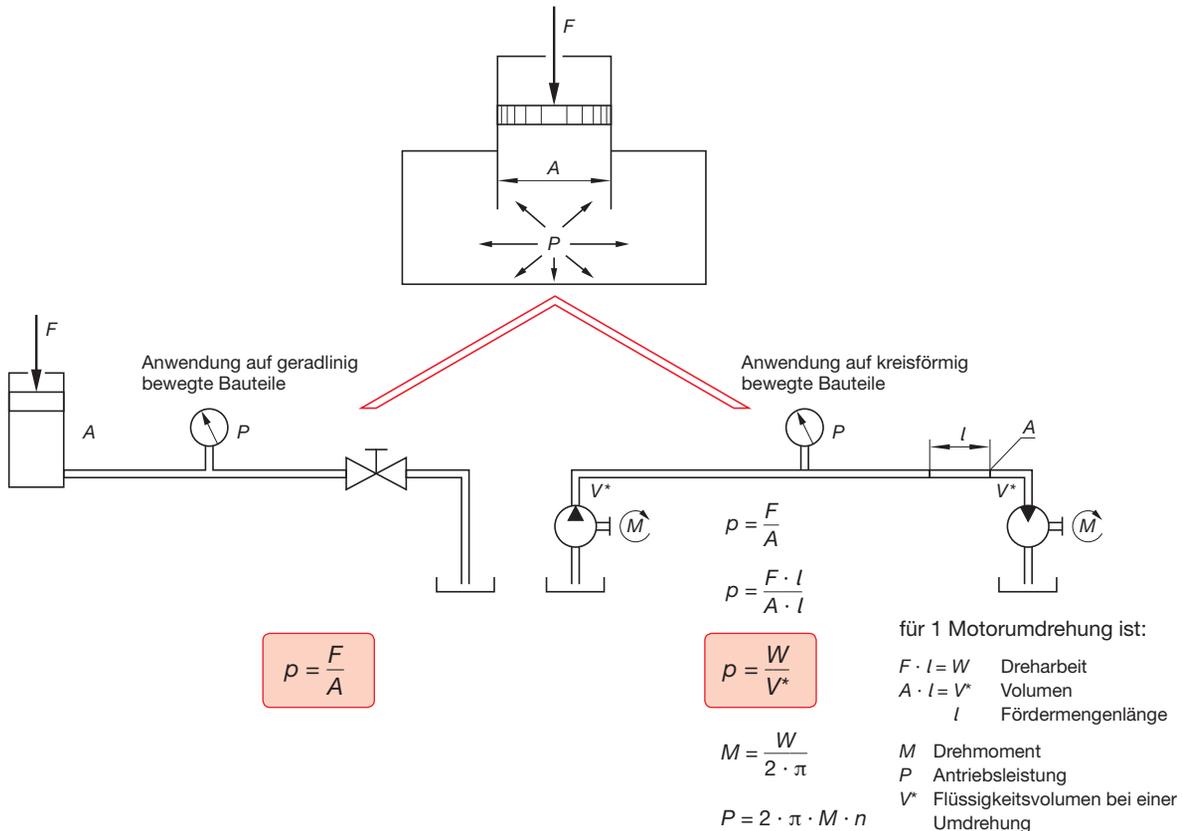
# 2 Hydraulik

## 2.1 Druck in Flüssigkeiten (Grundgesetz der Hydromechanik)

Satz von Pascal: Wirkt über eine Fläche  $A$  eine Kraft  $F$  auf eine eingeschlossene Flüssigkeit, so entsteht ein Druck  $p$ , der sich über die gesamte Flüssigkeit ausbreitet. Es gilt dabei das Gesetz:

$$p = \frac{F}{A}$$

$F$  Kraft  
 $A$  Kraftangriffsfläche  
 $p$  Druck (1 bar = 10N/cm<sup>2</sup>)



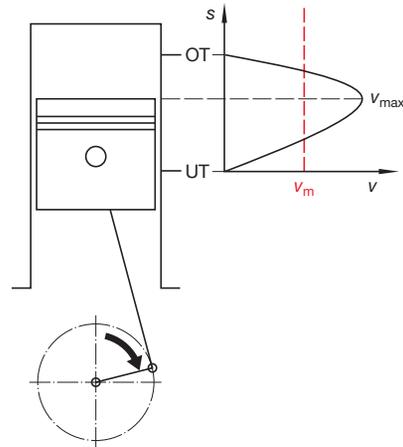
### Übungen

- 1 Auf eine eingeschlossene Flüssigkeit wird über eine Kolbenfläche  $A = 24 \text{ cm}^2$  eine Kraft  $F = 3360 \text{ daN}$  aufgebracht. Berechnen Sie den Druck  $p$  in der Flüssigkeit.
- 2 Der Kolbendurchmesser eines Hydraulikzylinders beträgt  $d = 20 \text{ mm}$ . Im Zylinder wirkt ein Flüssigkeitsdruck  $p = 80 \text{ bar}$ . Berechnen Sie die Kolbenkraft  $F$ .
- 3 In einer Hydraulikanlage ist ein federbelastetes Überdruckventil mit einer Federkraft  $F = 3925 \text{ N}$  eingebaut, das erst bei einem Systemdruck  $p = 125 \text{ bar}$  öffnen darf.
  - a) Berechnen Sie die notwendige Ventilfläche  $A$ .
  - b) Ermitteln Sie den Durchmesser  $d$  dieser Ventilfläche.
- 4 Ein dreistufiger Teleskopzylinder besitzt folgende Kolbendurchmesser:  
 Stufe I:  $d = 100 \text{ mm}$   
 Stufe II:  $d = 80 \text{ mm}$   
 Stufe III:  $d = 60 \text{ mm}$   
 Der Druck im Stufenzylinder beträgt  $p = 150 \text{ bar}$ . Berechnen Sie die Kräfte des Stufenzylinders in den einzelnen Stufen.
- 5 Der Wasserschlauch einer Beregnungsanlage wird mit einem Stopfen an einem Ende abgedichtet. Der Schlauchinnendurchmesser beträgt  $d = 1''$  (1 Zoll). Wie groß ist die Kraft  $F$  auf den Stopfen, wenn ein Wasserdruck von  $p = 3,5 \text{ bar}$  vorhanden ist?

### 3.3 Kolbengeschwindigkeit

$$v_m = 2 \cdot s \cdot n$$

$v_m$  mittlere Kolbengeschwindigkeit  
 $s$  Hub  
 $n$  Drehzahl



1 Geschwindigkeit des Kolbens

### Übungen

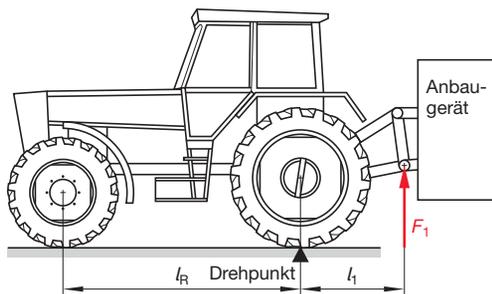
- 1 a) Welche mittlere Kolbengeschwindigkeit erreicht ein Motor jeweils bei einer Drehzahl  $n = 1500 \text{ }^1/\text{min}$ , wenn für den Hub  $s$  folgende Abmessungen angegeben werden: 50 mm, 70 mm, 90 mm, 110 mm und 130 mm?  
 b) Stellen Sie die Ergebnisse grafisch in Form eines  $x$ - $y$ -Diagramms dar.  
 –  $x$ -Achse: Hub  $s$  in mm  
 –  $y$ -Achse: mittlere Kolbengeschwindigkeit  $v_m$  in m/s  
 Wählen Sie einen geeigneten Maßstab selbst aus.  
 c) Welchen Zusammenhang zwischen der mittleren Kolbengeschwindigkeit und dem Hub veranschaulicht die grafische Darstellung?  
 d) Ermitteln Sie aus der grafischen Darstellung die mittlere Kolbengeschwindigkeit bei folgendem Hub: 80 mm, 100 mm und 120 mm.
- 2 a) Welche mittlere Kolbengeschwindigkeit erreicht ein Motor jeweils bei einem Hub  $s = 125 \text{ mm}$ , wenn für die Drehzahl  $n$  folgende Werte angegeben werden:  $900 \text{ }^1/\text{min}$ ,  $1200 \text{ }^1/\text{min}$ ,  $1500 \text{ }^1/\text{min}$ ,  $1750 \text{ }^1/\text{min}$  und  $2000 \text{ }^1/\text{min}$ ?  
 b) Stellen Sie die Ergebnisse grafisch in Form eines  $x$ - $y$ -Diagramms dar.  
 $x$ -Achse: Drehzahl  $n$  in  $^1/\text{min}$   
 $y$ -Achse: mittlere Kolbengeschwindigkeit  $v_m$  in m/s  
 Wählen Sie einen geeigneten Maßstab selbst aus.  
 c) Welchen Zusammenhang zwischen der mittleren Kolbengeschwindigkeit und der Drehzahl veranschaulicht die grafische Darstellung?  
 d) Ermitteln Sie aus der grafischen Darstellung die mittlere Kolbengeschwindigkeit bei folgenden Drehzahlen:  $1100 \text{ }^1/\text{min}$ ,  $1600 \text{ }^1/\text{min}$  und  $2100 \text{ }^1/\text{min}$ .
- 3 Welche mittlere Kolbengeschwindigkeit erreicht ein Motor, der einen Hub  $s = 127 \text{ mm}$  hat, bei einer Drehzahl  $n = 2400 \text{ }^1/\text{min}$ ?
- 4 Ein Dieselmotor erreicht bei einer Drehzahl  $n = 1850 \text{ }^1/\text{min}$  eine mittlere Kolbengeschwindigkeit  $5,4 \text{ m/s}$ . Wie groß ist der Hub?
- 5 Bei welcher Drehzahl erreicht ein Dieselmotor eine mittlere Kolbengeschwindigkeit  $v_m = 8 \text{ m/s}$ , wenn der Hub  $s = 130 \text{ mm}$  beträgt?
- 6 Von einem Motor sind folgende Daten bekannt: Hub  $s = 133 \text{ mm}$ , Leerlaufdrehzahl  $n_t = 850 \text{ }^1/\text{min}$ , Höchstdrehzahl  $n_{\text{max}} = 2350 \text{ }^1/\text{min}$ .  
 a) Berechnen Sie die mittlere Kolbengeschwindigkeit bei Leerlauf- und Höchstdrehzahl.  
 b) Welchen Weg legt der Kolben bei Leerlauf- und Höchstdrehzahl in einer Stunde zurück?
- 7 Ein Dieselmotor, der einen Hub  $s = 120 \text{ mm}$  hat, wird vom Hersteller mit folgenden Leistungen angeboten:  
 85 kW bei  $2100 \text{ }^1/\text{min}$ ,  
 99 kW bei  $2500 \text{ }^1/\text{min}$ ,  
 107 kW bei  $2800 \text{ }^1/\text{min}$ ,  
 110 kW bei  $3000 \text{ }^1/\text{min}$ .  
 Welche mittlere Kolbengeschwindigkeit erreichen die einzelnen Motoren jeweils bei ihrer Nenndrehzahl?
- 8 Wie groß ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit des Zweitakt-Ottomotors einer Motorsäge, wenn der Hub  $s = 31 \text{ mm}$  und die Drehzahl  $n = 8500 \text{ }^1/\text{min}$  betragen?
- 9 Ermitteln Sie die mittlere Kolbengeschwindigkeit des Viertakt-Ottomotors eines Rasenmähers, wenn der Hub  $s = 68,9 \text{ mm}$  und die Drehzahl  $n = 3600 \text{ }^1/\text{min}$  betragen.

- 5 Ein Hersteller von Bodenbearbeitungsgeräten bietet diese bei einer Arbeitsbreite von 3 m in folgenden Kombinationen an:

- 1 Zinkenrotor
- 2 Zinkenrotor mit angebauter Drillmaschine
- 3 Zinkenrotor mit aufgesattelter Drillmaschine
- 4 Zinkenrotor mit aufgesattelter pneumatischer Drillmaschine
- 5 Kreiselegge
- 6 Kreiselegge mit angebauter Drillmaschine
- 7 Kreiselegge mit aufgesattelter Drillmaschine
- 8 Kreiselegge mit aufgesattelter pneumatischer Drillmaschine

Kombination	Erforderliche Hubkraft $F_1$ in N
1	21 500
2	56 700
3	47 700
4	40 200
5	15 000
6	49 000
7	43 600
8	36 500

- a) Berechnen Sie die jeweilige Entlastung der Vorderachse des Traktors, wenn der Radstand  $l_R = 2696$  mm und  $l_1 = 1150$  mm betragen (siehe Bild 1).



- $l_R$  Radstand  
 $l_1$  Abstand des Angriffspunktes der Hubkraft vom Drehpunkt der Hinterachse des Traktors  
 $F_1$  Hubkraft, die für das Anheben des Anbaugerätes am Anhängepunkt des Unterenkers des Traktors erforderlich ist

#### 1 Kräfte am System Traktor-Anbaugerät

- b) Stellen Sie die Ergebnisse als Balkendiagramm dar (x-Achse: Kombination; y-Achse: Entlastung der Vorderachse des Traktors).
- c) Welche Aussagen können aufgrund der Darstellung über die Entlastung der Vorderachse des Traktors durch Anbaugeräte gemacht werden?

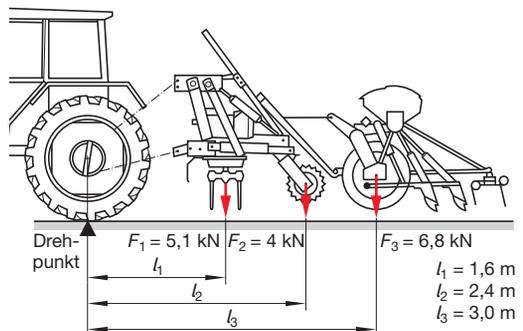
- 6 Ein Landmaschinenhersteller bietet Bodenbearbeitungsgeräte in folgenden Kombinationen an:

- 1 Rüttelegge
- 2 Rüttelegge und Packerwalze
- 3 Rüttelegge, Drillmaschine und Saatstriegel
- 4 Rüttelegge, Packerwalze, Drillmaschine und Saatstriegel

Kombination	Erforderliche Hubkraft $F_1$ in kN bei einer Arbeitsbreite von		
	2,5 m	3,33 m	4 m
1	4,7	5,5	6,5
2	9,3	10,7	13,1
3	16	25	30
4	25	36	43

Berechnen Sie die jeweilige Entlastung der Vorderachse des Traktors, wenn der Radstand  $l_R = 2388$  mm und  $l_1 = 1030$  mm betragen (siehe Bild 1). Stellen Sie die Ergebnisse in tabellarischer Form zusammen.

- 7 Bild 2 zeigt die Hinterachse eines Traktors mit angebauter Kreiselegge, Wälzelegge, Drillmaschine und Saatstriegel.



#### 2 Kräfte auf die Hinterachse eines Traktors infolge Anbaugeräte

- a) Berechnen Sie die Entlastung der Vorderachse des Traktors, der einen Radstand  $l_R = 2300$  mm hat, wenn die Kombination in gestrecktem Zustand angehoben werden soll.
- b) Welches Zusatzgewicht muss im Abstand von 600 mm von der Vorderachse montiert werden, um die Entlastung der Vorderachse auszugleichen? Berücksichtigen Sie bei Ihrer Rechnung die gesetzlichen Vorschriften. Der Traktor hat ohne Anbaugerät eine Masse von 4800 kg. Die vordere Achslast beträgt 2200 kg.