



LF 02 – Demontieren, Instandsetzen und Montieren für Kfz

Inhaltsverzeichnis

Lehrplan Lernfeld 022	Grundbegriffe.....8	Hilfsstoffe.....13
Zielformulierung.....2	Aufgaben.....8	Wälzlager14
Inhalte.....2	Grundbegriffe.....8	Aufbau.....14
Motorentchnik2	Begriffe zu Gewinden und Schrauben8	Auswahl der Wälzlager.....14
aus dem Ordner Verbrennungsmotoren2	Schraubenarten9	Vergleich Zyrola und Rikula.....14
Aufbau eines Viertaktmotors.....2	Mutterarten.....9	Schmierung.....14
Viertaktverfahren.....2	Einschraubtiefen.....9	Ein- und Ausbau.....14
Kennlinien.....2	Bauformen.....9	Lebensdauer von Wälzlagern.....14
Steuerdiagramm.....2	Schraubensicherungen und Scheiben9	nominelle Lebensdauer L10.....14
pV-Diagramm.....2	Scheiben.....9	dynamische Tragzahl C.....14
Drehmoment- und Leistungskennlinie.....2	Sicherungselemente.....9	Lageranordnung.....14
Verbrauchskennfeld.....2	Einteilung nach Funktion.....9	Mathematik15
Motorbaugruppen.....2	wirksam ?.....9	Drehmoment, Hebel15
Motorsteuerung.....2	Verspannungsschaubild von Schrauben 10	z.B. Schraubenschlüssel.....15
Zahnriementrieb.....2	Normteile10	z.B. Fahrradpedal.....15
Abgasanlage.....2	Werkstoffe11	Gleichgewichtsbedingungen für mehrere Mo- mente.....15
Dichtungen am Motor.....2	Werkstoffeigenschaften (für Kfz)11	z.B. Schubkarre.....15
Prüfgeräte3	mechanisch.....11	z.B. Wippe.....15
Einteilung der Prüfverfahren3	physikalisch.....11	Kräftepaare.....15
Übersicht über die Prüfmittel3	chemisch.....11	Drehmoment – Leistung – Drehzahl16
Messgeräte.....3	feste Stoffe.....11	Kraft.....16
Hilfsmittel.....3	dichte Stoffe.....11	Drehmoment und Drehzahl.....16
Lehren.....3	korrosionsbeständige.....11	Getriebe.....16
Prüftätigkeiten.....3	brennbare und giftige.....11	Leistung.....16
Messen.....3	harte Stoffe.....11	Berechnungen.....16
Lehren.....3	Wärmeleitfähigkeit.....11	Raddrehzahl.....16
Merkmale.....3	Legierbarkeit.....11	Leistungsverlauf.....16
Messschieber4	Entflammbarkeit.....11	Dichte17
Aufbau.....4	elastische Verformung.....11	Einstieg 1.....17
Nonius.....4	plastische Verformung.....11	1001 Stahlkugeln m (V, p).....17
Ablesen mit dem Nonius.....4	Elektrische Leitfähigkeit.....11	Goldraub m (V, p).....17
(Bügel-)Messschraube5	sonstige.....11	Goldraub 2 m (V, p).....17
Aufbau.....5	Aussehen.....11	Frostschutzspindel p (V, m).....17
Ablesen des Messwertes.....5	zähe Körper.....11	Einstieg 2.....17
Steigung 1mm.....5	spröde Körper.....11	Würfel mit 1l Wasser p (V, m).....17
Steigung 0,5mm.....5	Schmelzpunkt.....11	Sektgläser.....17
Pflege von Messschrauben.....5	Siedepunkt.....11	Rechtliche Grundlagen18
Toleranzen6	Umweltverträglichkeit.....11	Produkthaftungsgesetz.....18
Toleranzen6	warmfeste Stoffe.....11	Wofür haftet.....18
Zweck.....6	Preis.....11	Wer haftet.....18
Begriffe.....6	Werkstoffeigenschaften12	Hersteller ist, wer.....18
Formeln.....6	Einteilung der Werkstoffe13	Dauer der Haftung.....18
Toleranzangaben.....6	Metalle.....13	Gewährleistung nach BGB.....18
Abmaßtolerierung.....6	Nichtmetalle.....13	fehlt noch19
Allgemeintoleranzen.....6	Verbundwerkstoffe.....13	Fertigungstechnik19
ISO-Toleranzsystem.....6	Eisenmetalle = Fe + C (+ Leg.).....13	Kleben.....19
Auswahl von Toleranzen.....7	NE-Metalle.....13	Schweißen.....19
Bohrungen und Gewinde8	Stahl [1 „Stahlnormen“].....13	Löten.....19
Grundlagen Gewinde8	Leichtmetalle [1 „“] p in kg/dm ³13	Kräfte zeichnerisch19
	künstliche Werkstoffe.....13	Fundstellen19
	Gusseisen [1 „“].....13	
	Schwermetalle [1 „NE- ...“].....13	
	Natürliche Werkstoffe.....13	

Einbauen: Lager, Einteilung Stähle, Ordner



Lehrplan Lernfeld 02

Demontieren, Instandsetzen und Montieren

1. Ausbildungsjahr von fahrzeugtechnischen Baugruppen oder Systemen

Zeitrichtwert: 80 Stunden

Zielformulierung

Die Schülerinnen und Schüler planen die Demontage, Instandsetzung und Montage einer oder mehrerer Baugruppen eines Fahrzeuges oder einer berufstypischen Anlage und führen diese durch. Sie wenden betriebliche Informationssysteme zur Planung, Durchführung und Kontrolle von Arbeitsprozessen an und nutzen insbesondere digitale Datenträger. Sie berücksichtigen gesetzliche- und Herstellervorschriften und wenden technische Kommunikationsmittel an.

Die Schülerinnen und Schüler setzen Werkzeuge, Maschinen, Werk-, Betriebs- und Hilfsstoffe funktionsgerecht ein. Bei der Demontage prüfen sie die Bauteile und Bauelemente auf Wiederverwendbarkeit bzw. Wiederverwertbarkeit. Bei der Herstellung von lösbaren Verbindungen, insbesondere den Schraubverbindungen, beachten sie die technischen Daten und Montagevorschriften. Im Zuge der Instandsetzung von Bauteilen, Baugruppen, Systemen und Anlagen führen sie die erforderlichen Arbeiten zum Umformen und Trennen von Halbzeugen durch, insbesondere Bohrarbeiten sowie Gewindeherstellungs- bzw. -instandsetzungsarbeiten. Sie wenden die Prüfgeräte zur Ermittlung von Längen, Durchmessern und Gewinden an.

Die Schülerinnen und Schüler kontrollieren, bewerten, dokumentieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse. Sie kommunizieren mit Mitarbeitern, Vorgesetzten und Kunden.

Inhalte

- Demontage-, Instandsetzungs- und Montagepläne
- Fahrzeuge, fahrzeugspezifische Bauteile, Baugruppen und Systeme
- Maschinen, Montagewerkzeuge und Werkstoffe
- Bohrungen und Gewinde
- Geräte und Verfahren zum Prüfen und Messen von Flächen, Längen und Gewinden
- Schrauben und Schraubenverbindungen
- Anzugsdrehmomente
- Korrosionsschutz
- Haftungsrecht

Motorentechnik

aus dem Ordner Verbrennungsmotoren

Aufbau eines Viertaktmotors

Viertaktverfahren

Kennlinien

Steuerdiagramm

pV-Diagramm

Drehmoment- und Leistungskennlinie

Verbrauchskennfeld

Motorbaugruppen

Motorsteuerung

Zahnriementrieb

Abgasanlage

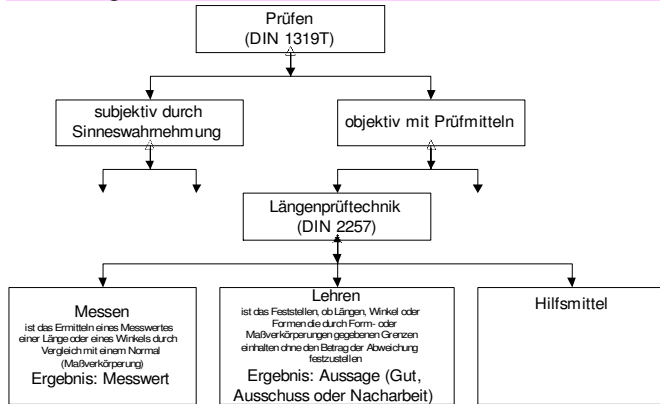
Dichtungen am Motor



Prüfgeräte

Kfz-Mechatroniker: Messschieber, Messschraube, Feinzeiger ?, Haarlineal?, Gewindelehren?

Einteilung der Prüfverfahren



Bezugstemperatur: 20 °C (DIN 102)
 Messkraft: Formänderung, Kippen
 Abnutzung des Messzeuges
 Abweichung des Messgerätes: Form und Lage der Messschnäbel, Skalen, Übersetzung.
 Ablesfehler: Parallaxe, undeutliche Skale, falsche Einheit, Skalenteilung (log. Teilung),
 Übung, Sehschärfe, Schätzung, Aufmerksamkeit
 Umwelt: Spannungsschwankungen, Erschütterungen, Beleuchtung, magnetische + elektrische
 Felder)
 sonstiges: Grat, Schmutz, Kippfehler

DIN 1319T1

- Ültg: Welche grundsätzlichen Methoden stehen dem Prüfer eines Abschlussprüfungsstückes zur Verfügung?
 Quellen: DIN Buch 11, Beuth Verlag Köln; Reichard Fertigungstechnik, 9. Auflage
 „Durch subjektive Sinneswahrnehmung oder objektiv mit Prüfmitteln feststellen, ob ein Prüfgegenstand erwartete Eigenschaften oder Maße einhält.“ (DIN 1319T1)
 Viele wichtige Sachen werden ausschließlich subjektiv geprüft: Oberfläche und Fahrverhalten eines Kfz, Lebenspartner u.v.a.m.
 In der Längenprüftechnik ist Prüfen das Feststellen, ob Prüfling der geforderten geometrischen Form entspricht, die durch Längen und Winkel gegeben ist (DIN 2257).
 Geprüft wird vor, während und nach der Fertigung. Immer soll es möglichst früh nach dem Fertigungsschritt sein, damit man die Fertigung ohne lange Totzeit korrigieren kann.
 Definitionen von Messen und Lehren gekürzt nach DIN 2257T1 11.82
 Diagramm neu, aus DIN 2257 T1 einarbeiten: Lehren und Maßverkörperungen, Bild gesondert abspeichern
 Einarbeiten:(EuroWzm) S.204
- Ültg Welche Fehler können dem Prüfer des Abschlussprüfungsstückes beim Prüfen unterlaufen?
 TA nicht mitschreiben lassen, die genannten Fehler später zuordnen lassen
 Definition Messunsicherheit • (Dutschke 1996)

Pruefen_TA_Übersicht-Pruefmittel.odt

Übersicht über die Prüfmittel

Zeitbedarf: ca 90'

Messgeräte

Wie prüft man die Länge eines Zylinderkopfes?

Anzeigende Messgeräte

- Messschieber
- Messschraube
- Messuhr
- Feinzeiger
- Universalwinkelmesser

Maßverkörperungen

- Maßstab
- Endmaße
- Fühlerlehre

Hilfsmittel

Wie misst man die Dicke einer Platte mit Messuhr ?

- Messständer
- Prismen
- Taster

Prüftätigkeiten

FO, TA Skizze Messanordnungen
 Messplatte als Unterlage, Messständer für Messuhr, Prisma für Rundheitsmessungen, RundheitsMesstisch, Taster usw.

Messen

ist das Vergleichen des Prüflings mit einem Messgerät.

Das Ergebnis ist ein Messwert.

Ein Messgerät kann alle Maße im Messbereich messen

Merkmale

- + Messwert
- + SPC-fähig
- + vielseitig
- komplizierter
- + für Einzelstücke billiger

Vertiefung

AM Zylinderkopf, Nw o.ä.

- Woher weiß der Mann am Fließband im VW-Werk in Pamplona, dass der Zylinderkopf zum Motorblock passt?
- Teilziele: Messgeräte, Lehren, Hilfsmittel, Prüftätigkeiten

Lehren

Messen von 1000 Bohrungen ist unständig, einfacherer Weg?

Grenzlehren

- Grenzlehndorn
- Grenzrachenlehre
- Gewindegrenzlehren
- Kegellehren

Formlehren

- Haarlineal
- Radienlehre
- Drehmeißellehren
- Gewindelehren
- Winkellehren
- Lehrringe

AM verschiedene Prüfmittel

AM Grenzlehndorn und Bohrplatte

Herkunft des Wortes Grenzrachenlehre



- Wie prüft man die Ebenheit des Zylinderkopfes? Lichtspaltverfahren!
- Wie prüft man Messschieber, genaue KolbenÆ, Ventilspiel usw.?

Unterschied zwischen Messen und Lehren: Welche Tätigkeiten werden durchgeführt? Wieviele Maße kann man mit einem Prüfgerät prüfen?

Lehren

ist das Vergleichen des Prüflings mit einer Lehre und Feststellen, ob eine vorgeschriebene Grenze überschritten wird.

Ergebnis ist die Aussage Gut, Ausschuss oder Nacharbeit

Eine Lehre kann nur ein Maß mit einer Toleranz lehren..

- + Aussage
- + einfache Handhabung
- kein eindeutiges Ergebnis (Taylorscher Grundsatz)

AB Übungsfragen zu Prüfmitteln

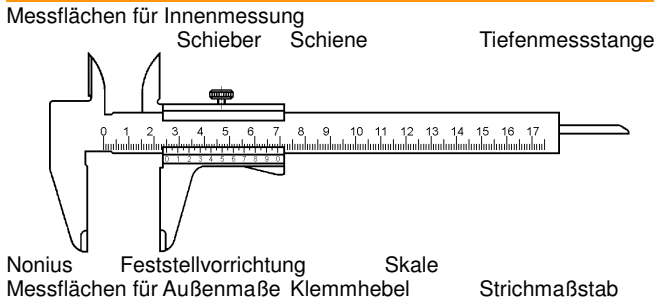
Pruefen_TA_Übersicht-Pruefmittel.odt



Messschieber

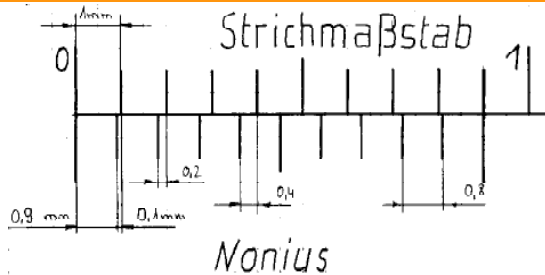
Zeitbedarf ca. 60'

Aufbau



- 1). Ein: Wdh. der Einteilung der Prüfmittel
- 2). Ültg. Welches ist das wichtigste Messzeug für den Lehrling ?
AM Messschieber aus Plexiglas
- 3). Erarbeitung der Begriffe für die Elemente des Messschiebers
Außenmaße so eng wie möglich messen wegen Kippens
Messflächen für Innenmessung gekrümmt enge Innenmaße
Skale, nicht Skala
Nonius als Ablesehilfe für Zwischenwerte macht die Messung nicht genauer
- 4). Vertiefung: Ergänze Bezeichnungen
AB Messschieber, Aufgabe 1.

Nonius



- AM Messschieber aus Plexiglas*
- 1). Welche Abstände sind auf dem Strichmaßstab markiert ? mm
- 2). Wie viele Abstände befinden sich auf dem Nonius ? 20
- 3). Wie lang ist der Nonius ? 39mm
Reduktion auf 1/10 Nonius und 9mm
TA Nonius
- 4). Wie groß sind die Teilstrichabstände auf Nonius und Skale ?
- 5). Wie groß sind die Abstände zw. den Strichen des Nonius und der Skale ?
- 6). Wo sind die Abstände, wenn die Striche von Nonius und Skale fluchten ?
vorne, müssen zu den ganzen Millimetern hinzu gerechnet werden werden
AM Messschieber aus Plexiglas
FO Messschieber mit verschiedenen Nonien
- 7). Übungen

Ablesen mit dem Nonius

- ganze mm vor dem Nullstrich des Nonius zählen
- fluchtenden Strich des Nonius finden und Bruchteile von mm ermitteln
- ganze mm und Bruchteile addieren

- 8). Jeder Schüler liest wenigstens einen Messwert
AM Messschieber aus Plexiglas

Vertiefung

AB Messschieber, Aufgabe 2

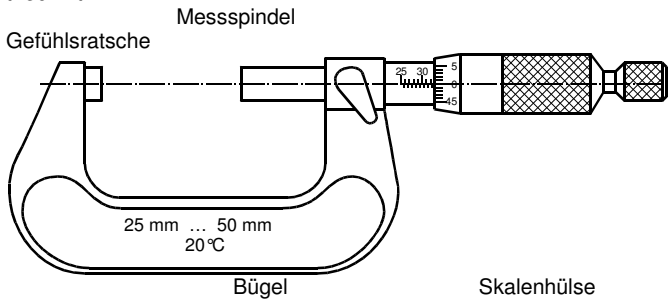


Zeitbedarf ca. 30'

(Bügel-)Messschraube

Aufbau

Messamboss Feststelleinrichtung Schnelltrieb mit



Skalentrommel Messbereich Bezugstemperatur Wärmeisolierung

Ablezen des Messwertes

Steigung 1mm

Steigung 0,5mm

- ganze und halbe mm auf der Skalenhülse ablesen
- 1/mm auf der Skalentrommel ablesen
- ganze mm und Bruchteile addieren

Vertiefung

Pflege von Messschrauben

Messschrauben immer auf Holz oder ein Tuch ablegen.
Messschrauben keiner Wärmestrahlung (z.B. Heizung, Sonne) aussetzen.
Nur mit sauberen Händen anfassen.

1). Ein: Welches Messzeug nimmt man, wenn der Messschieber nicht genau genug ist

AM Bügelmessschraube

2). Erarbeitung der Begriffe für die Elemente der Bügelmessschraube

- Ein Amboss ist ein Gegenhalter
- Eine Spindel erzeugt Vorschub aus Drehbewegung
- Skalenhülse zum Ablesen ganzer und halber mm
- Skalentrommel zum Ablesen von 1/100mm (Eselsbrücke: die Trommel ist drehbar wie beim Trommelrevolver).
- Gefühlsratsche zur Begrenzung der Messkraft (Messschraube zu stark anziehen und einen Schüler den negativen Wert ablesen lassen)
- Bezugstemperatur gilt für jede Messung
- Wärmeisolierung gegen Handwärme, Messschraube nicht in die Hosentasche

3). Vertiefung: Ergänze Bezeichnungen

AB Bügelmessschraube, Aufgabe 1,

AM Schraube und Mutter M32, Lage von Schraube / Mutter mit Kreide markieren

Der Abstand zwischen zwei Gewindespitzen sei 1mm.

1). Wie weit bewegt sich die Schraube bei einer, 1/2 usw. Umdrehung ?

2). Aufbau des Messeinrichtung einer Messschraube:

Skalenhülse zeigt ganze mm an, Skalentrommel 1/100 mm

3). Übungen: jeder Schüler wenigsten 1 Messwert

AM Skalenhülse auf die Tafel zeichnen, Skalentrommel aus Pappe mit 1/100-Teilung

1/100-Teilung ist schwer zu lesen (vgl. Pappmodell), deshalb verwendet man Messspindeln mit P=0,5mm und 1/2-mm axiale Bewegung je Umdrehung.

4). Wie muss deshalb die Skale der Hülse erweitert werden ?

Es muss eine Markierung für die 1/2-mm ergänzt werden

TA Skalenhülse ergänzen

5). Wie viele Teilstriche sind jetzt für 1/100-Teilung nötig ?

Nur noch 50, weil jede Umdrehung nur noch 50/100mm bewegt.

AM Skalentrommel aus Pappe mit 1/50-Teilung einführen

6). Übungen: jeder Schüler wenigsten 1 Messwert

AM Skalenhülse auf die Tafel zeichnen, Skalentrommel aus Pappe mit 1/50-Teilung

AB Messschraube, Aufgabe 2

1). An Hand des Lückentextes in

AB Messschraube, Aufgabe 3

Nach Gebrauch mit weichem Lappen säubern und leicht einfetten.
In besonderem Holzkasten aufbewahren.



Toleranzen

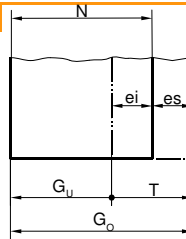
Toleranzen

Zweck

weil zu genaue Teile zu teuer sind und zu ungenaue Teile nicht funktionieren

Begriffe

Beispiel Welle $\varnothing 40^{+0,2}_{-0,1}$



- 40 N Nennmaß
- 40,2 G_o oberes Grenzmaß, Größt-, Höchstmaß
- 39,9 G_u unteres Grenzmaß, Kleinst-, Mindestmaß
- +0,2 es, ES oberes (Grenz-)Abmaß, (veraltet: A_o)
- 0,1 ei, EI unteres (Grenz-)Abmaß, (veraltet: A_u)
- Größbuchstaben für Außenmaße u.u.
- 0,3 T Toleranz

Formeln

$$G_o = N + ES \quad G_u = N + EI$$

$$40,2 = 40 + 0,2 \quad 39,9 = 40 + (-0,1)$$

$$T = G_o - G_u \quad T = ES - EI$$

$$0,3 = 40,2 - 39,9 \quad 0,3 = 0,2 - (-0,1)$$

Toleranzangaben

Abmaßtolerierung z.B. 10±0,1

leicht lesbar, (zu) vielseitig

Allgemeintoleranzen z.B. Maß 30
→ TabB **Schriftfeld DIN ISO 2768m**

DIN 2768 (neu) DIN 7168 (veraltet)
f, m, g, sg f, m, c, v (Toleranzklassen)
Bedeutung der Abkürzung der Toleranzklassen nur im Notfall anschreiben
für Maße ohne besondere Funktion

ISO-Toleranzsystem z.B. 30h6

30 Nennmaß
h6 Toleranzklasse
6 Toleranzgrad

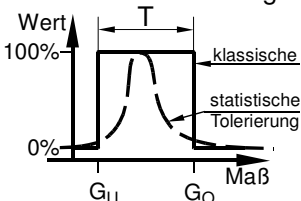
gibt die Größe der Toleranz abhängig vom Nennmaß an und ist ein Maß für Fertigungsaufwand und Kosten (unabhängig vom Nennmaß !)

h Lage der ISO-Toleranzfelder

Größbuchstaben für Innenmaße, z.B. Bohrungen
Kleinstbuchstaben für Außenmaße, z.B. Wellen
- H/h beginnt beim Nennmaß Richtung Spiel
- JS/js sind symmetrisch zum Nennmaß

Merkmale des ISO-Toleranzsystems

- Funktion und Aufwand (Preis) sind gut erkennbar
 - gewollt eingeschränkte Auswahl
- ⇒rationellere Fertigung



Klassische Toleranzen sind weiterhin gültig für Einzelteilfertigung, aber nicht mehr ausreichend für Serienfertigung → 6-σ, SPC, statistische Tolerierung,

FO Schließzylinder, Schließzylinder aus Türschloss ausbauen lassen

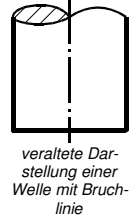
- 2) Wie genau kann man ein Maß des AM fertigen ?
- 3) Warum fertigt man nicht grundsätzlich so genau wie möglich ?
- 4) Warum lässt man den Hersteller nicht so billig wie möglich produzieren ?
Dann lässt er seine Maschine laufen und verschleiben bis der Sechskant rund ist.

EuroTabM], [HJTabKfz] „Toleranz“

TA Offline

5) Hinweise zum technischen Zeichnen, je nach Stand in AP und verfügbarer Zeit als Erklärung während des Skizzierens des TA oder als Wiederholungsfragen

Wellen werden mit einer Freihandlinie geschnitten (früher Bruchschleife) und alle Durchmessermaße werden mit \varnothing gekennzeichnet (früher nur, wenn die Form nicht als Kreis erkennbar war). Maßpfeile schlank, Mittellinie schmale Strichpunktlinie, Maßlinien und Maßhilfslinien schmale Volllinien, nur sichtbare Kanten als breite Volllinien.



Im Zuge der Europäisierung der Normen wurden in den letzten Jahren die genormten Begriffe geändert. Da in der Praxis alle Begriffe durcheinander verwendet werden, müssen die Schüler alle Begriffe passiv verstehen. Es ist mir gleich, welche Begriffe sie aktiv verwenden. Die in beiden aktuellen TabB verwendeten Begriffe sind unterstrichen.

Eselsbrücke: Innenmaße (z.B. Bohrungen) sind meist etwas größer als Außenmaße (z.B. Wellen), deshalb verwendet man dafür Großbuchstaben.

Für Außenmaße verwendet man bei Abmaßen und ISO-Toleranzen Kleinbuchstaben (ei, es) und bei Innenmaßen Großbuchstaben (EI, ES). (ei = écart inférieure bzw. es = écart supérieure [Roloff/Matek 1995] oder extreme inferior / superior [Decker 2009]) Vorzeichen beachten !

6) Wie berechnet man G_o, G_u und T im allgemeinen Fall ?

7) Ültg: die Tolerierungsart aus dem Leitbeispiel

In praktischen Zeichnungen selten angewendet ?
Der Konstrukteur ist in der Wahl der Toleranz nicht eingeschränkt. Da aber z.B. bei Bohrungen für jedes Toleranzfeld eine spezielle Reibahle nötig ist, kann dies teuer werden.

8) Ültg: Welche Toleranzen haben Maße, die nicht toleriert sind
Für allgemeine Maße, die keine besondere Toleranz erfordern. Freimaßtoleranzen ?

EuroTabM], [HJTabKfz] „(Allgemein-)Toleranzen“

Erstmalige Arbeit mit dem Tabellenbuch: Hinweis auf Inhalts-, Stichwort- und DIN-Nummernverzeichnis; Seite suchen lassen, Frage nach Toleranzklassen f, m, c, v
Auch hier Europäisierung der Normen, jetzt in Englisch (fine, middle, coarse, very coarse). Die Toleranzen der Normen unterscheiden sich nur in den Klassen v / sg bei N>120mm.

Allgemeintoleranzen zu unflexibel, Abmaßtolerierung zu aufwendig und zu vielseitig ! Weitere Möglichkeit der Tolerierung siehe Zeichnung. Mbm: keine Herleitung

EuroTabM] „Toleranzklassen“

9) Bedeutung von 30h6 = 30-0,013; Ablesebeispiele aus dem TabB

10) Vergleiche die Toleranzen k6, j6, J6 usw. für das Nennmaß 30mm.

11) Vergleiche die Toleranz mit den IT-Grundtoleranzen

EuroTabM] „Grundtoleranzen“

12) Welche qualitative und wirtschaftliche Aussage macht der Toleranzgrad ?

13) Welche Aufgabe hat der Buchstabe ?

FO Lage der ISO-Toleranzfelder

Nur TG bei ausreichender Zeit:

Tragen Sie alle Toleranzen (Nennmaß 10mm, Toleranzklasse 6) in ein Diagramm (y-Achse Abmaße von -30µm bis +30µm, Nulllinie = Nennmaß, x-Achse Toleranzfeldlage A (a) bis Z (z) ein.

An der Zahl kann man Aufwand und Kosten ablesen, an dem Buchstaben die Funktion. Toleranzklassen AA ... ZZ und 0 ... 12 decken die kleinen Toleranzen weitgehend ab.

Warum sind im TabB nur einige Toleranzen abgedruckt, darunter einige fett ⇒ Fußnote „Die fett gedruckten Toleranzklassen ... sollen bevorzugt verwendet werden“. Durch die Einschränkung der verwendeten Toleranzen werden z.B. nicht alle möglichen Bohrungen für Konstruktionen verwendet, dadurch benötigt man weniger Bohrer und Lehren.

EurM50, S.34 „Toleranzklasse“ Anwendungsgebiete:

Diagramm vorgeben, Qualitätskurve entwickeln

Alle herkömmlichen Tolerierungssysteme gehen davon aus, dass ein Teil innerhalb der Toleranzen seine Funktion zu 100% und außerhalb der Toleranzen zu 0% erfüllt. (Schüler im 1. Lehrjahr haben Schwierigkeiten dies zu begreifen.)

Taguchi weist jedem Maß eine Qualität zu, die abhängig vom Abstand des Maßes zu einem Mittelwert ist. Für die Tolerierung könnte z.B. Verteilungsart, Mittelwert und Standardabweichung gefordert werden. Dieses System toleriert zwar einzelne Ausreißer, erlaubt aber nicht ein Los an der Toleranzgrenze. Dieses Verfahren entspricht eher modernen Fertigungs- und QS-Verfahren ohne wesentliche Beeinträchtigung der Qualität des Gesamtsystems.

Vertiefung

4B Übungen zu Toleranzen und Passungen für TG



Bohrungen und Gewinde

Grundlagen Gewinde

Grundbegriffe

Aufgaben

Befestigen

- für lösbare Verbindungen
- Erzeugung großer Kräfte

Bewegen

- wandelt Dreh- in Längsbewegung
z.B. Leitspindel einer Drehmaschine, Schraubstockspindel, Wagenheber, Scheinwerfereinstellschrauben, Vergaserdüsen

Dichten, z.B. Ölablassschrauben, Armaturen

Einstellen, z.B. zum Ausrichten von Geräten, Instrumenten

Messen, z.B. Bügelmessschraube

Spannen, z.B. Spannschloss

ca. xx' Zeitbedarf

FO „Wer war das?“

- 1) Wie kann das Malheur behoben werden ?
- 2) Wichtigstes und vielseitigstes Fügeverfahren ?
Wdh.: 6 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren
- 3) Welche Aufgaben können Gewinde haben ?
Alternative (kommt aber später nochmal):

FO antike Gewindebohrmaschine (für Trotten)

1) Texte abdecken: Worum handelt es sich ?

FO Wasserhahn

Befestigungsgewinde sind eingängige Spitzgewinde, weil kleine Steigungswinkel α und große (= flache) Flankenwinkel große Reibung bewirken und sich deshalb schwerer lösen (s.u.)
Steigungswinkel $< 6^\circ$ bewirkt Selbsthemmung
Bewegungsgewinde haben große Steigungen und kleine (= steile) Flankenwinkel für geringe Reibung, häufig mehrgängig für große axiale Bewegungen. Es sind meist Trapez- und Sägegewinde: die flache Oberkante (keine Spitzgewinde) verbreitert den Gewindegang (größere Festigkeit) und erhöht die Steigung (geringe Reibung).
z.B. Spindeln in Drehmaschinen, Ventilen, Spindelpressen, Schraubenwinden, Schraubstöcken und Schraubzwingen. In Werkzeugmaschinen werden inzwischen meist Kugelgewindespindeln verwendet, weil diese spielfrei sind.

AM Kugelgewindespindel,

Grundbegriffe

Wiederholen der Aufgaben, Erarbeiten der Begriffe durch Schüler

AB Gewinde und Schrauben Grundbegriffe

Quellen: [Bosch 21]; [EuroM]; [EuroTabM]; [Klingelberg 1967]; [Roloff/Matek 1995]; Werkzeug-Katalog Hengst 1992; Katalog Drehwerkzeuge, Sandvik Coromant, Dez. 1995; Basis Metall, Stam-Verlag, 1. Auflage 1992;

Vertiefung

ME_TA_Gewinde-Grundlagen.odt

Begriffe zu Gewinden und Schrauben

Inhaltlich siehe folgenden TA

Erarbeitung anhand

Schrauben_Arbeitsauftrag_Plakat_FO



Schraubenarten

Sechskantschrauben
mit Regel- bzw. Feingewinde und für Stahlbau

Passschrauben
Einzige Schraubenart zur Aufnahme von Querkraften

Zylinderschraube mit Innensechskant
für hochbeanspruchte Verbindungen bei geringem Raumbedarf (leichteste Bauweise).

Zylinderschraube usw.
Senkschrauben und Linsensenkschrauben mit Schlitz oder Kreuzschlitz
Blehschrauben, Bohrschrauben, Vierkantschrauben
Stiftschrauben

Gewindestifte

Gewindefurchende Schrauben

Dünnschaftschrauben

Dehnschrauben

besonders geeignete für dynamische Belastungen

Mutterarten

Festigkeitsklasse der Mutter \geq der Schraube

Einschraubtiefen

Einschraubtiefe y in Stahl 0,8xd bis Festigkeitsklasse 4.6, ab 4.8 y \geq 1,2x d ab Festigkeitsklasse 4.8 (Richtwert aus Roloff/Matek13 TB 8-15).
Feingewinde müssen tiefer eingeschraubt werden.

Bauformen

Sechskantmuttern

Sechskantmutter mit niedrigem Kopf

z.B. M8-05 für Muttern mit m = 0,5..0,6xd
wie oben, aber Gewinde kann vorher ausreißen

Sechskantmuttern mit Klemnteil und weitere Formen

Kronenmuttern

Hutmuttern

Ringmuttern

Blechmuttern

Ergänzen im AB

Schraubensicherungen und Scheiben

Scheiben

schützen Schraube und Werkstück voreinander

Sicherungselemente

verhindern selbsttätiges Losdrehen der Schraube

Einteilung nach Funktion

mitverspannt federnd

selten zweckmäßig

formschlüssig

- nicht mitverspannte
- verspannt

kraftschlüssig (klemmende)

- üben zusätzliche axiale oder radiale Anpresskraft auf die Gewindeflanken

sperrend

- verhindern Losdrehen durch Verzahnung

stoffschlüssig

Selbsthemmung: TabBStam S.33

2 **Besprechung anhand**

EuroTabM "Schrauben" Übersicht

3

Bsind im Maschinenbau die gebräuchlichsten.

zur Lagesicherung von Bauteilen.

Beachte die Toleranz des Durchmessers ist k6 (Übermaß !):

Maße usw. siehe weiter hinten: EuroM39 S.179

Schrauben sonst nie auf Scherung belasten

Mit versenktem Kopf sehen sie gut aus und können mit Schutzkappen gegen Verschmutzung und Korrosion versehen werden.

vielseitige Verwendung in Maschinen-, Fahrzeug- und Apparatebau.

Hinweis: auf Wandel der Normen (siehe detailliertere Beschreibung). Zahlreiche Normen werden z.Zt. auf Euronorm umgestellt.

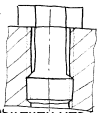
wenn ein Lösen der Verbindung häufig erforderlich ist, das Innengewinde aber möglichst geschont bleiben soll (z.B. Gehäuseteile von Motoren, Getrieben, Turbinen usw.).
Kräftiges Verspannen des kurzen Einschraub-Endes verhindert Mitdrehen beim Anziehen und Lösen der Mutter.

mit verschiedenen Kopfformen dienen hauptsächlich der Lagesicherung (z.B. Radkränze, Lagerbuchsen usw.)

Hinweis: Festigkeitsklassen 14H bzw. 22H

Blehschrauben ?

Sind für durchgängige Gewinde in 2 Platten geeignet. Sie sind in diesem Fall unverlierbar, weil sich die Platten verschieben, wenn sich die Schraube gelöst hat.



Überleitung zum Verspannungsdiagramm.

Ein Versagen der Schraubenverbindung kann durch Bruch der Schraube oder Abstreifen des Gewindes geschehen. Zweites tritt allmählich auf und ist daher schwierig feststellbar. Um versteckte Schäden zu vermeiden, werden Schraubenverbindungen so ausgelegt, dass Versagen zum Bruch der Schraube führt.

siehe EuroTabM39 S175

Ein Versagen der Schraubenverbindung kann durch Bruch der Schraube oder Abstreifen des Gewindes geschehen. Zweites tritt allmählich auf und ist daher schwierig feststellbar. Um versteckte Schäden zu vermeiden, werden Schraubenverbindungen so ausgelegt, dass Versagen zum Bruch der Schraube führt.

Besprechung anhand

EuroTabM39 S186f

voll belastbar

14H: Härte 140HV, wenn keine besonderen Belastungen vorliegen, hier für kleine Durchmesser

Hinweis: für Gewinde über M39 ist das System Festigkeitsklassen nicht genormt, siehe auch Festigkeitsklassen von Muttern weiter oben.

zur Sicherung

zum Sichern mit Durchstecksplinten, bei starkem Rütteln (z.B. Nfz, Hubschrauber usw.)

schließen Verschraubung ab, sichern Gewinde, verhindern Verletzungen

als Transportösen

Hinweis: keine Angabe der Festigkeitsklasse, sondern des Werkstoffes

[Steinhilper 2007 I]

Anwendung: sehr weiche Werkstoffe der verschraubten Teile, für raue oder unbearbeitete Oberflächen, für Oberflächen, die nicht beschädigt werden dürfen.

Scheibenformen, -härten usw. siehe Roloff/Matek13 s.176

Im Großmaschinen- und Stahlbau auch durch Verformen des Gewindeüberstandes (Meißelhieb)

AB Roloff/Matek13 TB 8-15

wirksam ?

bei dynamischer Belastung

unwirksam

unwirksam ab 8.8

radial: Verliersicherung

axial: unwirksam

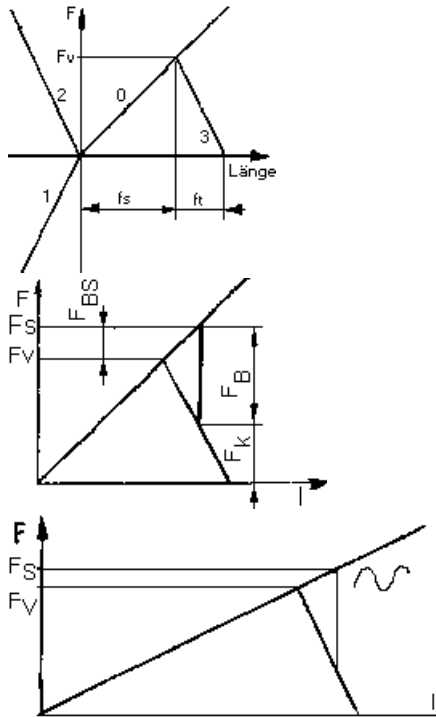
wirksam bis etwa 60HRC

- wirksam



Verspannungsschaubild für Kfz optional

Verspannungsschaubild von Schrauben
Kraft-Verlängerungs-Diagramm)



4 Regie
5 Regie

Befestigungsschrauben werden nur dann berechnet, wenn größere Kräfte zu übertragen sind und ein etwaiger Bruch schwer wiegende Folgen haben kann (z.B. bei Kraftmaschinen), wenn die Verbindung unbedingt dicht sein muss (z.B. bei Druckbehältern), oder nicht rutschen darf (z.B. bei Kupplungen) oder wenn eine „gefühlsmäßige“ Auslegung zu unsicher ist. [Roloff/Matek7 S160f].
Das Verspannungsdiagramm soll hier nur dem Verständnis von Schraubenverbindungen allgemein und Dehnschrauben im Besonderen dienen.

Skizze Schraube, die eine Feder zusammendrückt.

Wenn die Schraube zusätzlich belastet wird, dehnt sie sich weiter. Da die Schraube länger wird, entspannt sich auch die Platte, die anschließend nicht mehr mit der Vorspannkraft auf die Schraube drückt. Die Schraube wird also nicht mit der ganzen zusätzlichen Kraft belastet, sondern nur mit einem Anteil FBS davon.

FB ist die zusätzliche Last

FS ist die neue Gesamtbelastung der Schraube

FK ist die verbleibende Klemmkraft, die genügend Reibung erzeugen muss, um alle Querkkräfte aufzunehmen.

In der Regel können Schrauben, die wegen ihrer Kerben besonders empfindlich sind, wesentlich mehr statische (unveränderliche) als dynamische (veränderliche) Spannungen aushalten. Für geringere dynamische Betriebslasten akzeptiert man also höhere Vorspannkraft. Bloße Vergrößerung der Vorspannung bei gleicher Schraube ergibt aber keine Änderungen der Betriebslast. Diese Überlegungen führten zur Entwicklung von Dehnschrauben.

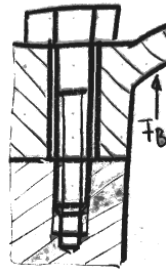
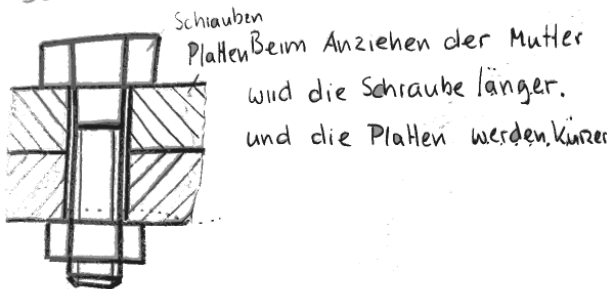
Dehnschrauben haben einen kleineren Querschnitt und dadurch eine flachere Federkennlinie. Bei gleicher Vorspannkraft sind sie zwar mit größeren Spannungen belastet, aber sie nehmen einen kleineren Anteil der Betriebslast auf, weil sie sich stärker ausdehnen und dadurch die Platte stärker entlastet wird. Dies ist besonders vorteilhaft bei dynamischer Belastung. Zudem entfallen die Gewindekerben am engsten Querschnitt.

Vergleiche Bungeespringen - Dehnschrauben

Ein dünneres Seil vermindert den Ruck = geringere dynamische Belastung. Natürlich müssen Festigkeit und Bremsweg gegeben sein.

Vertiefung

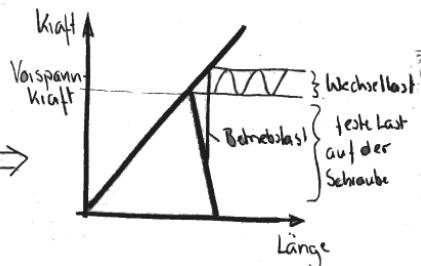
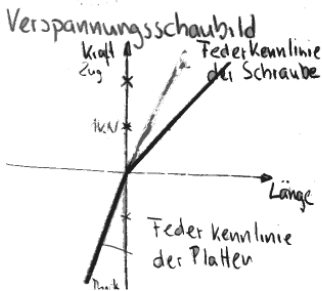
Schraubenverbindungen



ME_TA_Schrauben-Verspannungsschaubild.odt
z.B. Zylinderkopf

Wenn auf die Schraubverbindung eine Betriebslast F_B gebracht wird
- wird die Schraube ~~mehr~~ belastet und länger
- dadurch kann sich die Platte ausdehnen und entlastet die Schraube teilweise

Bauteile können feste Lasten wesentlich besser aushalten als Wechsellasten.



Dehnschrauben sind dünn, haben eine flachere Kennlinie und können so die Wechsellasten im Zylinderkopf besser aushalten

Normteile

Erarbeitung anhand

Norm_AB_01 und Norm_AB_02

Sonderschrauben für den maschinenbau_FO

Kundenauftrag 5: Motorinstandsetzung: Systemanalyse Schraubenverbindungen [Quelle ?] Beispiel?

Vertiefung



Werkstoffe

Recycling von Polymeren: mot 13/1997

Technologische Werkstoffeigenschaften (Umformbarkeit, Schweißbarkeit, Zerspanbarkeit, Gießbarkeit) sind nicht im Lehrplan 1BFMK enthalten!

Einleitung

Anordnung der Bauteile um den Brennraum und Kurbeltrieb aus (Kolben,) Kolbenbolzen, Pleuel und KW an Hand des OH-Modells Viertaktmotor ohne Ventile und eines Kolben mit Pleuel zeigen, Zustände im Brennraum schildern (Verbrennungstemperaturen bis 2000 °C, Drücke bis 60 bar =2 Mercedes = 30kN bei Ø80mm)
Welche Eigenschaften muss ein Kolbenwerkstoff haben, um dies auszuhalten?

Werkstoffeigenschaften (für Kfz)

mechanisch

Warum Motor nicht aus Kunststoff?
Bindfäden ziehen, Styropor drücken: ist das hart oder fest?

feste Stoffe

verformen bzw. brechen schwer

Festigkeit ist Widerstand gegen Verformung und Trennung

Zugfestigkeit

z.B. Pleuel beim Ansaugen

Druckfestigkeit

z.B. Kolben

Knickfestigkeit

z.B. Pleuel beim Arbeitstakt (Form)

Biegefestigkeit

Schalthebel, Achse (Cu?)

Torsionsfestigkeit

Kardanwelle (Cu?)

Scherfestigkeit

z.B. Kolbenbolzen (Cu, Al?)

Windschutzscheibe aus Plexiglas?

Mit dem Messer gegen Scheibe, Tisch und Tafel stoßen: ist das hart oder fest?

harte Stoffe

lassen andere Körper schwer eindringen, sind verschleißfest und spröde

z.B. Lack, Zylinderlaufbuchse, Lagerflächen, Nw-Laufbahnen

Federn aus Kunststoff oder Kupfer?

elastische Verformung

federt zurück

plastische Verformung

bleibt bestehen

Kotflügel aus Glas?

zähe Körper

verformen statt zu brechen

spröde Körper

brechen fast ohne Verformung

Warum laufen Versuchsmotoren aus Keramik, aber nicht aus Kunststoff?

warmfeste Stoffe

behalten ihre Eigenschaften bei hohen Temperaturen

physikalisch

Warum Kolben aus Al statt aus GG, Tank aus Kunststoff statt Blech, Felgen aus Mg statt St?

dichte Stoffe

sind schwer bei geringem Volumen

z.B. Schwermetalle

Kühlerrohre aus Kunststoff?

Wärmeleitfähigkeit

Die Ober- und Unterkanten eines Kühlers bestehen inzwischen aus Kunststoff wegen der Gewichtersparnis.

Kabel (Leiter) aus Kunststoff?

Elektrische Leitfähigkeit

Ag hat höhere Leitfähigkeit, ist aber zu teuer. Al hat etwa 30% weniger Leitfähigkeit und 70% weniger Dichte, wäre pro Leitfähigkeit als leichter und billiger, ist aber weniger verformbar.

Auspuffkrümmer aus Kunststoff?

Schmelzpunkt

Warum steht das Kühlwasser unter einem geringen Überdruck? Vgl Dampfkochtopf.

Siedepunkt

chemisch

Vorteil von Kunststoffkarosserien?
Warum keine Alfa Romeo kaufen?

korrosionsbeständige

Stoffe werden von Sauerstoff und Chemikalien weniger angegriffen

Rost am Blech durch Feuchtigkeit, gefördert durch Salz.
Korrosion auch durch Batteriesäure.

Warum wollen manche Leute keinen Tank aus Kunststoff? Warum trägt Schumi einen Rennanzug aus Baumwolle?
Warum soll man sich Öl bald und Hydrauliköl sofort abwaschen, bzw. sogar zum Arzt?

brennbare und giftige

Stoffe sind gefährlich

z.B. Kraftstoff, Öle, Brems- und Kühlflüssigkeit, Bremsbeläge mit Asbest

Legierbarkeit

Entflammbarkeit

sonstige

Warum verchromte Stoßstangen und Metallic-Lack, Uhren aus Titan?

Aussehen

Warum Katalysator?

Umweltverträglichkeit

Und die wichtigste Eigenschaft? Viele Schüler mögen rote Ferrari und fahren rostige Golf.

Preis

Blattaufteilung vorgeben.

Adjektive verkürzen die Formulierungen, Vereinfachungen sollen das Verstehen erleichtern

Festigkeit

Die Festigkeitsarten an 6 Kreidestücken zeigen, (Lasche für die Scherung), Biegung und Knickung mit Schweißdraht verdeutlichen; anschließend drillmäßig wiederholen. Unterscheidung Achse-Welle-Bolzen? Mit einem geknickten Karton Knickfestigkeit und Formfestigkeit zeigen

Dichte

Einem Schüler erst einen Klotz Roheisen, dann einen Klotz Wolfram in die Hand legen, Achtung: keine Unterlage!
Schweißdraht ohne und mit Gewicht, schnell hin- und herbewegen und die Bedeutung geringer Massen bei oszillierenden Teilen zeigen

Härte

Der härtere Stoff bzw. nur der Härte dringt ein.

Wärmeleitfähigkeit

Versuch: Wenn man eine glühende Zigarette gegen ein Stück Stoff drückt, gibt es ein Loch. Wenn man mit der glühenden Zigarette durch den Stoff gegen ein Fünfmark-Stück drückt, wird die Wärme abgeleitet, es gibt nur einen Brandfleck.

Elastizität / Plastizität

Vollgummiball vor die Schüler auf den Boden werfen, anschließend dasselbe mit dem Plastilinball.

Werkstoffeigenschaften sind nicht zu 100% oder zu 0%, sondern in verschiedenen Ausprägungen vorhanden.

Seitenumbruch

Beachte die Formulierungen teilweise, kaum, weniger usw.

Werkstoffeigenschaften

Details siehe TA.doc

1a) Einleitung (kürzer)

Glühbirne: Welche Eigenschaften benötigt der Glühfaden ?

1b) Einleitung (zu lang)

Anordnung der Bauteile um den Brennraum und Kurbeltrieb aus (Kolben,) Kolbenbolzen, Pleuel und KW an Hand des OH-Modells Viertaktmotor ohne Ventile und eines Kolben mit Pleuel zeigen, Zustände im Brennraum schildern (Verbrennungstemperaturen bis 2000 °C, Drücke bis 60 bar ≈ 2 Mercedes = 30kN bei Ø80mm)

Welche Eigenschaften muss ein Kolbenwerkstoff haben, um dies auszuhalten?

2) Kleingruppenarbeit 10'

AB Werkstoffe für Kfz und ihre Eigenschaften

- je Gruppe 2, 3 oder 4 Aufgaben (eher weniger)
- sammeln der Ergebnisse auf Folie

(Fertigungs-)Technische Werkstoffeigenschaften (Umformbarkeit, Schweißbarkeit, Zerspanbarkeit, Gießbarkeit) sind nicht im Lehrplan enthalten!

3) Sammeln und ordnen der Werkstoffeigenschaften

- TA MM nicht mitschreiben lassen, Platz lassen für Definitionen

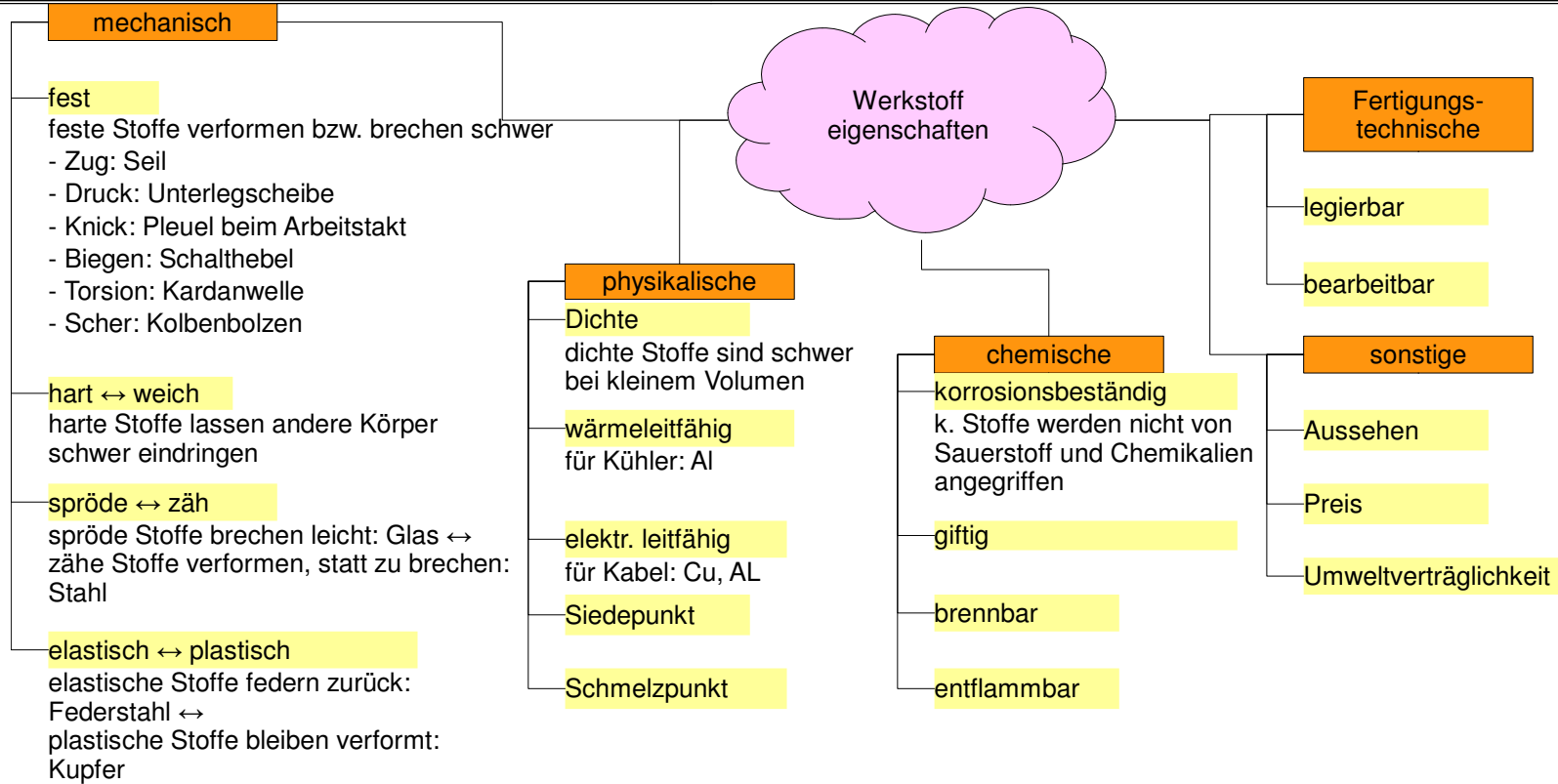
4) TA abschreiben

5) Definition der Eigenschaften, Versuche usw.

- TA ergänzen

6) Schlussfolgerung:

- Beachte die Formulierungen teilweise, kaum, weniger usw.



Werkstoffeigenschaften sind nicht zu 100% oder zu 0%, sondern in verschiedenen Ausprägungen vorhanden.

Vertiefung

AB Werkstoffeigenschaften

Werkstoff_TA_Eigenschaften.odt





Einteilung der Werkstoffe	Metalle	Nichtmetalle	Verbundwerkstoffe
Eisenmetalle = Fe + C (+ Leg.)	NE-Metalle		AM, Skizzen
Stahl [1 „Stahlnormen“]	Leichtmetalle [1 „ρ in kg/dm³“]	künstliche Werkstoffe	Hartmetall Ventilsitzringe [3 „-“]
Einsatzstahl [1], Nitrierstahl [] für verschleißfeste Oberfläche [1] z.B. Achsschenkelbolzen, Federbolzen, Getriebe- welle, Getriebezahnrad, Kolbenbolzen, Nw, Kw [2]	Mg Magnesium [1] ρ = 1,8 z.B. Kolben, Felgen in Sportwagen; niedrig belaste- te Teile in Pkw, Saugrohr bei DB (mehrere Halb- schalen reibverschweißt) Getriebegehäuse beim Käfer	Papier z.B. Kraftstofffilter [2], Dichtungen	Reifen aus Kautschuk/Kunststoff, Stahl, Gewebe
Vergütungsstahl [] für hochbeanspruchte Teile [1] z.B. Achsschenkel, Gelenkwelle, Hinterachswelle, Kurbelwelle, Längs- und Querlenker, Lenkgestänge	Al Aluminium [1] ρ = 2,7 leicht, fest, gut verarbeitbar, korrosi- onsfest z.B. Bremsbacken, Kolben, Kupplungsgehäuse, Öl- wanne, Rad, Felge, Zylinderblock, -kopf, [2]	Kunststoff alles mögliche mit geringer Festigkeit und Tem- peraturbeständigkeit	Verbundglas Keilriemen
Ventilstahl, Federstahl usw. [] für besondere Aufgaben [1] z.B. Aus-/Einlassventil, Federn Ventiltfedern, [2]	Ti Titan [1] ρ = 4,5 z.B. Armbanduhr, Flugzeuge; nach [1] ein Schwer- metall	Glas durchsichtig, verschleißfest	CFK, GFK Kohle- oder glasfaserverstärkte Kunststoffe, zur Ge- wichtersparnis
Baustahl [1] für nichts besonderes z.B. Bremsbacken, Rahmen [2]		Keramik z.B. Zündkerze,	Verbundguss z.B. AL-GG-Verbundguss für Bremstrommeln oder Zylinder [2], Mopedzylinder
Gusseisen [1 „-“] z.B. Auspuffkrümmer, Bremstrommel, Kurbelwelle, Nockenwelle, Ventilführung, Ventilsitzring, Zylinder, -buchse, -block, -kopf, Gusseisen, [2]	Schwermetalle [1. „NE- ...“]	Natürliche Werkstoffe	Genügen diese Stoffe zum Herstellen und Betrei- ben?
Kugelgraphitguss z.B. Brems Scheibe, [2]	Zn Zink ρ = 7,13 z.B. K-pumpen-, Vergasergehäuse [2], Korrosions- schutz	Holz z.B. Innenausbau, früher tragende Karosserien- schutz	Hilfsstoffe zum Bearbeiten oder Betreiben
Temperguss z.B. Bremsbacken, Bremstrommel, [2]	Cr Chrom ρ = 7,2 z.B. Stoßstangenbeschichtung, [2]	Leder z.B. Sitzbezüge	Treib- und Schmierstoffe
Schleuderguss z.B. Kolbenringe, [2]	Sn Zinn ρ = 7,3 z.B. Kühler, [2] Lager, sonst kaum noch im Kfz FO Verzinnen von	Asbest z.B. Bremsbeläge, Abschirmung des Auspuff hitzebeständig, krebserregend	Schutzmittel z.B. Lacke
Stahlguss z.B. Anhängerkupplung, Brems Scheibe, Bremstrom- mel, Radstern, [2]	CuZn (Messing) ρ = 7,5..8,8 z.B. Kühler, [2] Lager, sonst kaum noch im Kfz	Naturfasern Reifen, Textilien, Dichtungen (Hanf-Dichtung für Saurer)	Reinigungsmittel
	CuSn (Bronze) ρ = 8,4..8,7 z.B. Ventilführung, [2], Ventilsitzringe	Kautschuk, Gummi Reifen, meist durch Kunststoff ersetzt; Hilfsfe- dern und Anschläge, weil Naturgummi beson- ders elastisch ist.	Sprengstoff z.B. Airbag
	Cu Kupfer ρ = 8,9 z.B. Kühler [2], Kabel Für Kabel, weil es billiger als Ag und zäher als Al ist.		Schleif- und Poliermittel Kühlschmierstoffe
	Ni Nickel ρ = 8,91 z.B. Legierungselement, Batterie		
	Pb Blei ρ = 11,3 z.B. Batterie, Lager		
	Au Gold ρ = 19,3 z.B. Kontaktflächen von Steckern		
	Pt Platin ρ = 21,5 z.B. Katalysator		

Kolbenbolzen aus Nitrier- oder Einsatzstählen zeigt, dass beide Werk- stoffe dasselbe leisten

7 **Aufgabe in 4 Gruppen:**
FO Aus welchen Werkstoffen besteht ein Kfz?

8 **Aufgabe der 5. Gruppen:**
Aktuelle zeitungartikel: Welche Werkstoffe werden in den beschriebe- nen Kfz eingesetzt? Notiere jeden Werkstoff auf einen Extra-Zettel mit dicken Stiften auf halbierte A4-Seiten oder auf Folie.

9 **4 Spalten entwickeln, TA**
Wichtigster Werkstoff für uns: Metall, Eisen. Alles andere: NE-Metalle. Sonstiges: Verbundwerkstoffe.

10 **gefundene Werkstoffe zuordnen**
Schüler nennen Bauteil und kleben ihre Zettel mit dem Werkstoff auf die nasse Tafel in die richtigen Spalten

11 **Eisenmetalle in St und Guss einteilen**
Schwarze Finger beim Arbeiten mit Eisenguss deuten auf hohen C-Ge- halt hin, Grenze vorgeben.

12 **Begründung für die Verwendung von St**
aus [1 S.238f „Stahlnormen“] entnehmen

13 **[1 S.240f „Gusseisen“] zeigen**
aber nicht im Einzelnen durchführen

14 **Wiederholung**
Anwendungsbeispiele für die einzelnen Stahlsorten und Gusseisen ins- gesamt abfragen und eintragen.

15 **NE-Metalle nach Dichte sortieren**
Unterschied zw. Al und Pb ▷ Dichte aus [1 S.228 „Stoffwerte“] auf die Zettel schreiben, sortieren. Einteilung erfragen, Grenze vorgeben.

16 **chem. Abkürzungen für NE-Metalle**
aus [1 S.225 „chemische Elemente“] im TA nachtragen

17 **Warum wird mehr Al als Mg verwendet**
[1 S.245 „Leichtmetalle“] lesen und diskutieren: nicht die einzelne Ei- genschaft Dichte von Mg entscheidet, sondern die Summe der Eigen- schaften von Al.

Werkzeugstahl; Edel-, Qualitäts- und Grundstähle ist eine Frage der Reinheit.



Wälzlager

Entwicklung mündlich, dann Eintrag ins
AB Wälzlager: Bauarten und Betriebsbedingungen

andere Anwendungen:

AM Kugelumlaufspindel, Linear-Wälzlager

Aufbau

- innerer und äußerer Laufring (können entfallen)
- Wälzkörper (Kugeln, Zylinder, Kegel, Tonnen, Nadeln, mehrreihig?)
- Lagerkäfig
- Schmiermittel

Auswahl der Wälzlager

Vergleich Zyrola und Rikula

Zyrola kann größere Kräfte übertragen, ist aber wegen des höheren polaren Widerstandsmomentes nur für geringe Drehzahlen geeignet.

Rikula können nicht so große Kräfte aufnehmen, sind aber für höhere Drehzahlen geeignet, können Kräfte nicht nur in Hauptrichtung aufnehmen und sind billiger

Vertiefung

Kugellager: für hohe Drehzahlen und mittlere Kräfte
 Rollenlager: für hohe Kräfte in einer Richtung und mittlere Drehzahlen
 Radiallager: für große Axialkräfte
 Axiallager: für große axiale Kräfte, meist zusammen mit Radiallager eingebaut. begrenzte Drehzahl wegen Fliehkräften

Schmierung

Fett (häufig auf Lebensdauer) schützt gegen Schmutz
Öl (-bad, -umlauf, -nebel)

Ein- und Ausbau

- schrumpfen
- pressen (nie über Wälzkörper)
- schmutzempfindlich (Korrosionsschutzmittel nie entfernen)

Lebensdauer von Wälzlagern

nominelle Lebensdauer L_{10}

wird von 90% der Lager erreicht
 mittlere Lebensdauer L_m ca. 5 mal L_{10} (sic!, Zufall!)
 höchste Lebensdauer max. 4 mal L_m

dynamische Tragzahl C

die Last, mit der 90% 1Mio Umdrehungen überleben

Sehr große Streuung!

Lageranordnung

Jede Lagerung benötigt genau ein Festlager, das axiales Verschieben verhindert (axiale Kräfte aufnimmt). Alle anderen Lager müssen Loslager sein, damit die Lagerung nicht verkleben kann.

Vertiefung

AM mitlaufende Zentrierspitze

- 1) Welches Bauteil (Reitstockspitze, Körnerspitze, Pinole)
- 2) Welche Kräfte muss das Teil aufnehmen und wohin werden sie geleitet
hohe radiale Kräfte durch Gewicht des Werkstückes und Zerspankräfte; hohe axiale Spannkräfte drücken auf die Zentrierspitze; geringe axiale Kräfte durch Eigengewicht und beim Ausspannen sollen über den Werkzeugkegel in den Reitstock
- 3) Zentrierspitze muss drehbar gelagert werden. Wie ist sie gelagert?
Wälzlager, der Begriff fasst Kugellager und Rollenlager zusammen.
- 4) Warum verwendet man keine Gleitlager
Gleitlager benötigen hohe Drehzahlen, haben hohes Anlaufmoment und Verschleiß beim Anlaufen, beim Drehen gibt es häufig niedrige Drehzahlen und Anlaufen.

AM verschiedene Wälzlager, Perola aufgeklappt

- 5) Welche Teile haben alle Wälzlager gemeinsam?
- 6) Aufgaben des Lagerkäfigs
Wälzkörper gleichmäßig auf Umfang verteilen
verhindert bei zerlegbaren Lagern das Auseinanderfallen der Wälzkörper
- 7) Eigenschaften und Werkstoffe für Lagerkäfig und Lauffläche?
Lauffläche: gehärteter, geschliffener, polierter Stahl für geringen Verschleiß
Käfig aus weichem Messing, siehe Werkstoffe für Gleitlager
- 8) Aufbau eines Wälzlagers beschriften
AB Wälzlager
- 9) Welcher nicht zum Lager gehörende Stoff ist unverzichtbar: Schmierstoff
- 9) Tragen Sie die Kräfte ein, die auf die Zentrierspitze wirken.
- 10) Wie nennt man Kräfte, die in Richtung Drehachse / Radius wirken?
- 11) Wählen Sie geeignete Lager aus der Übersicht aus?
Kriterien: Aufnahme der Kräfte, Einbaumaße: Nadellager nach Abmaßen; Axiallager wegen der großen axialen Kraft; Kerola, Schrärrola oder Rikula für kleine axiale Kraft

Veranschaulichung der größeren Auflagefläche
 Versuch Wälzkörper (Rolle, Kugel) auf Folie stempeln
 Belastbarkeit der Wälzlager siehe EuroTabM39 S.212ff "Wälzlager"

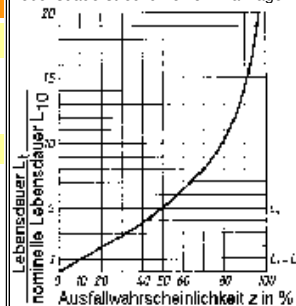
AB Wälzlager Aufgabe 4

AM zerlegte Zentrierspitze

Enthält Radial-Rikula (Lager billig, genau, mittlere axiale Kräfte möglich, nicht nachstellbar).

Schrumpfen mit Trockeneis bei -50°C oder im Ölbad bei 80-100°C.
 Einpressen mit Abziehvorrichtung, Montagehülse, hydraulisch.

Lebensdauerstreucurve von Wälzlagern [Roloff/Matek 1995] Bild 14-18



- 1) Wie viel Spiel soll die Spindel haben?
Das Lagerspiel soll gering sein und ist mit einem Hakenschlüssel über die Mutter einstellbar. Die Mutter soll auch gegen Schmutz außen und fett drinnen dichten. Lager mit einstellbarem Spiel sind einreihige SchrÄKuLa, Kerola (Roloff/Matek).
- 2) Wie verändert sich die Spindel beim Dauereinsatz?
Reibung, Wärme, Temperaturerhöhung, Längenausdehnung, Verspannen, Klemmen.
- 3) Rechenbeispiel
Stahl, $l=100\text{mm}$, $D_t=10\text{K}$, $D_l=0,01\text{mm}$; Rikula, Normalklasse, Bohrungs \varnothing 30mm, Lagerluft (radial l) = 2...20 μm (SKF Hauptkatalog 1984 S113)

FO verschiedene Lagerungen

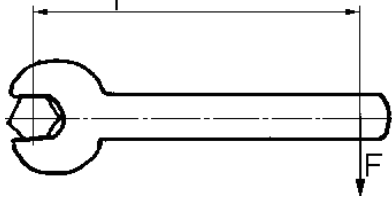
FO Kreissägenwelle o.ä.

Ütg können Rikula als Loslager eingesetzt werden?
 Ja, bei geeigneter Auswahl der Passungen → TabB

Mathematik

Drehmoment, Hebel

z.B. Schraubenschlüssel



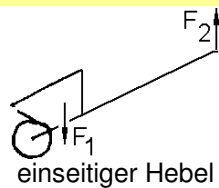
(Dreh-)Moment $M = F \cdot l$ [in Nm]
Kraft x Hebelarm

z.B. Fahrradpedal



Gleichgewichtsbedingungen für mehrere Momente

z.B. Schubkarre



$\Sigma M = 0$ (Summe aller Momente)
 $\Sigma F = 0$ (Summe aller Kräfte)

oder $\Sigma \dot{M} = \Sigma \dot{M}$
Summe der links drehenden Momente = Summe der rechts drehenden Momente

Vertiefung

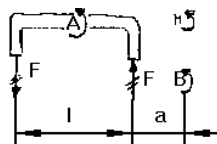
Kräftepaare

bestehen aus zwei gleich großen, parallelen, entgegengesetzt wirkenden Kräften. Sie drehen einen freibeweglichen Körper ohne ihn zu verschieben.

z.B. Fahrradlenker

A: $M = F \cdot \frac{l}{2} + F \cdot \frac{l}{2} = F \cdot l$

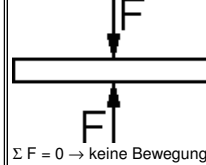
B: $M = F \cdot (l + a) - F \cdot a = F \cdot l$



Das Drehmoment eines Kräftepaars ist an jedem Ort der Ebene gleich und kann deshalb beliebig in der Ebene verschoben werden.

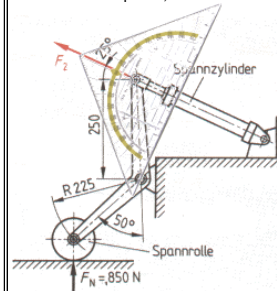
1) Ein: Bleistift o.ä. auf dem OH-Projektor anschieben

2) Kräfte fluchten



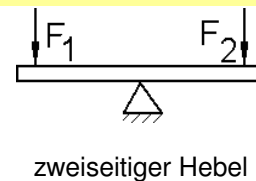
Merke: Einheit Nm = J gilt auch für die Arbeit und darf dennoch nicht verwechselt werden
 $W = F \cdot s$ $F \parallel s$ parallel
 $M = F \cdot l$ $F \perp l$ rechtwinklig

Der Hebelarm kann mit dem Geodreieck ermittelt werden: Kraft auf die 90°-Linie, Hypotenuse durch den Drehpunkt, Hebelarm an der Skale ablesen:



1) Wie Verhältnisse, wenn mehrere Momente auftreten

z.B. Wippe



Erinnere: Gleichgewichtsbedingung bei Kräften
 \Rightarrow Gleichgewichtsbedingung bei Drehmomenten
Zwar mit $\Sigma F = 0$ beginnen, dies zunächst eine Zeile frei lassen und dann $\Sigma M = 0$ darüber schreiben, weil man bei der Berechnung damit anfangen sollte.

gebogene Pfeile ergänzen

EuroRBM
EuroRBM „Lage des Einsannzapfens“

Ütg: Schüler sollen einen Gegenstand mit einer Kraft drehen.
Geht nicht, immer ist Reibung, Gravitation, Trägheit oä. im Spiel.

Einzelkräfte bewirken keine Drehung. Ohne Reibung, Lager o.ä. würden sie nur eine Verschiebung bewirken.

Wird durch je zwei kurze Striche gekennzeichnet (wie parallele Linien)

Die Differenz der Hebelarme ist an jedem Punkt gleich, deshalb ist das Drehmoment an jedem Punkt gleich. Da die Kräfte sich ansonsten aufheben, kann dieses Kräftepaar durch je des andere mit gleichem Drehmoment ersetzt werden.

Am Faden aufgehängtes Tafellineal als Beispiel einführen

Ein Kräftepaar kann durch ein anderes ersetzt werden, wenn beide das gleiche Drehmoment haben, z.B. doppelter Betrag und halber Abstand; gleiche Kräfte in anderer Ausrichtung.



Drehmoment – Leistung – Drehzahl

- I) 1) Drei durchtrainierte Sportler machen mit beim Wettbewerb: „Wer zieht des schwersten Lkw“. Es sind:
- ein Weitspringer, der die größte Höchstgeschwindigkeit erreicht
 - ein Radfahrer / Fußballer / Zehnkämpfer, der die größte Dauerleistung schafft
 - ein Gewichtheber, der am meisten Kraft hat
- Wer wird den Wettbewerb voraussichtlich gewinnen und warum ?
Der Kraftsportler, weil zum Anfahren Kraft benötigt wird.
- 2) Ein Rad-/Pkw-Fahrer fährt mit Höchstleistung auf einen steilen und langen Berg zu. Wie muss er sich verhalten, um fahrend über den Berg zu kommen ?
Zurückschalten, damit am Antriebsrad mehr Kraft verfügbar wird. Allerdings geht dies auf Kosten der Geschwindigkeit.

Kraft

Zum Fahren (Anfahren, Steigungen, Beschleunigen, Fahrwiderstand) benötigt man vor allem Antriebskraft.

Drehmoment und Drehzahl

Bild Versuch mit dem Lineal

Bei drehenden Teilen sind Kraft und Geschwindigkeit nicht einheitlich. Deshalb gibt man bei Motoren an:

Drehmoment M statt Kraft F

Drehzahl n statt Geschwindigkeit v .

Bild Motor – Kupplung – Getriebe – Antriebsstang – Differential – Rad

Eintragen: Moment, Drehzahl, Geschwindigkeit v , Antriebskraft F

Getriebe

Im Getriebe können Drehmoment und Drehzahl gegeneinander eingetauscht werden, zB.
bergauf braucht man Drehmoment, muss zurück schalten und verliert Drehzahl
bergab braucht man weniger Drehmoment, kann hoch schalten und gewinnt Drehzahl
Schalten muss man wegen des Drehmomentes

Leistung

Hohe Leistung heißt, dass das ein großes Drehmoment auch bei hohen Drehzahlen möglich ist. Damit kann man den Fahrwiderstand auch bei hohen Geschwindigkeiten überwinden.
Mit niedriger Leistung kann man dennoch jede Arbeit verrichten, allerdings nur langsam.

Berechnungen

Raddrehzahl

möglicher Lösungsweg:
Kfz-Schein: Reifen (20, 21) und Höchstgeschwindigkeit
TabB: dynamischer Halbmesser
Umfang des Reifens berechnen
Anzahl der Umdrehungen per Dreisatz.

Leistungsverlauf

Vertiefung

mot 09/2009

Datenblätter von Pkws mit Otto- und Dieselmotoren mit vergleichbarer Leistung, zb. aus mot

- 3) Im Vergleich von Pkws mit Diesel- und Otto-Motoren vergleichbarer Leistung stellt man fest, dass die mit Dieselmotor meist schneller von 0 auf 100 km/h beschleunigen. Warum?
Dieselmotoren haben ein höheres Drehmoment (=Antriebskraft), das man zum Beschleunigen braucht. (Einschränkung s.u.)
- 4) Bei manchen Fahrzeugen ist der 5. Gang so lang übersetzt, dass sie ihre Höchstgeschwindigkeit im 4. Gang erreichen. Wie kann es dazu kommen, und warum wird der letzte Gang so stark übersetzt ?
Mit höherem Gang wird die Rad-Drehzahl erhöht, aber das Drehmoment am Antriebsrad (=Antriebskraft) gesenkt. Wenn der höchste Gang zu lang übersetzt ist, reicht die Kraft nicht mehr aus, um den Fahrwiderstand bei Höchstgeschwindigkeit zu überwinden. Ähnlich geht es bei einem Pkw-/Radfahrer, wenn er am Berg einen zu hohen Gang wählt: dann kann er langsamer werden als im niedrigen Gang.

FO Truck Pulling

- II 1) Wenn die Antriebskraft so wichtig ist, wo steht sie im Kfz-Schein ?
Gar nicht: Kfz-Schein enthält rechtlich bzw. steuerlich wichtige Angaben.
- 2) Autozeitschriften sind kundenfreundlicher. Wo steht dort die A-Kraft ?
Für Motoren wird nur Drehmoment angegeben
- 3) Warum gibt man bei Motoren Drehmoment statt Kraft an ?
Versuch: Drehmoment mit den Tafellineal (oder einer Türe)
Ein Tafellineal wird in der Öse drehbar eingehängt. Der Lehrer drückt bei 50cm, ein Schüler soll dagegen halten. Erkenntnis: Die Gegenkraft, die der Schüler aufbringen muss, hängt davon ab, wo er dagegen hält. Je näher am Drehpunkt er eingreift, desto mehr Kraft muss er aufbringen.
Außen braucht man wenig Kraft, erreicht aber eine große Geschwindigkeit. Anwendung: Schnellzugdampflok mit großen Rädern ersparen Getriebe.
Innen braucht man viel Kraft, bzw. kann der Widerstand leicht überwunden werden. Anwendung: Lager mit kleinem Radius haben weniger Widerstandsmoment; Kuhfuß; Brechstange; Kapselheber; Schalthebel; Bremspedal;
- 4) Auch die Geschwindigkeit hängt vom Radius ab:
Versuch: Schülerreihe um einen Drehpunkt schwenken
Eine Gruppe Schüler stellt sich nebeneinander und schwenkt um den äußeren linken Schüler. Alle Zweifler stehen rechts in der Reihe, sie müssen sehr schnell laufen, um nebeneinander zu bleiben.

- III 1) Diesel haben hohes Drehmoment und niedrige Drehzahl, Otto umgekehrt, trotzdem sind Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit fast gleich ? Wie ist das möglich ?
- 2) Jan Ullrich fährt mit viel Kraft und langsamem Tritt, Lance Armstrong schnell mit weniger Kraft, auch sie sind (fast) gleich schnell.

IV 1) Wo bleibt die Leistung ? Was sagt sie aus ?

- 1) Ein alter Traktor / Bulldog mit 13 PS kann einen schweren Anhänger einen steilen Berg hoch ziehen. Ein modernes Auto mit 100 PS tut sich damit schwer. Warum ?
Der Traktor macht es sehr langsam. Das Auto kann es nicht, weil es mit seinem Getriebe gar nicht so langsam kann, dass genügend Drehmoment da ist.

Interview mit Mario Illien, DER SPIEGEL 07/2003

Mögliche Fortsetzung:

- Drehmomentverlauf, Leistungsberechnung, Leistungsverlauf
- Drehzahlberechnungen
- Übersetzungen

- 1) Wie groß ist die Raddrehzahl bei Höchstgeschwindigkeit ?
- 2) Vorgehensweise
Lösung in Kleingruppen erarbeiten lassen
Eine Gruppe trägt vor, Diskussion
Lehrer stellt den Lösungsweg übersichtlich dar
Anschließend Zettelarbeit mit neuer Aufgabe
- 3) Ziel
Lösung selbstständig finden bzw. austauschen.

1) Drehmoment, Leistungsschaubild vorgeben. Drehmomentverlauf kann der Konstrukteur festlegen. Wie kommt man auf die Leistungskurve ?

2) Vorgehensweise

Lehrer $P = F v$; v aus Dreisatz, M aus dem Linealbild, einsetzen; $P = 2\pi n M$

AB Drehmoment_Leistung_Verlauf



Dichte

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1\text{kg}}{1\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{1000\text{g}}{1000\text{cm}^3} = 1 \frac{0,001\text{t}}{0,001\text{m}^3}$$

Einstieg 1

1001 Stahlkugeln m (V, ρ)

Geg: a) b)
 $n = 1000$ Stahlkugeln $n = 1$ Styroporkugel
 $d = 1\text{mm } \emptyset$ $d = 1\text{m } \emptyset$

Ges: Masse m in kg

Weg: Durchmesser \emptyset , Stückzahl $n \Rightarrow$ Volumen
 Volumen V , Dichte $\rho \Rightarrow$ Masse m

Lsg: a) $V = 1000 \cdot 0,525\text{mm}^3$ $\rho_{\text{Stahl}} = 7,85 \text{ kg/dm}^3$
 $m = 4,1 \text{ g}$

b) $V = 0,525\text{m}^3 = 525\text{dm}^3$

$\rho_{\text{Styropor}} \approx 0,2 \text{ kg/dm}^3$

$V \cdot \rho = m$

$m = 4,1 \text{ g}$

Goldraub m (V, ρ)

a) Geg: $10'000'000 \text{ DM}$ in Gold Ges: Masse m
 Preis ca $20000\text{--}25000 \text{ DM / kg}$

Weg: Wert, Preis \Rightarrow Masse m
 Masse m , Dichte $\rho \Rightarrow$ Volumen V
 Dreisatz, Formel

Lsg: ca. 500 kg

b) Geg: 500 kg Gold Ges: Volumen V

Lsg: $\rho_{\text{Gold}} = 19,3 \text{ kg/dm}^3$ aus TabB

aus Dreisatz entwickeln, siehe rechts

$V = 25,9 \text{ l } (\cong 2 \text{ Paletten Tütenmilch } \cong 25 \text{ DM})$

Goldraub 2 m (V, ρ)

Geg: a) Aktenkoffer voll 1000 DM -Scheinen

b) Aktenkoffer voll Gold

Ges: Welchen Koffer bevorzugen Sie ?

Lsg Goldkoffer bringt ca. 10 Mio , wiegt 365 kg
 Geldkoffer bringt knapp 40 Mio DM .

Frostschutzspindel ρ (V, m)

Geg: $m = ..$ Ges: Dichte ρ
 Eintauchtiefe = Frost-
 schutzgehalt

$d =$

Weg: Eintauchtiefe, Durchmesser \Rightarrow Volumen V
 Volumen, Masse \Rightarrow Dichte ρ

Dichte ρ , Tabelle, Diagramm \Rightarrow Frostschutzgehalt

Lsg:

Einstieg 2

Würfel mit 1 l Wasser ρ (V, m)

Geg: Würfel mit $a = 0,1 \text{ m}$ Ges: Masse m
 gefüllt mit Wasser

Lsg: $V = a^3 = (0,1 \text{ m})^3 = (1 \text{ dm})^3 = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$

Ein:

1) Gegeben: 1001 Stahlkugeln, welche räumt ihr lieber auf? Jeden Schüler schätzen lassen und an der Tafel notieren, anschließend berechnen.

2) Lösungsweg festlegen

2) Volumen (a) berechnen lassen

2) Dichte von Stahl (a) aus dem Tabellenbuch

2) Ermittlung der Masse durch den Dreisatz anschreiben

Dichte $\rho = 7,85 \text{ kg/m}^3$ bedeutet:

$7,85 \text{ kg} \sim 1 \text{ dm}^3$

$525 \times 7,85 \text{ kg} \sim 525 \text{ dm}^3$

2) Dichte von Styropor (b) aus der Eindringtiefe in Wasser abschätzen

2) Welchen gegebenen und gesuchten Größen entspricht diese Rechnung (linke Seite)?

Wie kann man sie zur Gleichung ergänzen?

Ggfs: Lehrer ergänzt die Einheiten: $525 \text{ dm}^3 \times 7,85 \text{ kg / dm}^3$

$V \cdot \rho = m$

Variante: Passen 20 kg Styropor zur Isolation in einen Kofferraum?

1) Eine Goldräuber möchte mit dem letzten Coup ausgesorgt haben und beschließt, für 2 Mio DM Gold zu rauben. Passt es in seinen Kofferraum?

2) Lösungsweg festlegen

3) Masse per Dreisatz errechnen lassen

4) Ermittlung des Volumens durch den Dreisatz anschreiben

Dichte $\rho = 19,3 \text{ kg/m}^3$ bedeutet:

$19,3 \text{ kg} \sim 1 \text{ dm}^3$

$1 \text{ kg} \sim 1 \text{ dm}^3 / 19,3$

$500 \text{ kg} \sim 500 \cdot 1 \text{ dm}^3 / 19,3$

5) Welchen gegebenen und gesuchten Größen entspricht diese Rechnung (linke Seite)? Wie kann man sie zur Gleichung ergänzen?

Ggfs: Lehrer ergänzt die Einheiten: $525 \text{ dm}^3 \times 7,85 \text{ kg / dm}^3$

$V = m / \rho$

1) Volumen des Aktenkoffers an Hand einer Schülertasche schätzen.

$V \approx 12 \times 45 \times 35 \text{ cm}^3 \approx 19 \text{ l}$

2) Volumen der gepackten Tausender an Hand eines Buches schätzen

TabB hat ca. 350 Seiten à 3 Scheine = $1 \text{ Mio DM} \cong 0,5 \text{ l}$

Das Mischungsverhältnis zweier Flüssigkeiten kann durch die Dichte ermittelt werden, z.B. Batteriesäureheber, Frostschutzspindel, Öchslegradmesser.

Werte für Frostschutzspindel und Batteriesäureheber ermitteln

Ggfs Frostschutzspindel ohne Skala verwenden und alle Maße durch die Schüler ermitteln lassen.

1)

Sektgläser

Geg: 1 volles Sektglas (kegelförmig)

5 halbhoch volle Sektgläser

Lsg:



Rechtliche Grundlagen

Produkthaftungsgesetz

Wofür haftet

- Personenschäden
- Sachschäden (nur andere Sachen, die für privaten Gebrauch bestimmt sind)

Wer haftet

- Hersteller (s.u.)
- lässt sich der Hersteller i.S.d.G. nicht feststellen, haftet der Lieferant §4(3)

Verschuldensunabhängig!

Hersteller ist, wer

- Endprodukt, Teilprodukt oder Grundstoff dafür herstellt §4(1)
- sich als Hersteller ausgibt durch Anbringen seines Namens o.ä. §4(1)
- ein Produkt in die EU einführt und mit wirtschaftlichem Zweck vertreibt §4(2)
- lässt sich der Hersteller i.S.d.G. nicht feststellen, haftet der Lieferant §4(3)

Dauer der Haftung

- Ansprüche erlöschen 10 Jahre nach Inverkehrbringen des Produktes
- Ansprüche verjähren 3 Jahre nach Bekanntwerden des Schadens, des Fehlers und des Ersatzpflichtigen

Gewährleistung nach BGB

AB Produkthaftungsgesetz

- ProdHaftG (und das US-Pendant *punitive damages*) wurden eingeführt, nachdem Firmen Schäden an ihren Kunden in Kauf nahmen, für die sie nach damaligem Recht praktisch nicht haftbar gemacht werden konnten. Fälle in Deutschland
- Contergan (Fa. Grünenthal, bis zu 10000 schwer missgebildete Kinder)
 - Xyladecor mit PCP und Lindan (Holzschutzmittel der Fa. Bayer, wurde in den 1970er für Innenräume verkauft und bewirkt heute noch Erkrankungen bzw. Spätfolgen)
 - Lederschutzmittel, die zu einer Änderung des Haftungsrechtes führten.
 - Brandgefährliche Limousinen von BMW, siehe Artikel *Brandsatz im Tiefflug*, Spiegel ??/94
 - Lipobay (Lipidsenker der Fa. Bayer, 1998-2001, 52 Tote).
- Der nächste Fall?
- Die hemmungslose Vermarktung von Vitaminen, von denen nicht nur Nutzen, sondern auch die Unschädlichkeit sehr zweifelhaft sind [Bartens 2008] S.72ff
- Weitere Fälle
- Japanische Autohersteller haben 1990 bei Crashtests, die ADAC und *Auto, Motor, Sport* durchgeführt wurden, sehr schlecht abgeschnitten. Sie haben zwar sehr darauf geachtet, ihre Kunden zufrieden zu stellen, aber scheinbar dort gespart, wo der Kunde nicht hinschaut.



fehlt noch

Fertigungstechnik

Kleben

Schweißen

Löten

Kräfte zeichnerisch

Statik I

Fundstellen

Wälzlager, Zahnriemen: mot 02/2010

Zahnriemenwechsel: mot 21/2009

Zahnriemen: mot 20/2009