



**Komplett überarbeitet  
und erweitert!**

## NEUAUFLAGE

### Technische Mathematik Fahrzeugtechnik lernfeldorientierte Aufgabenstellungen für die Berufsschule

von H. Elbl, W. Föll, W. Schüler, M. Bell

196 Seiten, mehrfarbig,

17 cm x 24 cm, Broschur, 5., völlig überarbeitete Auflage, 2016  
978-3-7782-3540-9, € 19,80

### Lösungen (in Vorbereitung)

ca. 92 Seiten, einfarbig, 15 cm x 22 cm, Broschur

978-3-7782-3549-2, ● ca. € 25,90

Erscheinungstermin: Dezember 2016

Das Lehr- und Übungsbuch beinhaltet mathematisches Grundwissen sowie darauf aufbauendes problemorientiertes fahrzeugtechnisches Rechnen. Die Neuauflage orientiert sich am neuen kompetenzorientierten Bildungsplan und berücksichtigt dessen Handlungsfelder und Kompetenzstufen. Sie enthält betriebliches Rechnen (Lohnrechnung und Kostenrechnung) zur Ergänzung und Vertiefung. Die Aufgaben haben einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad und sind entsprechend farblich gekennzeichnet. So wird das selbstständige Arbeiten erleichtert und zudem eine binnendifferenzierte Vorgehensweise ermöglicht. Zusätzlich gibt es lernfeldübergreifende Aufgaben.

Neu sind u.a. die Kapitel Anzugsdrehmoment/Schraubenfestigkeit/Montage von Rädern, Eingangssignale für Steuergeräte, Ansteuerung von Aktoren, Federung und Lenkung. Das Thema Motorkühlsystem/Frostschutz wurde überarbeitet und zahlreiche Aufgaben wurden aktualisiert bzw. hinzugefügt.

● Abgabe nur zum vollen Preis.

Weitere Informationen zum Titel finden Sie unter [handwerk-technik.de](http://handwerk-technik.de) oder direkt hier:



**Nichts mehr verpassen:**  
Jetzt Newsletter abonnieren!

Unser kostenloser Newsletter für  
**Metalltechnik, Fachschule für Technik, Fahrzeugtechnik**  
informiert Sie über interessante Neuigkeiten!  
[www.handwerk-technik.de/newsletter](http://www.handwerk-technik.de/newsletter)

Neu zum Beispiel: Montage von Rädern mit Erläuterungen...

LF 2.1 Anzugsdrehmoment, Schraubfestigkeit, Montage von Rädern

Problemstellung

Bei der Montage von Rädern ist das vom Hersteller vorgegebene Anzugsmoment für die Radschrauben zu beachten. Welcher Zusammenhang besteht zwischen Handkraft am Anzugswerkzeug, Drehmoment an der Radschraube und Spannkraft an der Radschraube? Welche Auswirkungen kann ein zu hohes Anzugsmoment haben?

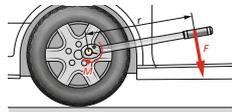
Informationen

Grundlagen

Drehmoment S. 59

Das **Anzugsmoment**  $M$  ergibt sich aus Handkraft  $F$  (Kraft am Hebelarm) und dem Hebelarm  $r$  (Abstand zwischen Schraubenmitte und Angriffspunkt der Handkraft).

$$M = \text{Handkraft} \times \text{Hebelarm}$$



$$M = F \cdot r$$

Beispiel

Geg.: Handkraft  $F = 160 \text{ N}$

Hebellänge  $r = 75 \text{ cm}$ .

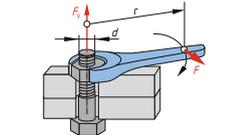
Ges.: Anzugsmoment  $M$

Lös.:  $M = F \cdot r = 160 \text{ N} \cdot 0,75 \text{ m} = 120 \text{ Nm}$

Die **Spannkraft**  $F_V$  hängt nach der Näherungsformel für metrische Regelgewinde vom Anzugsmoment  $M$  und dem Gewindenenddurchmesser  $d$  ab.

$$F_V \approx \frac{\text{Anzugsdrehmoment}}{0,19 \cdot \text{Gewindenenddurchmesser}}$$

Die Formel gilt für nicht geschmierte Regelgewinde.



$$F_V = \frac{M}{0,19 \cdot d}$$

$$\sigma = \frac{F_V}{S}$$

Beispiel

Geg.: Radschraube M14,  $M = 120 \text{ Nm}$

Ges.: Vorspannkraft  $F_V$ . Rechnen Sie mit der Näherungsformel für metrische Gewinde.

Lös.:  $F_V = \frac{M}{0,19 \cdot d} = \frac{120 \text{ Nm}}{0,19 \cdot 0,014 \text{ m}} = 45112,8 \text{ N}$

Durch die Spannkraft wird der Schraubenschaft gedehnt. Im Werkstoff der Schraube entsteht dadurch die **Zugspannung**  $\sigma$  (Sigma). Diese hängt ab von der Spannkraft und der Querschnittsfläche der Schraube.

$$\sigma = \frac{\text{Spannkraft}}{\text{Querschnittsfläche}}$$

Beispiel

Geg.: M14 x 1,5, Querschnittsfläche  $S = 116,1 \text{ mm}^2$ ,  $F_V = 45112,8 \text{ N}$

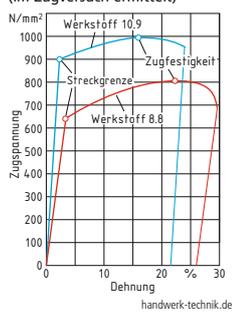
Ges.: Zugspannung  $\sigma$

Lös.:  $\sigma = \frac{F_V}{S} = \frac{45112,8 \text{ N}}{116,1 \text{ mm}^2} = 388,6 \text{ N/mm}^2$

Die **Festigkeitsklasse** (z.B. 8.8) gibt die Zugfestigkeit und die Streckgrenze (Beginn der bleibenden Verformung) des Schraubenwerkstoffes an (vgl. Tab. 1, S. 93).

$d$  Gewindenenddurchmesser in m  
 $F$  Handkraft in N  
 $F_V$  Spannkraft in N  
 $M$  Anzugsdrehmoment in Nm  
 $r$  Hebelarm in m  
 $S$  Querschnittsfläche in  $\text{mm}^2$   
 $\sigma$  Zugspannung in  $\text{N/mm}^2$

Spannungs-Dehnungs-Diagramm (im Zugversuch ermittelt)



...und passenden Aufgaben - nach Schwierigkeitsgrad farblich markiert

Aufgaben

- Beim Anziehen von Radschrauben „knackt“ der Drehmomentschlüssel (wirksamer Hebelarm  $r = 80 \text{ cm}$ ) bei einer Handkraft von  $F = 150 \text{ N}$ . Welches Drehmoment ist eingestellt?
- Zum Lösen der Radschrauben wird ein Radkreuz (Abb. 1) verwendet. Das Lösemoment beträgt  $M = 130 \text{ Nm}$ . Mit welcher Kraft  $F$  muss an den Enden des Radkreuzes gedrückt bzw. gezogen werden?
- Das vorgeschriebene Anzugsmoment für die Radschrauben an einer 5-Loch Leichtmetallfelge ist mit  $110 \text{ Nm}$  angegeben. Es werden Radschrauben M12 x 1,5,  $S = 80,1 \text{ mm}^2$ , Festigkeitsklasse 10.9 verwendet. Zum Anziehen der Radschrauben wird ein Drehmomentschlüssel mit einer Hebellänge von  $70 \text{ cm}$  verwendet. Berechnen Sie:
  - die erforderliche Handkraft,
  - die Vorspannkraft mit Hilfe der Näherungsformel für metrische Gewinde,
  - die im Schraubenschaft wirkende Zugspannung.
 Prüfen Sie anhand der Tabelle ob die Festigkeit der Schraube ausreichend ist.
- Das Hinterrad eines Motorrades mit Einarmschwinge ist mit 5 Radschrauben M10 x 1,25, ( $S = 58 \text{ mm}^2$ ) am Radträger befestigt. Für den Einbau des Hinterrades findet man in der Betriebsanleitung nebenstehende Angaben (Abb. 2). Für das vorgeschriebene Anzugsmoment wird ein Drehmomentschlüssel mit einer wirksamen Hebellänge von  $33 \text{ cm}$  verwendet. Berechnen Sie:
  - die erforderliche Handkraft,
  - die Vorspannkraft mit Hilfe der Näherungsformel für metrische Gewinde,
  - die im Schraubenschaft wirkende Zugspannung.
- Bei der Demontage des vorderen Bremssattels wird der Schraubenkopf der Schraube M8 beschädigt. Bei der Montage wird sie durch eine handelsübliche M8 Schraube (Abb. 3) ersetzt. Das vorgeschriebene Anzugsmoment beträgt  $35 \text{ Nm}$ .
  - Berechnen Sie die Vorspannkraft mit Hilfe der Näherungsformel für metrische Gewinde.
  - Bestimmen Sie die im Schraubenschaft wirkende Zugspannung ( $S = 36,6 \text{ mm}^2$ ).
  - Entnehmen Sie der Tabelle 1 Zugspannung und Streckgrenze für die abgebildete Schraube.
  - Erklären Sie, weshalb der Hersteller bei der Reparatur die Verwendung von Originalschrauben mit der Festigkeitsklasse 10.9 vorschreibt.

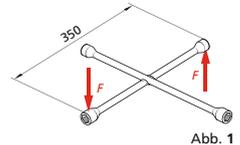


Abb. 1

Festigkeitsklasse	Zugfestigkeit $R_m$ in $\text{N/mm}^2$	Streckgrenze $R_e$ in $\text{N/mm}^2$
12.9	1200	1080
10.9	1000	900
8.8	800	640
6.8	600	480
5.6	500	300
4.6	400	240

Tab. 1



- Schrauben ① mit Drehmoment einbauen
  - Anziehrefihenfolge: über Kreuz festziehen
  - 60 Nm

Abb. 2

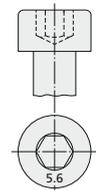


Abb. 3

Passend dazu



**Tabellenbuch Fahrzeugtechnik**  
 von H. Eibl, W. Föll, W. Schüler, M. Bell  
 380 Seiten, mehrfarbig, 17 cm x 24 cm, Broschur, mit CD, 27., überarbeitete und erweiterte Auflage, 2014  
 978-3-7782-3510-2, € 27,50

**CD**  
 Das komplette Werk als PDF sowie sämtliche Abbildungen als jpg  
 978-3-7782-3514-0, € 27,50



**Formelsammlung Fahrzeugtechnik**  
 von H. Eibl, W. Föll, W. Schüler, M. Bell  
 65 Seiten, mehrfarbig, 15 cm x 22 cm, geheftet, 8., überarbeitete Auflage, 2014  
 978-3-7782-3511-9, € 10,90

**Paketangebot Fahrzeugtechnik**  
 978-3-7782-3512-6,  
 ● € 33,30  
 Bei gleichzeitiger Bestellung von Bestell-Nr. **3510** und Bestell-Nr. **3511** erhalten Sie die Bände zum Paketpreis!

● Abgabe nur zum vollen Preis.



**Verlag Handwerk und Technik GmbH**  
 Postfach 63 05 00  
 22331 Hamburg

Telefon 040 53808-200  
 Telefax 040 53808-101  
 www.handwerk-technik.de  
 vertrieb@handwerk-technik.de

**Informationsbüro mit Verlagsausstellung**  
 Lademannbogen 135 • 22339 Hamburg  
 Telefon 040 53808-0  
 Telefax 040 53808-101