



1BFR nach SVP

Unterrichtsplanung für 1BFR

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis.....	4
Fundstellen.....	4
Einführung.....	5
UVV.....	5
fehlt.....	5
Kfz 1.....	5
Gebrauchtwagenkauf.....	5
Brainstorming.....	5
Strukturieren.....	5
Gliederung.....	5
hinten.....	5
Seite.....	5
vorne.....	5
Motorraum.....	5
Innenraum einschließlich Kofferraum.....	5
Unterboden.....	5
Papiere.....	5
Probefahrt.....	5
Beleuchtung.....	5
Strukturierte Begriffe ausformulieren.....	5
Präsentation der Ergebnisse.....	5
Kfz-Schein.....	6
Kfz-Schein (alt).....	6
Inhalt.....	6
Kfz-Schein (neu).....	6
Bauteile eines Kfz.....	7
Auf Papier.....	7
Mithilfe des Internets.....	7
Kostenvergleich Otto-Dieselfahrzeuge.....	8
Annahmen.....	8
Kosten.....	8
Vectra GTS 1.8 (Otto).....	8
Vectra GTS 2.2 TDI (Diesel).....	8
Grundpreis.....	8
Gesamtkosten.....	8
Verbrauch.....	8
Elektrische Energie 1.....	9
Elektrischer Strom und seine Wirkung.....	9
Aufbau eines Atoms.....	9
Elektronen e ⁻ und Ionen Me ⁺	9
Akkumulator.....	9
Zweck.....	9
Aufbau und Funktionsweise.....	9
Schaltzeichen und Schaltungsbeispiel.....	9
Merkmale.....	9
Anwendung im Kfz.....	9
Galvanisches Element.....	10
Versuch 1.....	10
Beobachtung.....	10
Erklärung.....	10
Anwendung.....	10
Reifen und Felgen.....	11
Reifen.....	11
Winterreifen.....	11
M+S (Matsch + Schnee).....	11
Alpinensymbol (Schneeflocken).....	11
Winterreifen.....	11
Felgen.....	11
Bewerten von Plakaten.....	11
Reifendruckkontrollsysteme.....	11
Drehzahl.....	12
Raddrehzahl.....	12
Abrollumfang.....	12
Getriebeübersetzung.....	12
Spritsparend fahren.....	12

Aufgabe eines Getriebes.....	12
Übersetzung in Pkw.....	12
Betriebsflüssigkeiten.....	13
Motoröl.....	13
Aufgaben.....	13
Belastungen.....	13
Anforderungen.....	13
Arten und Kennzeichnung.....	13
Umwelt- und Selbstschutz.....	13
Begriffe.....	13
Viskosität.....	13
Getriebeöl.....	14
Aufgaben.....	14
Belastungen.....	14
Anforderungen.....	14
Arten.....	14
Kennzeichnung.....	14
Umweltschutz, Arbeitsschutz.....	14
Begriffe.....	14
Scherbelastung.....	14
Hypoidverzahnung.....	14
Bremsflüssigkeit.....	15
Aufgaben.....	15
Belastungen.....	15
Anforderungen.....	15
Arten und Kennzeichnung.....	15
Umwelt- und Selbstschutz, Arbeitsschutz.....	15
Begriffe.....	15
Hygroskopisch.....	15
Nasssiedepunkt.....	15
Alternativ.....	15
Aufgabe.....	15
Anforderungen.....	15
Kühlflüssigkeit.....	16
Aufgaben.....	16
Belastungen.....	16
Anforderungen.....	16
Arbeitsweise.....	16
Arten und Kennzeichnung.....	16
Arbeitsschutz.....	16
Umweltschutz.....	16
Begriffe.....	16
Mischungskurve für Kühlflüssigkeit.....	16
Korrosion.....	16
Kavitation.....	16
Frostschutzgehalt prüfen.....	16
Kältemittel und Kältemittelöle.....	17
Aufgaben.....	17
Belastungen.....	17
Anforderungen.....	17
Arbeitsweise.....	17
Arten.....	17
Kennzeichnung.....	17
Arbeitsshinweise.....	17
sonst noch zu beachten.....	17
Umweltschutz.....	17
Arbeitsschutz.....	17
Reinigungsmittel.....	17
Aufgaben.....	17
Belastungen.....	17
Anforderungen.....	17
Arbeitsweise.....	17
Arten.....	17
Kennzeichnung.....	17
Arbeitsshinweise.....	17
sonst noch zu beachten.....	17
Umweltschutz.....	17
Arbeitsschutz.....	17
Zündkerze.....	18
Aufgaben.....	18
Belastungen.....	18

Anforderungen.....	18
Arbeitsweise.....	18
Arten.....	18
Kennzeichnung.....	18
Arbeitsshinweise.....	18
sonst noch zu beachten.....	18
Umweltschutz.....	18
Arbeitsschutz.....	18
Pausenfüller.....	19
Kontrollen und Arbeiten am Kfz.....	19
vom Gesetzgeber vorgeschrieben.....	19
Zweck.....	19
Arten.....	19
wenn nicht.....	19
vom Besitzer / Benutzer verlangt.....	19
vom Hersteller vorgeschrieben.....	19
Zweck.....	19
Arten.....	19
Arbeitspläne.....	19
wenn nicht.....	19
vom Besitzer / Benutzer verlangt.....	19
Zweck.....	19
Arten.....	19
StVO.....	20
StVZO.....	20
Rechtliche Grundlagen.....	21
Produkthaftungsgesetz.....	21
Wofür haftet.....	21
Nachweispflicht.....	21
Wer haftet.....	21
Dauer der Haftung.....	21
Gewährleistung nach BGB.....	21
Garantie.....	21
Prüftechnik.....	22
Einteilung der Prüfverfahren.....	22
Übersicht über die Prüfmittel.....	22
Messgeräte.....	22
Hilfsmittel.....	22
Lehren.....	22
Prüftätigkeiten.....	22
Messen.....	22
Lehren.....	22
Merkmale.....	22
Messschieber.....	23
Aufbau.....	23
Nonius.....	23
Ablesen mit dem Nonius.....	23
(Bügel-)Messschraube.....	24
Aufbau.....	24
Ablesen des Messwertes.....	24
Steigung 1mm.....	24
Steigung 0,5mm.....	24
Pflege von Messschrauben.....	24
Messabweichungen.....	25
systematische Abweichung F.....	25
Messunsicherheit u.....	25
vollständiges Messergebnis.....	25
Toleranzen.....	26
Zweck.....	26
Begriffe.....	26
Formeln.....	26
Toleranzangaben.....	26
Abmaßtolerierung.....	26
Allgemeintoleranzen.....	26
ISO-Toleranzsystem.....	26
statistische Tolerierung.....	27
Begründung für statistische Tolerierung.....	27
Wie gibt man statistische Toleranzen an?.....	27
Auswirkungen.....	27
Auswahl von Toleranzen.....	27



Passungen.....	29
Aufgaben.....	29
Begriffe.....	29
Höchstpassung.....	29
Mindestpassung.....	29
Passungsarten.....	29
Spielpassung.....	29
Übergangspassung.....	29
Übermaßpassung.....	29
Passungssysteme.....	29
Einheitsbohrung H.....	29
Einheitswelle h.....	29
bevorzugte Toleranzen.....	29
Passungsauswahl.....	30
TabB „Passungsauswahl“.....	30
Passungsauswahl bei Wälzlager (radial).....	30
Umfangslast.....	30
Punktlast.....	30
Fest- und Loslager.....	30
andere Lagerungen.....	30
schwimmende Lagerung.....	30
angestellte Lagerung.....	30
Strom, Spannung, Akkumulator...31	
Elektrischer Strom in festen Körper.....	31
Versuch 2.....	31
Beobachtung.....	31
Erklärung.....	31
Anwendung der Wärmewirkung.....	31
Anwendung der Lichtwirkung.....	31
Elektr. Strom in Flüssigkeiten.....32	
Versuch 3.....	32
Beobachtung.....	32
Erklärung.....	32
Anwendung der chemischen Wirkung.....	32
Viertaktmotor.....33	
Einteilung der Motoren.....33	
Einteilung der Verbrennungsmotoren.....	33
nach Arbeitsweise.....	33
nach Art der Zündeinleitung.....	33
nach Kolbenbewegung.....	33
nach Anordnung der Zylinder.....	33
Aufbau eines Viertaktmotors.....34	
Prinzip eines Verbrennungsmotors.....35	
Was ist ein Verbrennungsmotor?.....	35
Takte.....	35
Energieumwandlung.....	35
Kurbeltrieb und Motorsteuerung.....	35
Energiefluss, Wirkungsgrad.....	35
Nebenaufgaben der Motorkonstruktion.....	35
3. Arbeitstakt.....36	
I) Aufgabe.....	36
II) Zustände im Verbrennungsraum.....	36
III) Leistungsbilanz.....	36
IV) Verbrennung und Luftverhältnis.....	36
Verbrennung wird verbessert durch.....	36
4. Ausstoßtakt.....37	
Aufgabe.....	37
Zustände im Verbrennungsraum.....	37
Steuerzeiten.....	37
Abgaszusammensetzung.....	37
3-Wege-Katalysator.....	37
Katalysator.....	37
Schalldämpfer.....	37
1. Ansaugtakt.....38	
Bedingungen.....	38
2. Verdichtungstakt.....39	
Aufgabe.....	39
Verdichtungsverhältnis.....	39
Drucksteigerung.....	39
Klopfen (Selbstzündung, Frühzündung).....	39
Temperatursteigerung.....	39
Gesamtvertiefung.....39	
Motoren in Diagrammen.....40	
Diagramme für Motoren.....40	
Steuerdiagramm eines 4-Takt-Motors.....	40

als Ringwurst.....	40
als Spirale.....	40
„Takt“ kann bedeuten.....	40
Ventilüberschneidung Y.....	40
Steuerdiagramm und pV-Diagramm.....	40
Ventilerhebungskurven.....	40
Drehmoment- und Leistungsverhalten...41	
Laststeuerung eines Ottomotors.....	41
Verbrauchskennfeld.....	41
oder Muscheldiagramm.....	41
Fahrverhalten ohne Schalten.....	41
Fahrverhalten mit Schalten.....	41
Schussfolgerungen.....	41
Motoren Sonstiges.....42	
Vergleich Lang-/Kurzhuber.....42	
Kurzhuber.....	42
Langhuber.....	42
Vergleich Otto – Diesel.....	43
Zündung.....	43
Ottomotor.....	43
Dieselmotor.....	43
Verbrennung.....	43
Ottomotor.....	43
Dieselmotor.....	43
Motorsteuerung.....44	
variable Motorsteuerung.....	44
Staudruck.....	44
Ventil.....	44
Stößelformen.....	44
Wärmeausdehnung.....	44
Zweck des Ventilspiels.....	44
Ventilspiel einstellen.....	44
Hydraulische Stößel.....	44
Nockenwellenantriebe.....	44
Steuerriemen.....	44
Steuerkette.....	44
Stirnradantrieb.....	44
Königswelle.....	44
Schubstangen/Exzenter.....	44
Fertigung und Maschinenelemente.....45	
Einteilung der Fertigungsverfahren.....45	
GA Bleistiftspitzer.....	45
Hauptgruppen der Fertigungsverfahren am Beispiel eines roten Autos.....46	
Urformen.....	46
Umformen.....	46
Trennen.....	46
Stoffeigenschaft ändern.....	46
Fügen.....	46
Beschichten.....	46
Fügen.....48	
Fügearten.....	48
kraftschlüssig.....	48
formschlüssig.....	48
stoffschlüssig.....	48
bei Überlastung.....	48
lösbar.....	48
unlösbar.....	48
Grundlagen Gewinde.....50	
Aufgaben.....	50
Grundbegriffe.....	50
Schraubenarten.....51	
Muttern.....	51
Einschraubtiefen.....	51
Bauformen.....	51
Verspannungsschaubild bei Schraubverbindungen.....52	
Verhalten einer Schraubverbindung beim Anziehen.....	52
Verspannungsschaubild einer Schraubverbindung.....	52
Was macht Teile kaputt?.....	52
Trick: Dehnschrauben.....	52
Vergleiche: Bungeespringen.....	52
Torsionsmoment in Schrauben.....	52
Normteile.....53	

Vergleich Wälzlager Gleitlager.....	53
Gleitlager.....	53
Wälzlager.....	53
Wälzlager.....54	
Aufbau.....	54
Bauarten und Eigenschaften.....	54
Rillenkugellager.....	54
Zylinderrollenlager.....	54
Pendelrollenlager.....	54
Toroidalrollenlager.....	54
Auswahlkriterien.....	54
Ähnliche Maschinenelemente.....	54
Schmierung.....	54
Ein- und Ausbau.....	54
Lageranordnung.....	54
Sonstiges.....	54
Werkstoffe.....55	
Werkstoffeigenschaften (für Kfz).....55	
mechanisch.....	55
physikalisch.....	55
chemisch.....	55
feste Stoffe.....	55
dichte Stoffe.....	55
korrosionsbeständige.....	55
brennbare und giftige.....	55
harte Stoffe.....	55
Wärmeleitfähigkeit.....	55
Legierbarkeit.....	55
Entflammbarkeit.....	55
elastische Verformung.....	55
plastische Verformung.....	55
Elektrische Leitfähigkeit.....	55
sonstige.....	55
Aussehen.....	55
zähe Körper.....	55
spröde Körper.....	55
Lichtleitfähigkeit.....	55
Umweltverträglichkeit.....	55
warmfeste Stoffe.....	55
Schmelzpunkt.....	55
Siedepunkt.....	55
Preis.....	55
Werkstoffeigenschaften.....56	
Einteilung der Werkstoffe.....57	
Metalle.....	57
Nichtmetalle.....	57
Verbundwerkstoffe.....	57
Eisenmetalle = Fe + C (+ Leg.).....	57
NE-Metalle.....	57
Stahl.....	57
Leichtmetalle.....	57
künstliche Werkstoffe.....	57
Gusseisen.....	57
Schwermetalle.....	57
Natürliche Werkstoffe.....	57
Hilfsstoffe.....	57
Korrosion.....58	
chemische Korrosion.....	58
elektrochemische Korrosion.....	58
↔ Batterie.....	58
Schutzschichten.....	58
→ elektrochemische Spannungsreihe.....	58
Mathematik.....59	
Drehmoment, Hebel.....59	
z.B. Schraubenschlüssel.....	59
z.B. Fahrradpedal.....	59
Gleichgewichtsbedingungen.....	59
z.B. Schubkarre.....	59
z.B. Wippe.....	59
Kräftepaare.....	59
Drehmoment – Leistung – Drehzahl.....60	
Kraft.....	60
Drehmoment und Drehzahl.....	60
Getriebe.....	60
Leistung.....	60
Berechnungen.....	60
Raddrehzahl.....	60
Leistungsverlauf.....	60



Leistung P	61	Drahtvorschub groß	67	Kleben	71
Dichte	62	Schweißspannung klein	67	Unterscheidung nach Art des Klebstoffes	71
1001 Stahlkugeln → m (V, ρ)	62	Schweißspannung groß	67	Lösungsmittelkleber	71
Kupferkabel → Aluminium	62	Schweißrichtung	67	Reaktionskleber	71
Goldraub → m (V, ρ)	62	Gefahren beim Schweißen	67	Schmelzklebstoffe	71
Goldraub 2 → m (V, ρ)	62	Gasschmelzschweißen	68	Haftmechanismen	71
Gold 3	62	Merkmale	68	Arbeitsregeln	71
Formel 1	63	Sicherheitsregeln	68	Fertigungsablauf	71
Motorblock	63	Gasverbrauch	68	Festigkeit	73
Frostschutzspindel → ρ (V, m)	63	Aufbau der Anlage	68	Unfallverhütung	73
Würfel mit 1l Wasser → ρ (V, m)	63	Sauerstoffflasche	68	Gefährdungen durch Kleber	73
Sektgläser	63	Acetylenflasche	68	Maßnahmen	73
Fehlend	64	Druckminderer	68	Merkmale von Klebeverbindungen	73
Autonomes Fahren	64	Sicherheitsvorlagen	68	Löten	74
Level	64	Acetylen-Sauerstoff-Flamme	68	Aufbau einer Lötverbindung	74
M+S (Matsch + Schnee)	64	neutrale Flamme	68	Legierungsbildung	74
Schweißen	65	Sauerstoffüberschuss	68	Lötverfahren nach Temperatur	74
Einteilung der Schweißverfahren	65	Acetylenüberschuss	68	Weichlöten	74
Schmelzschweißen	65	Flamme einstellen	68	Hartlöten	74
Pressschweißen	65	Schweißrichtung	68	Hochtemperaturlöten	74
Im Einzelnen	65	Nachlinksschweißung (NL)	68	Lötverfahren nach Art der Lotzuführung	74
Pressschweißen	65	Nachrechtsschweißung (NR)	68	Lote	76
Schmelzschweißen	65	Zusatzwerkstoff	68	Weichlote	76
Schutzgasschweißen	66	Schweißgeeignete Werkstoffe	68	Hartlote	76
Einteilung der Schutzgasschweißverfahren	66	Schweißsinbilder in techn. Zeichnungen	68	Sonderlote	76
WIG	66	Lichtbogenhandschweißen	69	Flussmittel	76
MIG	66	Sicherheitsregeln	69	Gestaltung von Lötverbindung	76
MAG	66	Aufbau der Anlage	69	Arbeitsschutz	76
Elektrode	66	Schweißstromquellen	69	Merkmale	76
Schweißgas	66	Leerlaufspannung	69	Anwendungen	76
Anwendung, Merkmale	66	Stabelektrode	69	Motorbaugruppen	77
Aufbau einer MIG / MAG-Schweißanlage	66	Blaswirkung	69	Zahnriementrieb	77
Einstellungen beim MIG-MAG-Schweißen	67	Vorgänge beim Schweißen	70	Abgasanlage	77
Drahtvorschub klein	67	Wärme kann bewirken	70	Dichtungen am Motor	77
		Schweißflamme, Schutzgas	70	Drehmomentberechnungen	77
		Schweißgeeignete Werkstoffe	70	Zündfolge	77



Literaturverzeichnis

Automobil1995: n.n., Enzyklopädie des Automobils, 1995
BadZtg: , Badische Zeitung,
Bartens 2008: Werner Bartens, Vorsicht Vorsorge!, 2008
Böge Aufg.: Alfred Böge ua., Aufgabensammlung Technische Mechanik, 1999
Bosch 21: Ulrich Adler ua., Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 1991
Decker 2009: Decker et al., Maschinenelemente, 2009
Dutschke 1996: Wolfgang Dutschke, Fertigungsmesstechnik, 1996
EuroKfz: Rolf Gscheidle u.a., Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 2009
EuroM56: Ulrich Fischer ua., Fachkunde Metall 56.Auflage, 2010
EuroRBM: , Europa Rechenbuch Metall,
EuroTabM: Ulrich Fischer ua., Tabellenbuch Metall,
EuroTabM: diverse, Tabellenbuch Metall,
EuroTabM32: Ulrich Fischer ua., Tabellenbuch Metall, 1982
EuroTabM46: Roland Gommeringer ua., Tabellenbuch Metall 46.Auflage, 2014
EuroWzm: Roland Kilgus ua., Der Werkzeugbau, 1997
Handbuch Verbrennungsmotoren: div., Handbuch Verbrennungsmotoren, 2002
Hering 1992: Ekbert Hering ua., Physik für Ingenieure, 1992
Hering 2005: Ekbert Hering, Klaus Bressler, Jürgen Gutekunst, Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 2005
HJTabKfz: Elbl, Föll, Schüler, Tabellenbuch Fahrzeugtechnik,
Hoischen/Hesser 33: Axel Czaya ua., Technisches Zeichnen, 2011
HTFKM 1990: Christof Braun u.a., Fachkenntnisse Metall - Industriemechaniker, 1990
Johnson 2009: George Johnson, Die zehn schönsten Experimente der Welt, 2009
Klein 2008: Dieter Alex ua., Klein Einführung in die DIN-Normen, 2008
Klingelberg 1967: G. Brüheim u.a., Klingelberg - Technisches Hilfsbuch, 1967
Krafthand: n.n., ,
Roloff/Matek 1995: Matek et al., Maschinenelemente, 1995
Schal 1990: Willy Schal u.a., Fertigungstechnik 2, 1990
Schneider21: Andrej Albert ua., Bautabellen für Ingenieure, 21.Auflage,, 2014
SKF 2008: n.n., SKF Hauptkatalog - Das Wälzlagerhandbuch für Studenten, 2008
Skolaut 2014: Werner Skolaut (Hrsg.), Maschinenbau - Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor-Studium, 2014
Steinhilper 2007 I: Albers u.a., Konstruktionselemente des Maschinenbaus 1, 2007
Steinhilper 2007 II: Albers u.a., Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2, 2007
TabB Kfz HJ: Elbl ua., Tabellenbuch Fahrzeugtechnik,
Technik Profi: , Technik Profi - Das Extraheft für Kfz-Technik von auto motor und sport,

Fundstellen

Glühkerzen: mot 03/2010
Motorschnittbild, Kraftstoffersparnis, ADR, pV-Diagramm



Einführung

UVV

fehlt

Allgemein_TA_UVV.odt

Kfz 1

Gebrauchtwagenkauf

[HJTabKfz] Stichwort „StVZO“

Brainstorming



- 1) Freund/in möchte ein Auto kaufen und bittet dich um Hilfe: Worauf muss man bei einem (Gebraucht-)Wagenkauf alles achten?
- 2) Punkte per Brainstorming sammeln
- 3) Regeln für Brainstorming erläutern.

[Brainstorming_FO_Regeln](#)

Strukturieren

- Gliederung:
- hinten
- Seite
- vorne
- Motorraum
- Innenraum einschließlich Kofferraum
- Unterboden
- Papiere
- Probefahrt
- Beleuchtung

Strukturierte Begriffe ausformulieren

nicht „Reifen“, sondern
„Reifenprofil messen“, „Reifenzustand prüfen“, „Alter und Größe der Reifen feststellen“

Präsentation der Ergebnisse

- 4) Ergebnis des Brainstormings ist unübersichtlich und muss strukturiert werden. Dabei werden Mehrfachnennungen und offensichtlicher Unsinn entfernt und fehlende Punkte ergänzt.

[Brainstorming_FO_Auftrag-Nachbearbeitung](#)

Die gewählte räumliche Struktur ist günstig, wenn man um ein Auto herumgeht um es zu inspizieren. Andere Möglichkeiten der Struktur:

- Karosserie, Motor, Fahrwerk, Innenausstattung, Elektrik
- Auge, Ohr, Nase, Finger

- 5) Gruppeneinteilung: Außen, Innen, Motor, Unterboden, Papiere, Probefahrt

- 6) Einzelne Worte wie 'Reifen' sagen nichts aus → formulieren Sie, was beachtet werden muss.
- 7) Die ausführliche Formulierung nimmt jede Gruppe für je ein Thema (Motorraum, Unterboden..) vor.

- 8) Jede Gruppe präsentiert die Ergebnisse ihres Themas.

– Ziel ist, dass die Schüler fachlich diskutieren, was nach ihrem Kenntnisstand zu beachten ist.

- 9) Bei jeder Präsentation werden Beobachter eingeteilt, die den Referenten beobachten und anschließend ansprechen.

– Themen für Beobachter: Sprache, Ausdrucksweise, Körperhaltung, ...
– Nach der Präsentation nennen erst die Beobachter, dann alle Schüler, was ihnen beim Referat/Referenten aufgefallen ist. Die wichtigen Punkte werden an der Tafel notiert, dabei entsteht eine Liste „bei Präsentationen (und Kundenkontakt) zu beachten“

[Präsentation zu beachten_FO](#)

Sonstiges: Prüftechnik

- 10) Vom „Begutachten eines Gebrauchtwagens“ kann man zwanglos zur Prüftechnik überleiten, falls nötig

Kfz_LF01_TA_Gebrauchtwagenkauf.odt
Seitenumbruch



1BFR nach SVP – Präsentation der Ergebnisse

Gewerbeschule Lörrach

kfz_TA_SVP.odm
© https://Ulrich-Rapp.de, 17.10.2019, S.6/77



Kfz-Schein

Kfz-Schein (alt)

E1NS-LF01 S.27
HJ-LF-01-04 S.25
§?? StVZO (TabB)

Fahrzeugschein

LÖ - AB 123

Das vorstehende amtliche Kennzeichen ist
Vorname, Name (ggf. auch Geburtsname), Firma

ERIKA
MUSTERFRAU

geb. am 25.03.57
Postleitzahl, Wohnort / Firmensitz, Straße und Haus-Nr.

79539 LÖRRACH
WINTERSBUCKSTR. 33

ggf. Postleitzahl, Standort, Straße und Haus-Nr.

für das nebenstehend beschriebene Fahrzeug zugeteilt worden
- Anmeldung zur nächsten HU 02.05 -

09.04.03
Landratsamt Lörrach
- Straßenverkehrsamt -

Siegel

Elmar Elmer

Unterschrift

Schlüsselnummern										zu 1										zu 2										zu 3										zu 4																																																																															
										319220										0600										9312218																																																																																									
1										PKW KOMBI GESCHLOSSEN										16										zulässige Achslast										v 1430										m -										h 1300																																																											
2										S:93/59/EWG III										17										Räder u. d. Gleisketten										1										18										Zahl d. Achsen										2										19										davon ange- triebene Achsen										1																			
3										Volkswagen - VW										20										vorn										195/65R15 98S REINF.																																																																															
4										70X0C										21										mitten u. hinten										195/65R15 98S REINF.																																																																															
5										Fahrzeug-Ident.Nr. WV2ZZZ70ZSH047181 8										22										od. vorn										195/70R15C104 /102R																																																																															
6										DIESEL 02										6										Höchstgeschwin- digkeit (km/h)										137																																																																															
7										Leistung kW bei min ¹ K57 / 3700										23										Überdruck am Bremsenschluss										-										Einleitungs- bremsse										-										bar										25										Zweileitungs- bremsse										-										b									
8										Hubraum cm ³ 2370										24										Anhängerkupplung DIN 740-Form u. Größe										-																																																																															
9										Nutz- oder Aufladegewicht kg 390										25										Anhängerkupplung Prüfzeichen										-																																																																															
10										Steh- / Liegeplätze - / -										10										Rauminhalt des Tanks										-																																																																															
11										Masse über alles mm L 4655										12										Stützfläche einschl. Führer u. Pass.										8																																																																															
12										Leergewicht kg 1640										13										B 1840										H 1940																																																																															
13																				14										Zul. Gesamtgewicht kg										2590																																																																															
14																				15										Tag der ersten Zulassung										09.12.94																				0/-																																																											
15																				16										Bemerkungen										-																																																																															

ZIFF. 12:WAHLW.2 BIS 7 OD.9*ZIFF.13:LANG BIS 4990, HOCH VON 1920 BIS 2305 U.ZIFF.14 VON 1601 BIS 1867 JE NACH AUSR. U. S-PL.*ZIFF.20 BIS 23B. REIFENWECHSEL EG-KONTROLL GER. ANPASSEN*ZIFF.20 BIS 23A.FELGE 6JX15H2*ZIFF.20 BIS 23 AUCH GEN.: 205/65R15 98S REINF.*ZIFF.28:BIS 2000 ZUL.B.GES.GEW.DES ZUGES MAX. 4500KG* AUFL.ERT.:V.FAHRT A.OEFFENTL.STR.:B.MITGEFUEHRT.ERSATZRAD DIES.M.VERKLEID.ABDECK.*

Inhalt

amtl. Kennzeichen
Halter mit Geburtstag und Wohnort
Erster Termin der HU, weitere siehe Rückseite (Abstände siehe [HJTabKfz])
Tag der aktuellen Zulassung (nicht der ersten)

- 1) Karosserieform, Schadstoffklasse
- 2) Hersteller - siehe zu 2)
- 3) Baureihe - siehe zu 3)
- 4) Fz-Ident-Nr muss vorne rechts in der Karosserie eingeschlagen, z.B. im Wasserfangkasten
WVW: Hersteller
ZZZ: Füllnummer
70: Typ
Z: Füllzeichen
S: Modelljahr
H: Produktionsstätte
047... lfd. Nr.
- 5) Antriebsart + Schadstoffklasse
- 6) Höchstgeschwindigkeit

- 7) Leistung in kW. PS?
- 8) Hubraum → Steuer, Verbrauch
- 9/10) für Nkw und Tank-Fz.
- 11) Busse, Sanitäts-Fz, Lkw
- 12) Es dürfen mehr Personen mitfahren, solange sie ordnungsgemäß angeschnallt sind?
- 13) ohne Spiegel
- 14) Mit Fahrer (75kg) und 90% Tankfüllung
- 15) zul. Ladung?
- 16) inkl. Stützlast
- 17) 1 bedeutet Räder, 2 Gleisketten, 3 gemischt
- 20-23) Räder
- 24-27) für Nfz
- 24) Druckluftbremsen für Nfz
- 28) Anhängelast abhängig von Bremsen
- 30/31) Standgeräusch lauter als Fahrgeräusch?
- 32) Tag der ersten Zulassung
- 33) Zusätzliche Einträge:
Lesen und übersetzen lassen

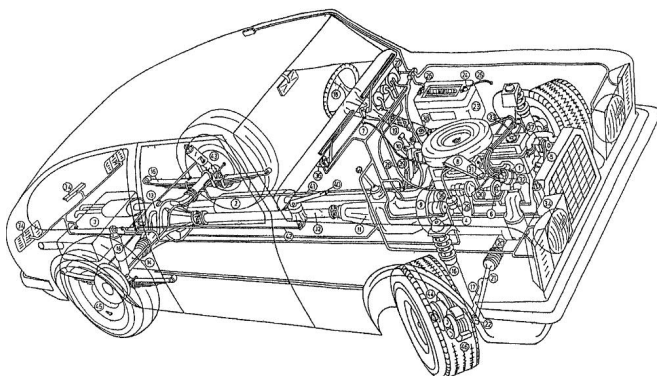
Kfz-Schein (neu)

Kfz_LF01_TA_Kfz-Schein.odt
Seitenumbruch



Bauteile eines Kfz

Auf Papier



Autoteile_AB

- 1) Wie heißen die nummerierten Teile ?
- 2) Beschleunigung falls erforderlich: Matrix an der Tafel vorgeben, 1. Reihe füllt Nr. 1-15, 2. Reihe ... aus.
- 3) Ergänzende Fragen:
 - Über welche Antriebsart verfügt das Fahrzeug?
 - Welche Bremsenarten sind in VA bzw. HA eingebaut?
 - An welchen Bauteilen kann man erkennen, um welche Motorart es sich handelt?
 - Markieren Sie den Antriebsstrang in der Zeichnung.
 - Wozu dient Teil 5?
 - Welche Pos.-Nr. hat der Handbremshebel?
 - Welche Funktion hat Teil Nr.9?

Begriffe alphabetisch geordnet vorgeben?

	'0+	'10+	'20+	'30+	'40+
0		Bremspedal (Fw)	Lenkachse (Fw)		Griff der Feststellbremse (Fw)
1	Motorblock (M)	Getriebe	Spurstangenhebel (Fw)	Kabel zum (M)	Bremsleitung (Fw)
2	Auspufftopf (M)	Kardanwelle (KÜ)	Lenkhebel (Fw)	Zündverteiler (M)	Bremszug der Feststellbremse (Fw)
3	Kraftstofftank (M)	Differential (KÜ)	Batterie (E)	Zündkabel (M)	Bremstrommel (Fw)
4	Kraftstoffpumpe (M)	Hinterachse (Fw)	Minuspol (E)	Beleuchtung	Bremssattel (Fw)
5	Kühler (M)	Blattfeder (Fw)	Massekabel (E)	Lima	Felge (Fw)
6	Unterdruckdose (M)	Stossdämpfer (Fw)	Pluspol (E)	Scheibenwischermotor	Reifen (Fw)
7	Choke (M)	Spurstangenhebel (Fw)	Lichtschalter (E)	Anlasser (E/M)	
8	Luftfiltergehäuse (M)	Lenkrad (Fw)	Drehzahlmesser (E)	Bremsflüssigkeitsausgleichsbehälter	
9	Kupplung (KÜ)	Lenksäule mit innenliegender Lenkspindel (Fw)	Zündspule (E/M)	Gaspedal (M)	

Mithilfe des Internets

<https://ulrich-rapp.de/stoff/fahrzeug/quiz/index.htm>

Kfz_LF01_TA_Bauteile-Kfz.odt

Seitenumbruch



1BFR nach SVP – Kostenvergleich Otto-Dieselfahrzeuge

Gewerbeschule Lörrach

Mathe_TA_SVP.odm
© https://Ulrich-Rapp.de, 17.10.2019, S.8/77



Kostenvergleich Otto-Dieselfahrzeuge

Annahmen

Quelle: Preislisten in Auto Motor Sport

Fahrstrecke pro Jahr: 30000 km/Jahr
Wie lange fährt man: 2 Jahre
Preis Super: 1,45 €/l
Preis Diesel: 1,35 €/l

Kosten	Vectra GTS 1.8 (Otto)	Vectra GTS 2.2 TDI (Diesel)
Grundpreis	22995,00 €	24695,00 €
Gesamtkosten	$\frac{3480 \text{ €}}{\text{Jahr}} \cdot 2 \text{ Jahre} = 6960,00 \text{ €}$	$\frac{3573 \text{ €}}{\text{Jahr}} \cdot 2 \text{ Jahre} = 7146,00 \text{ €}$
Verbrauch	$\frac{30000 \text{ km}}{\text{Jahr}} \cdot \frac{7,9 \text{ l}}{100 \text{ km}} = 2370 \frac{\text{l}}{\text{Jahr}}$ $2370 \frac{\text{l}}{\text{Jahr}} \cdot 2 \text{ Jahre} = 4740 \text{ l}$ $4740 \text{ l} \cdot 1,45 \frac{\text{€}}{\text{l}} = 6873,00 \text{ €}$	$\frac{30000 \text{ km}}{\text{Jahr}} \cdot \frac{6,5 \text{ l}}{100 \text{ km}} = 1950 \frac{\text{l}}{\text{Jahr}}$ $1950 \frac{\text{l}}{\text{Jahr}} \cdot 2 \text{ Jahre} = 3900 \text{ l}$ $3900 \text{ l} \cdot 1,35 \frac{\text{€}}{\text{l}} = 5265,00 \text{ €}$
Summe	36828,00 €	37106,00 €

Vertiefung

Ergänzen: Wiederverkaufspreis; HP suchen

Variationen: Fahrzeuge, Jahreskilometer, geplante Dauer

Mathe_TA_Kostenvergleich-Otto-Diesel.odt

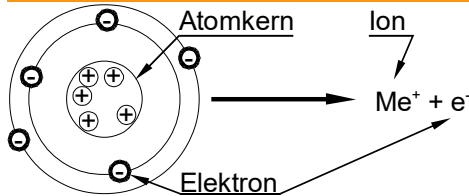


Elektrische Energie 1

Elektrischer Strom und seine Wirkung

Strom ist Bewegung von Teilchen (Wasser, Auto, Menschen ..)
Elektr. Strom ist Bewegung von elektr. Ladungsträgern.

Aufbau eines Atoms



Neutronen einfügen, wegstrebendes Elektron als einzelnes in eine äußere Schale zeichnen

Elektronen sind auf ihren Umlaufbahnen in Schalen angeordnet, voll besetzte Schalen sind stabil. Die äußeren Schalen sind bei Metallen nur schwach besetzt, diese Elektronen trennen sich leicht.

Metallatome streben auseinander in:

Elektronen e⁻ und Ionen Me⁺

sind elektr. Ladungsträger. Wenn sie sich bewegen, nennt man dies elektr. Strom.

Zeitbedarf 2h

1) Ein: Licht einschalten, was passiert?

- Stromkreis wird geschlossen, el. Strom (=Elektronen) fließen und regen in der Leuchtstoffröhre Ionen zum Leuchten an.
- Strom ist immer Bewegung von Teilchen, vgl: Ladungen (elektr. Strom), Flüsse (Wasser), Autobahnen (Autos), Licht (Photonen). Lichtstrom in Lumen ist ein Maß für die sichtbare Strahlung einer Lampe)

$$1 \text{ A} = 6,24 \cdot 10^{18} \frac{\text{e}}{\text{s}}$$

2) Was ist das Besondere an Metallen? (zunächst ohne Antwort)

Metalle sind zwar nicht alles, aber hier genügt diese Betrachtung.

3) Ültg: Woraus besteht Materie?

- Materie ist aus Atomen aufgebaut, diese aus einem Atomkern (≈10⁻¹⁴m) und der Elektronenhülle (≈10⁻¹⁰m). Metallatome neigen dazu, ihre äußeren Elektronen leicht abzugeben, zurück bleibt ein (Kat-)Ion.
- Jedes Elektron trägt eine (negative) (unteilbare) Elementarladung $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Coulomb) → $1 \text{ C} = 1 \text{ As} = 1/e = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e}$ [Hering 2005]
- Die Ladung eines Elektrons wurde zuerst von Robert Andrews Millikan (1868 – 1953) im Öltröpfchenversuch (Nobelpreis 1923) ermittelt ([Johnson 2009] S.149ff)
- Das altgrch. Wort ἤλεκτρον (élektron) bedeutet Bernstein, an dem die alten Griechen erstmals (überliefert) Elektrizität beobachteten.
- Das altgrch. Wort ἰόν (íon) bedeutet 'gehend' und bezeichnet heute ein durch Elektronenüber- bzw. unterschuss geladenes Molekül.
- Protonen und Neutronen werden durch die schwache Kraft zusammen gehalten, die bei ausreichender Anzahl von Neutronen die abstoßende Kraft unter den Protonen aufhebt.

- Strom ist immer Bewegung von Teilchen, vgl: Ladungen (elektr. Strom), Flüsse (Wasser), Autobahnen (Autos), Licht (Photonen). Lichtstrom in Lumen ist ein Maß für die sichtbare Strahlung einer Lampe)

ET_TA_Strom_ist.odt

Akkumulator

- 4 Regie
- 5 Regie

Zweck

Aufbau und Funktionsweise

Schaltzeichen und Schaltungsbeispiel

Merkmale

Anwendung im Kfz

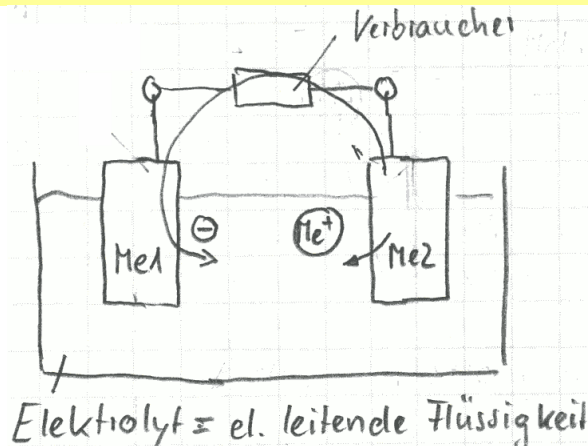
Vertiefung

ET_TA_Bauelemente_Akku.odt



Galvanisches Element

Versuch 1



Beobachtung

- zwei verschiedene Metalle erzeugen Strom, wenn sie durch eine elektr. leitenden Flüssigkeit (= Elektrolyte) verbunden sind.

Erklärung

- unterschiedliche Metalle trennen sich unterschiedlich leicht von ihren Elektronen
- Elektronen drängen vom edlen ins unedle Metall = Spannung
- Strom kann nur fließen, wenn Elektrolyte die Bewegung der Elektronen ausgleichen
- Das unedle Metall löst sich auf.

Anwendung

- Batterie (Umkehrung des Galvanisierens!)
- Akkumulator: galvanische und elektrochemische Wirkung sind umkehrbar
- elektrochemische Korrosion:
2 Metalle + Wasser (+ Salz) → Strom + Rost.
Luftfeuchtigkeit genügt für die Korrosion. In der Wüste dagegen rosten Autos fast nicht (new Mexico, Arizona)
- Opferanode

Vertiefung

1 Wdhg: Was ist Strom?

2 Wer oder was treibt die Ladungsträger zur Bewegung (vgl. Wasser)

[Video MdNuT-Batterie-Volta](#)

Hinweise

[AquaClock](#)

trocken → keine Wirkung

Wasser → wenig Wirkung

Salzwasser → läuft

getrennte Wasser → keine Wirkung

[Apfel, Cu- und Zn-Nagel, Voltmeter](#)→ [\[HJTabKfz\] „Elektrochemische Spannungsreihe“](#)

Die Korrosion geschieht durch Bildung von Metallhydroxiden: $\text{H}_2\text{O} + \text{Me} \leftrightarrow \text{MeOH} + \text{H}$
oder andere Reaktionen, z.B. mit O_2 .

de.Wikipedia.org/wiki/**Opferanode**: „Eine Opferanode ist ein Stück unedles Metall, das zum Korrosionsschutz von Funktionsteilen aus anderen Metallen (speziell [Eisen](#) und [Stahl](#), aber auch [Stahlbeton](#) und [Messing](#)) verwendet wird. Es wird somit gezielt [Kontaktkorrosion](#) eingesetzt.“

Anwendungsbeispiele: Zink auf Karosserieblech ist eine Art Opferanode; aus Zink bei Schiffsschrauben aus AlSn; aus Magnesium in Warmwasserspeicher

[Video Zitronenbatterie – Die Maus](#)[Video MdNuT – Strom - Faraday](#)

ET_TA_Spannung_galvanisch.odt

Seitenumbruch



Reifen und Felgen

Reifen

[HJTabKfz] Stichwort „StVZO“

Geschichte von Reifen

1888 John Dunlop erhält Patent für den ersten Luftreifen
1909: Fritz Hofmann erhält Patent zur künstlichen Herstellung von Kautschuk
1920: Ruß wird als Füllstoff und zur Verbesserung eingesetzt, Reifen werden schwarz
1936: Sempert bringt einen Winterreifen mit groben Stollen
1946 Michelin bringt Radialreifen heraus: verbessert Rundlauf und Gewicht
1990: Silica ersetzt teilweise den Ruß und verbessert Haftung bei Nässe
1996: Kevlar statt Stahl im Gürtel

Winterreifen

M+S (Matsch + Schnee)

- gilt momentan noch als zugelassen für Winter
- ist aber nicht gesetzlich geschützt = es gibt keine Vorschriften dafür

Alpinensymbol (Schneeflocken)

- Ab 01.01.2018 Pflicht im Verkauf
- Ab 01.10.2024 Pflicht auf der Straße für Pkw, Lkw, Bus

Winterreifen

Mindestprofiltiefe

D: 1,6 mm; A: 4 mm;

Winterreifenpflicht: A, CZ, SLO, HR, BiH, SRB, MK, RO, UKR, BY, LT, LV, EST, SF, S

Situative Winterreifenpflicht: I, SK, D, LUX, N

keine Winterreifenpflicht: IIR, GB, P, E, F, B, NL, CH, PL, H, RUS, MD, BG, AL, GR

Erarbeitung in GA

Plakat in Partnerarbeit zu den Themen Reifen und Felgen
Prämierung mit Gummibärchen und Halal-Pendant

[Rad_Auftrag_Platat](#)

[Rad_Felge_AB](#)

[Rad_Reifen_AB](#)

Kfz_LF01_TA_Reifen.odt

Felgen

Plakat in Partnerarbeit zu den Themen Reifen und Felgen
Prämierung mit Gummibärchen und Halal-Pendant

[Rad_Auftrag_Platat](#)

[Rad_Felge_AB](#)

[Rad_Reifen_AB](#)

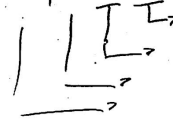
Vertiefung

Bewerten von Plakaten

Erläuterung (Beispiel des ersten Plakats Sachverhalt)

- 28 Felgen / Reifenbezeichnungen

185/65 R 15



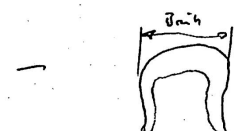
- Visualisierung

wo wird

185

65

gemessen



besser als



besser als

Bz ist das Maß von ... bis ... in mm

1: Bz

- Sorgfalt
deutlichkeit

Kfz_LF01_TA_Reifen-Felgen.odt

Reifendruckkontrollsysteme

[HJTabKfz] Stichwort „StVZO“



Drehzahl

Raddrehzahl

- 1) Ein (Fz nach akt. TabB) fährt mit 100 km/h.
 - a) Wie viele Umdrehungen machen seine Räder von Lörrach bis Lahr (Luzern .., 100km)?
 $1855 \text{ mm} \hat{=} 1 \text{ Umdrehung}$
 $100 \text{ km} \hat{=} 1 \text{ U} \cdot \frac{100'000 \text{ m}}{1,855 \text{ m}} = 53908 \text{ U}$
 Ein Rad des .. macht 53908 U auf 100 km
 - b) Welche Drehzahl haben die Räder?
 $1 \text{ h} \hat{=} 100 \text{ km} \hat{=} 53908 \text{ Umdrehungen}$
 $1 \text{ min} \hat{=} 53908 \text{ U} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ min}} \approx 900 \frac{\text{U}}{\text{min}}$
 Bei 100 km/h macht das Rad des .. ca. 900 min⁻¹
 - c) Wieviele Umdrehungen macht das Rad von Lörrach bis Karlsruhe (Lausanne, Bregenz, 200 km)?
 $100 \text{ km} \hat{=} 53908 \text{ U}$
 $200 \text{ km} \hat{=} 53908 \text{ U} \cdot 2 = 107816 \text{ U}$
 - d) Welche Drehzahl haben die Räder bis Karlsruhe?
 $2 \text{ h} \hat{=} 200 \text{ km} \hat{=} 107'816 \text{ Umdrehungen}$
 $1 \text{ min} \hat{=} 107'816 \text{ U} \cdot \frac{1 \text{ min}}{120 \text{ min}} \approx 900 \frac{\text{U}}{\text{min}}$

Getriebeübersetzung

- e) Wie groß ist die Gesamtübersetzung der Getriebe bei einer Motordrehzahl von 4000 min⁻¹?

$$\text{Übersetzung } i = \frac{\text{Motordrehzahl } n_{\text{Mot}}}{\text{Raddrehzahl } n_{\text{Rad}}} = \frac{4000 \text{ min}^{-1}}{890 \text{ min}^{-1}} = 4,5$$

Ein Getriebe übersetzt vor allem Drehmoment:
 Übersetzung → verstärkt Drehmoment + senkt Drehzahl
 Untersetzung → verringert Drehmoment + erhöht Drehz.

Spritsparend fahren

Hohes Drehmoment (fast Vollgas) und niedrige Drehzahl verbraucht weniger Sprit als umgekehrt.

Vertiefung

- 2) Variationen
- 3) Anderes Fahrzeug nach TabB ?
- 4) Radumdrehungen für 20 km; 50km; 350 km
- 5) Raddrehzahl bei 50 km/h; 80 km/h, 130 km/h
- 6) Hausaufgabe: Welche Drehzahl hat eine Nockenwelle (RitzelØ 400 mm) bei 120 km/h und einer Motordrehzahl von 6000 U/min ?

Vorgehensweise: Lösung in Kleingruppen erarbeiten lassen

Eine Gruppe trägt vor, Diskussion
 Lehrer stellt den Lösungsweg übersichtlich dar
 Anschließend Zettelarbeit mit neuer Aufgabe

Ziel

Lösung selbstständig finden bzw. austauschen.
 möglicher Lösungsweg: Anzahl der Umdrehungen per Dreisatz oder Formel.

Inhalte

Tabellenbuch, Reifengrößen, dynamische Veränderung der Reifenmaße

Abrollumfang

1) Informationsquellen?

(Beispiel: Golf GT in [HJTabKfz]25.Aufl.)

[HJTabKfz] „Fahrzeugdaten“: Reifen für das Fahrzeug: (Beispiel: 225/45R17W)

[HJTabKfz] „Reifen, Tabelle“: statischer Halbmesser (283 mm), Abrollumfang: (1855 mm)

2) Unterschied zw. statischer Halbmesser und Abrollumfang?

Statischer Halbmesser = Radius r → U = 2π r = 2π 300 mm = 1885 mm

3) Warum sind statischer und Abrollumfang nicht gleich? Warum hat der Abrollumfang eine Toleranz nach oben (nach unten ist klar bei abgefahrenen Reifen)?

Beim Fahren beeinflusst den Reifen 1) Achslast → verringert den Reifenumfang durch Umformung; 2) Fliehkraft → erhöht Reifenumfang; 3) Schlupf → verringert scheinbar den Reifenumfang, weil er nicht ganz in Vorschub umgesetzt wird; 4) Luftdruck?

4) 100 km/h → Die vorher berechnete Anzahl Umdrehungen findet in einer Stunde statt.

Schreibweisen für Umdrehungen pro Minute:

$$\frac{\text{Umdrehung}}{\text{Minute}} = \frac{\text{U}}{\text{min}} = \frac{1}{\text{min}} = \text{min}^{-1} = \text{rpm} = \text{giri per minuti}$$

- 1) Drehzahl hängt nicht von der Entfernung ab!

Aufgabe eines Getriebes

- 2) Man könnte doch auch so rechnen:

~~$$\text{Übersetzung } i = \frac{\text{Raddrehzahl } n_{\text{Rad}}}{\text{Motordrehzahl } n_{\text{Mot}}} = \frac{890 \text{ min}^{-1}}{4000 \text{ min}^{-1}} = 0,22$$~~

- 3) Klingt doch logisch: Übersetzung ins Langsame wäre kleiner als 1, also eine „Unter“setzung. Warum wird tatsächlich anders gerechnet?

- 4) Wird denn nur die Drehzahl übersetzt? Warum schaltet man bergauf zurück? → Drehmoment.

- 5) Alternative Übersetzungsrechnung durchstreichen.

Übersetzung in Pkw

- 1) Übliche Übersetzungen → TabB

[HJTabKfz]25 S.41 „Übersetzung“: Gesamtübersetzung 4. Gang = 3,4..5,0
 setzt sich zusammen aus

[HJTabKfz]25 S.40 „Übersetzung“: Übersetzung Achsgetriebe = 3,0..5,0 (Pkw)

[HJTabKfz]25 S.39 „Übersetzung“: Wechselgetriebe 4. Gang = 0,8..1,2 (5-Gang-Getriebe)

- 2) Wie könnte man bei 100 km/h besser fahren?

Hochschalten → spart Sprit

Mögliche Fortsetzung:

- Drehmomentverlauf, Leistungsberechnung, Leistungsverlauf
- Drehzahlberechnungen
- Übersetzungen



Betriebsflüssigkeiten

Kurzform: Motoröl, Getriebeöl, BFK und KF – 1h Gruppenarbeit, danach TA

Langform: Gruppenarbeit und Referate

FO Hilfsstoffe_Auftrag-GA

Motoröl

Aufgaben

Hauptaufgaben

- Motorteile schmieren
→ Verschleiß und Reibung verringern

Nebenaufgaben

- Kühlung
- Feinabdichtung zwischen Kolben und Zylinder
- Korrosionsschutz
- Reinigung (Abfuhr von Abrieb)

Belastungen

- Hitze → Viskosität sinkt (Öl wird dünnflüssig)
→ Ölfilm kann reißen → Kolbenfresser
- Kälte → Viskosität steigt (Öl wird zäh)
→ Öl kommt nicht schnell an die Schmierstellen
→ Verschleiß
- Verschmutzung, Abbrand, Abrieb, Kraftstoff
- Alterung (wird "ranzig")

Anforderungen

- schmierfähig bei allen Temperaturen
- **darf nicht zu dick und nicht zu dünn sein**
= gleichbleibende Viskosität
- Alterungsbeständig
- Korrosionsschutz durch Additive

Arten und Kennzeichnung

- Mineralöl
- Synthetiköl (teurer, reinere Stoffe)
z.B. Motoröl SAE 10W – 40
- SAE: Society of Automotive Engineers
- 10 W: Maß für die Schmierfähigkeit bei Kälte, soll möglichst niedrig sein
- 40: Maß für die Schmierfähigkeit bei Wärme, soll möglichst hoch sein

Umwelt- und Selbstschutz

- Öl muss mit Altöl entsorgt werden, weil es nicht ins Grund- oder Abwasser gelangen darf
- Handschuhe tragen
- Bei Kontakt mit den Augen ausspülen (Augenspülflasche, Wasserhahn) und Arzt aufsuchen

Begriffe

Viskosität

bedeutet Zähflüssigkeit bzw. Dickflüssigkeit

1) Wozu braucht man Motoröl ?

2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird.
Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher erledigen kann, weil er schon mal da ist, oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.

3) Warum werden Öle nach Viskosität bezeichnet?

Weil es die wichtigste Größe ist

4) Problem: Die Viskosität von Öl ist von der Temperatur abhängig. Wenn Öl zu dünnflüssig ist, kann der Schmierfilm reißen und ein Kolbenfresser entstehen. Wenn das Öl zu dickflüssig ist, kommt es nicht oder zu spät an die Schmierstellen.



Getriebeöl

Aufgaben

Hauptaufgaben

- Schmieren des Getriebes
 - → Verschleiß mindern
 - → Reibung verringern → hohe Viskosität
(Sonderfall: müssen genügend Reibung für die Synchronringe übriglassen)
- Bei Automatikgetrieben:
 - Bremsräder und Kupplung betätigen
 - Hydraulisch Drehmoment von Pumpen- zu Turbinenrad übertragen → niedrige Viskosität

Nebenaufgaben

- Reinigen
- Kühlen
- Abdichten
- Geräusche dämpfen
- Schutz vor Korrosion
- Alterungsschutz (Selbstschutz)
- dürfen Leitungen, Dichtungen und Metalle nicht angreifen

Belastungen

- hohe Drücke zwischen den Zähnen
- hohe Scherbelastung zwischen den Zähnen
- Alterung

Anforderungen

- Druck und Scherbelastung aushalten
- geräuschkämpfend
- reinigend
- schmierend
- kühlend
- schützend

Arten

- Schaltgetriebeöle, z.B. API-GL-4, für mittelbeanspruchte Hypoidgetriebe und stark beanspruchte Schaltgetriebe
- Hypoidgetriebeöle, z.B. API-GL-5 für stark beanspruchte Hypoidgetriebe, für Getriebe mit Hypoidverzahnung (greifen Buntmetalle an und dürfen nur mit Freigabe des Herstellers eingesetzt werden)

Kennzeichnung

erfolgt mit der Angabe der API-Klassifikation und der Viskositätsklasse

- GL 4 SAE 80W
- GL 5 SAE 75 W/90

Umweltschutz, Arbeitsschutz

- Entsorgung im Altöl

Begriffe

Scherbelastung

Die Zahnflanken von Zahnrädern üben einen großen Druck aus und reiben aneinander → diese Scherung ist eine hohe Belastung für Öl.

Bei Hypoidverzahnungen ist das Problem besonders groß → sie benötigen hochwertigeres Öl.

- 1) ?
- 2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird.
Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher miterleiden kann, oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.

API: American Petrol Institute
GL: Gear Lubricant
ATF: Automatic Transmission Fluid

GL: Gear Lubricant
SAE: Society of American Automotive Engineers
Hypoidgetriebe

Hypoidverzahnung

- für Zahnradpaare, deren Achsen sich nicht schneiden
- erzeugt besonders große Scherbelastung

**Bremsflüssigkeit****Aufgaben****Hauptaufgaben**

- Druck vom Hauptbremszylinder zum Radbremszylinder weitergeben

Nebenaufgaben

- schmiert bewegliche Teile im Bremskreis
- Korrosionsschutz

Belastungen

- Bremsflüssigkeiten wirken hygroskopisch, = sie ziehen Wasser an
 - der Siedepunkt sinkt
 - **Dampfbläschen können entstehen und die Übertragung des Bremsdruckes verhindern**
 - Wasser macht BFK bei tiefen Temperaturen zähflüssig

Anforderungen

- hoher Nasssiedepunkt
- niedriger Stockpunkt (etwa bei -65°C)
- gleich bleibende Viskosität über den Temperaturbereich
- darf Leitungen und Metall nicht angreifen
- schmierfähig
- korrosionsschützend
- mischbar mit anderen Bremsflüssigkeiten

Arten und Kennzeichnung

DOT (Department of Transportation = US-Verkehrsministerium)

- DOT 3: SP $> 205^{\circ}\text{C}$, Nass-SP $\approx 140^{\circ}\text{C}$
- DOT 4: SP $> 230^{\circ}\text{C}$, Nass-SP $\approx 165^{\circ}\text{C}$
- DOT 5.1: SP $> 260^{\circ}\text{C}$, Nass-SP $\approx 180^{\circ}\text{C}$
Silikonbasis, nicht mit DOT 1-5 mischbar
Nur für spezielle Fahrzeuge

Der Nass-Siedepunkt gilt für 3,5% Wassergehalt, der nach 2 Jahren erreicht werden kann.

Umwelt- und Selbstschutz, Arbeitshinweise

- Bremsflüssigkeiten sind hochgradig giftig
- Bremsflüssigkeiten lösen Lacke auf
- müssen alle 2 Jahre gewechselt werden wg Wassergehalt und Nass-Siedepunkt.
- Bremsflüssigkeit müssen abgesondert von Öl usw. entsorgt werden.

Begriffe**Hygroskopisch**

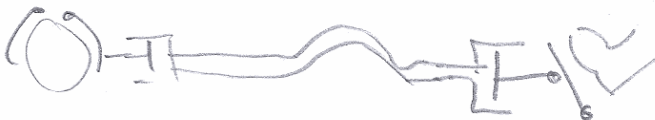
Manche Stoffe ziehen Wasser an, z.B. Salz im Salzstreuer oder BFK.

Nasssiedepunkt

Ist die Temperatur, bei der BFK mit 3,5% Wasser siedet. Wenn diese Temperatur bei heißen Bremsen überschritten wird, entstehen Wasserdampfblasen, die die Übertragung der Bremskraft verhindern.

Alternativ**Aufgabe**

Fußkraft aufnehmen und an die Bremsbacken weiterleiten



- 1) ?
- 2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird. Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher miterleiden kann, oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.

- 1) *Warum macht man Reiskörner in den Salzstreuer ?*

Salz zieht Wasser an (Hygroskopie), dadurch verklumpt es und lässt sich nicht mehr streuen. Man fügt Reiskörner in den Salzstreuer, weil Reis noch hygroskopischer ist und das Wasser vor dem Salz aufnimmt.

- 2) *Weitere Beispiele für Hygroskopie ?*

Trockenmittel
weißes / blaues Kupfersulfat

- 3) *Warum spritzt der Onkel Doktor vor dem Impfen zuerst in die Luft ?*

Embolie: Wenn sich Luftbläschen in den Arterien befinden, werden diese vom Herzschlag elastisch zusammengedrückt, im schlimmsten Fall ohne Blut zu transportieren.

- 4) *Demonstration ?*

DOT 3, DOT 4 und DOT 5.1 (letzteres ist selten) sind untereinander mischbar. DOT 5 (Silikonbasis) ist mit den anderen nicht mischbar.

Sonstiges

Mit Bremsflüssigkeitstestern, die man in den Ausgleichsbehälter steckt, wird in 30s der Siedepunkt der BFK gemessen, sodass man die BFK nicht mehr auf Verdacht tauschen muss. In den Handreichungen befinden sich AB für BTW: Neue BFK mit verschiedenen Anteilen von Wasser impfen, Siedepunkt messen und Siedetemperatur gegen Wassergehalt aufzeichnen.

Anforderungen

Kälte → niedriger Stockpunkt

Hitze → hoher Siedepunkt

BFK zieht Wasser → hoher Nasssiedepunkt

ABS/EBs → immer gleiches Fließverhalten (Viskosität)



Kühlflüssigkeit

Aufgaben

Hauptaufgaben

- Wärme abführen
 - Überhitzung der Motorbauteile verhindern
 - Motoröl schmierfähig halten
 - gleichmäßige Betriebstemperatur → geringere Spannungen
 - bessere Zylinderfüllung
 - Verringerte Klopfneigung bei Otto-Motoren → höhere Verdichtung und Wirkungsgrad möglich
 - größere Füllung durch kälteres Frischgas

Nebenaufgaben

- Korrosionsschutz im Kühlkreislauf
- Wasserpumpe schmieren
- Beheizung des Innenraumes
- Dämpfung der Verbrennungsgeräusche

Belastungen

- Hitze verdampft das Wasser und zersetzt die Kühlflüssigkeit. Maximal zulässig ist etwa 120°C.
- Kälte lässt die Mischung gefrieren.

Anforderungen

- niedriger Gefrierpunkt
- hoher Siedepunkt
- gute Wärmeleitfähigkeit
- Kühlflüssigkeit muss bei beginnender Erstarrung noch teilflüssig bleiben, damit die Ausdehnung nicht die Leitungen beschädigt.
- Schutz vor Korrosion
- Entschäumend
- Schutz vor Kavitation

Arbeitsweise

- Gefrierschutzmittel
 - senkt den Gefrierpunkt bis mindestens -30°C
 - hebt den Siedepunkt (?)
 - schützt vor Korrosion
- Überdruck im Kühlkreislauf hebt den Siedepunkt

Arten und Kennzeichnung

- Kühlflüssigkeit besteht meist aus mehrwertigen Alkoholen (Ethylenglykol..) mit Additiven
- Jeder Fahrzeughersteller verwendet eigene Bezeichnungen

Arbeitsschutz

- Hände und Augen sind vor Kühlflüssigkeit zu schützen, weil sie giftig ist.

Umweltschutz

- Kühlflüssigkeit muss sachgerecht gelagert und entsorgt werden, weil sie als Sondermüll gilt.

Begriffe

Mischungskurve für Kühlflüssigkeit

Korrosion

Kavitation

- 1) Aus dem Film „Jagd auf roter Oktober“: „Wir kavitieren ..“
Wenn strömende Fluide beschleunigt werden, sinkt nach dem Gesetz von Bernoulli ihr Druck (→ Flugzeugflügel, Parfümzerstäuber, Vergaser, ..). Bei Flüssigkeiten können an Schiffsschrauben und bei Pumpen durch den Unterdruck Gasblasen entstehen, die beim Implodieren (Dampfschlag) Lärm machen (→ macht U-Booten passiv ortbar) und benachbarte Bauteile beschädigen.

Pumpenrad mit Kavitationsschäden

1) ?

2) .

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird. Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher erledigen kann, wenn er schon mal da ist (zB. Geräuschdämpfung), oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären (zB. Korrosionsschutz bei KF).

- Die Kühlflüssigkeit muss die überschüssige Wärme, welche durch den Verbrennungsvorgang auf Bauteile des Motors und auf das Motoröl übergegangen ist an die Umgebungsluft abführen.
- Die Kühlung ermöglicht eine höhere Leistung bei günstigerem Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß. Da durch höheren Druck im Kühlsystem die Kühlmitteltemperatur angehoben werden kann, ohne dass die Kühlflüssigkeit siedet.

Ethylenglykol hat mit $c = 2,40 \text{ kJ/(kgK)}$ eine deutlich geringere spezifische Wärmekapazität als Wasser mit $c = 4,18 \text{ kJ/(kgK)}$ und kühlt deshalb schlechter als Wasser. Werte → [HTabKfz] „Stoffwerte“

- 1) Welche Schlussfolgerungen kann man aus Aufgaben und Belastungen ziehen ?
- 2) Die Anforderungen können direkt aus den o.g. geschlossen werden..

Zustandsdiagramm: → TabB „Kühlflüssigkeit“, „Frostschutz“; Vgl. mit Wasser -ö Salz – Gemisch auf Straßen

Auswirkungen von Gefrierschutzmittel auf den Siedepunkt ?

Frostschutzmittel enthält korrosionsschützende Stoffe, damit diese wirken, sollte Kühlflüssigkeit 40% FS enthalten.

- Kühlmitteltemperatur bis 120°C bei 1,4 bar. Der Siedepunkt für Gemische mit mindestens 50% FS muss mindestens 107,8°C enthalten.

[Handbuch Verbrennungsmotoren] S.756

		Gefrierpunkt	Siedepunkt
Monoethylenglykol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	-11,5°C	1985°C
Monopropylenglykol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$	-60,0°C	183°C
Diethylenglykol	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_3$	-10,5°C	245°C

Die geringste letale Dosis beträgt etwa 100ml bzw. 1,4g /kg Körpergewicht. [Wikipedia/Ethylenglykol]

Frostschutzgehalt prüfen

Kühlflüssigkeit ist in der Regel ein Gemisch aus möglichst kalkarmen Wasser, Gefrierschutzmittel und Zusätzen für den Korrosionsschutz sowie zur Schmierung.

Vor Einbruch der kalten Jahreszeit muss der Frostschutzgehalt auf den vorgeschriebenen Wert gebracht werden, damit das Wasser nicht gefriert und dadurch am Motor und Kühler schwere Schäden hervorruft.

Das Mischungsverhältnis und damit die Gefriertemperatur lässt sich mit einer Messspindel (Aräometer) oder dem Refraktometer (Bild 1) ermitteln. Dabei wird die Dichte des Kühlmittels bestimmt und so der Frostschutzgehalt bestimmt.



Kältemittel und Kältemittelöle

Aufgaben

Hauptaufgaben

–

Nebenaufgaben

Belastungen

Anforderungen

–

Arbeitsweise

–

Arten

–

Kennzeichnung

Arbeitshinweise

Warum ?

Wie ?

sonst noch zu beachten

Umweltschutz

Warum ?

Wie ?

Arbeitsschutz

Warum ?

Wie ?

Nur bei Zeitüberfluss unterrichten

1) ?

2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird.
Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher miterleideigen kann,
oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.

Kfz_LF01_TA_Kaeltemittel.odt

Reinigungsmittel

Aufgaben

Hauptaufgaben

–

Nebenaufgaben

Belastungen

Anforderungen

–

Arbeitsweise

–

Arten

–

Kennzeichnung

Arbeitshinweise

Warum ?

Wie ?

sonst noch zu beachten

Umweltschutz

Warum ?

Wie ?

Arbeitsschutz

Warum ?

Wie ?

1) ?

2) ?

1) ?

2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird.
Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher miterleideigen kann,
oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.

Kfz_LF01_TA_Reinigungsmittel.odt
Seitenumbruch



Zündkerze

Aufgaben

Hauptaufgaben

–

Nebenaufgaben

Belastungen

Anforderungen

–

Arbeitsweise

–

Arten

–

Kennzeichnung

Arbeitshinweise

Warum ?

Wie ?

sonst noch zu beachten

Umweltschutz

Warum ?

Wie ?

Arbeitsschutz

Warum ?

Wie ?

1) ?

2) ?

Hauptaufgaben sind die Aufgaben, deretwegen der Hilfsstoff hauptsächlich eingesetzt wird.
Nebenaufgaben sind Aufgaben, die der Hilfsstoff entweder nebenher miterleideigen kann,
oder die ohne den Hilfsstoff gar nicht nötig wären.



Pausenfüller

Kontrollen und Arbeiten am Kfz

vom Gesetzgeber vorgeschrieben

Zweck

- Sicherheit (für sich und andere)
- Umweltschutz (Abgas, Lärm, Ölverlust)

Arten

- Betriebserlaubnis (BE) → §19f StVZO
 - Allgemein (ABE) durch Hersteller
 - Einzel (EBE)
für Einzelfahrzeuge §20 oder -teile §21
- Hauptuntersuchung HU durch TÜV, Dekra usw.
 - regelmäßige Prüfung von Sicherheit und Umweltschutz → §29 StVZO
- Sicherheitsüberprüfung SP → Anl. VIII StVZO
 - für Nfz, durch anerkannte Werkstatt
- Abgasuntersuchung AU → §47a StVZO
 - regelmäßige Prüfung der Abgaswerte durch Fachwerkstatt
- Verantwortung des Benutzers (Fundstelle?)
 - ständige Überwachung der Fz-Betriebssicherheit
 - Leuchten, Luftdruck, Profiltiefe ..
 - Funktion von Bremsen, Lenkung ..

wenn nicht

- rechtliche Sanktionen, z.B. Bußgeld
- Verlust von Versicherungsschutz

vom Hersteller vorgeschrieben

Zweck

- regelmäßige Tätigkeiten, um Betriebs- und Funktionssicherheit zu gewährleisten
 - nach km (wegen Verschleiß, z.B. Zahnriemen)
 - nach Zeit (wegen Alterung, z.B. Öl, Batterie)
- umfasst Sicht- und Funktionsprüfungen

Arten

- Wartung:
z.B. reinigen, Ölwechsel, schmieren, nachstellen
- Inspektion / Service:
z.B. messen, prüfen, kontrollieren
- Instandsetzung:
z.B. ausbessern, reparieren, austauschen
- Rückrufaktion

Arbeitspläne

- erstellt der Hersteller (heutzutage als Checkliste)
- moderne Kfz berechnen Wartungsfristen elektronisch nach
 - km / Zeit
 - Betriebszustände (Kurz-/ Langstrecken, Motor-temperatur)

wenn nicht

- u.U. Garantieverlust
- erhöhtes Ausfallrisiko, Wertverlust

vom Besitzer / Benutzer verlangt

Zweck

- Betriebssicherheit, Umweltschutz ...
- (Umsatz für die Werkstatt, deshalb wirbt sie dafür)

Arten

- eigene Kontrolle, z.B. Luftdruck, Öl, Kühlflüssigkeit,
- Kontrollen in der Werkstatt: Lichttest, Wintercheck,

[TabB Kfz HJ] Stichwort „StVZO“

- 1) Überschrift an die Tafel schreiben
- 2) Kurzes Brainstorming: Welche Bezeichnungen für Kontrollen und Arbeiten am Fahrzeug kennen Sie ? Mit Rückfragen ergänzen.
ABE, EBE, HU, AU, Kontrolle, des Fahrers und des Besitzers, Wartung, Inspektion, Service, Instandsetzung, Ölstandskontrolle, Wintercheck, Urlaubscheck .
- 3) Wer will die Kontrollen haben / Wer schreibt sie vor ? Warum ? Wer führt sie durch ? Was passiert, wenn sie nicht durchgeführt werden ?
- 4) Ordnen Sie die Arbeiten in 3 Spalten mit den Überschriften: Vom Gesetzgeber vorgesehen ...
- 5) Für jede Kontrolle (Gesetzgeber): Geben Sie den Paragraphen im Gesetz für die Kontrolle an. Wer darf die Kontrolle durchführen?

ABE → §20 StVZO

EBE → §21 StVZO

HU → §29 und Anl. VIII, IX StVZO

AU → §47a und Anl. VIIIa, IXa StVZO

SP → Anl. VIII StVZO

Fz-Ident# → §59 StVZO

- 6) Für jede Spalte: Zweck, Folgen bei Unterlassung .. ?

Kontrolle und Arbeiten am Kfz

vom Gesetzgeber vorgeschrieben	vom Hersteller vorgeschrieben	vom Besitzer / Benutzer verlangt
Zweck		
Arten		

- 7) Werden alle Untersuchungen vom Gesetzgeber vorgeschrieben ?
- 8) Warum schreiben Hersteller Arbeiten vor ?

- 9) Welche Arbeiten müssen durchgeführt werden ? Beispiel siehe EuroKfz „Wartung, Instandsetzung, Instandhaltung“

- 10) Warum müssen die Arbeiten abgehakt werden ?

Die Begriffe Wartung, Inspektion, Service werden oft synonym eingesetzt, d.h. sie können die gleiche Bedeutung haben.

- 11) Warum Checklisten mit Häkchen und Ausfüllfelder (z.B. Profiltiefe..)

Wird auch gerne von Werkstätten beworben, weil es Umsatz bringt.

Weitere Kontrollen: Urlaubscheck, Scheibenwaschflüssigkeit



StVO

Kfz_LF01_TA_StVO.odt

StVZO

Kfz_LF01_TA_StVZO.odt
Seitenumbruch



Rechtliche Grundlagen

Produkthaftungsgesetz

Wofür haftet

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

Nachweispflicht

Geschädigter muss nachweisen

- Schaden
- ursächlichen Zusammenhang zum Produkt

Wer haftet

- Hersteller haftet **verschuldensunabhängig!**
- Hersteller ist,
 - wer Endprodukt, Teilprodukt oder Grundstoff dafür herstellt §4(1)
 - wer sich als Hersteller ausgibt durch Anbringen seines Namens o.ä. §4(1)
 - wer 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
- Befreiung von der Haftung nur, wenn
 - §1 (2) 1: Der Hersteller das Produkt nicht in Handel brachte (z.B. weil es ihm gestohlen wurde)
 - §1 (2) 2: Transport- oder Lagerschaden (z.B. nach Übergabe an ...)
 - §1 (2) 3: Wenn es ein Hobbybastler für sich oder als Geschenk herstellte
 - §1 (2) 4: Analog: Airbag, Impfstoffe ... (verursachen gelegentlich Schäden)
 - §1 (2) 5: Wenn der Fehler nach Stand der Technik nicht erkannt werden konnte (z.B. Blutkonserven vor der Entdeckung von Aids)
 - §1 (3): Wenn der Hersteller des Fahrrades den Fehler dem Hersteller der Schraube zuweisen kann

ProdHaftG ist ein Gesetz für Endkunden, die vorher am kürzeren Hebel saßen, nicht für Geschäftskunden

Dauer der Haftung

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

Gewährleistung nach BGB

<http://www.2sound.de/magazin/unterschied-zwischen-garantie-und-gewahrleistung.html>:

„Der hauptsächlichste Unterschied zur Garantie besteht darin, dass die Gewährleistung in deutschen Ländern gesetzlich geregelt ist. Die Dauer ist auf 2 Jahre festgelegt. Sie geht nicht vom Hersteller aus, sondern besteht immer zwischen Verkäufer bzw. Händler - das kann natürlich auch der Hersteller selbst sein - und Endkunden. Wer zum Beispiel hauptberuflich ein Tonstudio betreibt und auch ein entsprechendes Gewerbe angemeldet hat, hat kein Recht auf Gewährleistung von Seiten eines Händlers, da es sich hier um ein sogenanntes B2B-Geschäft (B2B = Business to Business) handelt. Gewährleistung tritt also immer in Kraft wenn irgendeine Ware zwischen einer Privatperson (Endverbraucher) und einem Gewerbetreibenden den Besitzer wechselt - also auch wenn eine Band die als GbR angemeldet ist den gewerblichen genutzten Bandbus verkauft!

Desweiteren kann der Händler auch nicht festlegen was die Gewährleistung alles beinhaltet, denn auch dies ist vom Gesetzgeber geregelt. Letztlich geht es darum, dass die Ware bei **Auslieferung** (man spricht hier im rechtlichen Fach-Chinesisch von **Gefahrenübergang**) in einwandfreiem Zustand ist. Im Gewährleistungsfall muss also bei Meinungsverschiedenheiten nachgewiesen werden, dass ein eventueller Defekt schon VOR dem Kauf bestanden hat - und hier fängt der Spaß erst richtig an... Die Sache mit der Beweislast

In den ersten 6 Monaten hat der Händler die Beweislast. D.h., dass er im Zweifelsfall nachweisen muss, dass ein Defekt schon VOR dem Kauf bestanden hat. Dies ist sehr oft nahezu unmöglich oder zumindestens sehr teuer, da es ein aufwändiges Gutachten erfordert. Das Problem ist aber, dass sich diese Beweislast nach den ersten 6 Monaten umkehrt. D.h., dass hier der Käufer nachweisen muss, dass der Defekt beim Verkauf schon vorhanden war. Einer Privatperson dürfte dieser Nachweis aber noch weitaus schwerer fallen als dem Händler. Dadurch verringert sich die Gewährleistung defakto auf 6 Monate - hier kommt es natürlich immer auf den Wert an. Bei einem Auto dürfte sich ein Gutachten eher lohnen - bei einem defekten Billig-Stimmgerät aus der Grabbelkiste sieht das ganze aber nicht mehr so rosig aus.

Garantie

<http://www.2sound.de/magazin/unterschied-zwischen-garantie-und-gewahrleistung.html>:

„Garantie ist - zumindest in Deutschland - eine freiwillige Leistung, die in aller Regel der Hersteller, in sehr(!) seltenen Fällen auch Händler oder Distributoren, eines Produktes erbringen. Aber Garantie ist nicht nur freiwillig, sondern der Hersteller kann auch die Bedingungen und vor allem die Dauer selbst festlegen und ist dabei an keinerlei Pflichten gebunden - der Gesetzgeber hat hiermit nichts zu tun.

Wenn Ihr Euch also eine Gitarre kauft, kann der Hersteller zum Beispiel auf die Mechaniken 3 Jahre und auf den Rest 10 Jahre Garantie geben. Er kann auch bestimmen, dass die Garantie nur unter bestimmten Bedingungen gilt.

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).
- Flaschen für CO₂-haltige Getränke, die früher oft explodierten und Augen kosteten. Seit ProdHaftG werden die Flaschen sorgfältiger kontrolliert, bzw. Plastikflaschen verwendet.
- 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 hinschaute.

[BadZtg] 22.10.2012 „Geheimsache Nebenwirkung“:

- Avandia von Glaxo Smith Kline, Jahresumsatz 3,3 Mrd. €, Medikament gegen Diabetes Typ 2; Zulassung erteilt 2000 in D, entzogen 2010. Spätestens seit 2001 wusste GSK von Nebenwirkungen: ca. 300 Todesfälle und 500 Herzanfälle pro Monat (in 2010).
- Vioxx von MSD Sharp&Dohme; in Deutschland von Merck, Zulassung entzogen 2004: Ca. 1,3 Mio Schlaganfälle oder Herzattacken
- Tamiflu von Roche, Wikipedia 29.10.2012: „*arznei-telegramm* 4/2007: „Angesichts des marginalen Nutzens bei gesunden ... und des fehlenden Nachweises einer Wirksamkeit ... raten wir von Oseltamivir bei Virusgrippe ab.“ Oseltamivir = Wirkstoff von Tamiflu

[BadZtg] 10.12.2015 „Die Nebenwirkung“

- Frau R. aus Waldshut erleidet 2009 eine Thrombose bis hin zum klinischen Tod (wird mit viel Glück reanimiert), ausgelöst durch eine Pille der 4ten Generation (Yasminelle, Wirkstoff Drospiron), die das doppelte Thromboserisiko ggü. der Vorgänger hat. Hersteller Bayer weist alle Vorwürfe zurück. R. kann 478 ähnliche Fälle in Europa dokumentieren, darunter Schwerebehinderungen und 16 Tote. In USA hat Bayer 10000 Frauen außergerichtlich mit 1,9 Mrd. € abgefunden. 2015 bringt Drospiron 800 Mio. Jahresumsatz, inzwischen wird das Thromboserisiko auf dem Beipackzettel erwähnt.

Der nächste Fall?

- Die hemmungslose Vermarktung von Vitaminen, von denen nicht nur Nutzen, sondern auch die Unschädlichkeit sehr zweifelhaft sind [Bartens 2008] S.72ff

Sollte der Händler also nach 6 Monaten die Gewährleistung verweigern und einen Nachweis verlangen, dass der Defekt schon beim Kauf bestanden hat, ist er grundsätzlich erst einmal im Recht. Viele seriöse Händler übernehmen aber (z.B. aufgrund von Serviceverträgen mit den Herstellern) oft trotzdem die Kosten - allerdings geschieht das nur aus Kulanz.

Gebrauchtware

Von vielen Gewerbetreibenden wird es als sehr problematisch angesehen, dass man auch für Gebrauchtware Gewährleistung geben muss (siehe obiges Beispiel mit dem Bandbus). Daher ist es um so wichtiger, dass man bei Verkäufen eine ausführliche Beschreibung des Equipments macht. Wenn man eben als Gewerbetreibender (was bei Musikern oft der Fall ist) die Defekte beim Ebay-Verkauf gewissentlich unter den Tisch fallen lässt, kann man damit ziemlich Probleme bekommen. Ein einfaches „Gekauft wie gesehen“ ist da nicht immer ausreichend. Ist aber zum Beispiel im Kaufvertrag (bzw. in der Auktionsbeschreibung) genau angegeben, dass bei der Fender Strat die Mechanik der G-Saite nicht funktioniert, ist man aus dem Schneider.

Wichtig: Erst Gewährleistung, dann Garantie

Ein ganz anderes Problem kann einem daraus entstehen, dass der Händler nur für das Produkt gewährleisten muss, das er verkauft hat.

Wenn Ihr Euch also eine Gitarre mit der Seriennummer 4711 kauft, muss der Händler logischerweise auch nur für DIESE eine Gitarre Gewährleistung geben. Das ist insofern problematisch, als ja in der Regel beides existiert: Garantie UND Gewährleistung. Die Garantie-Abwicklung beim Hersteller ist zwar oft etwas einfacher als die Gewährleistung beim Händler, allerdings ist es bei sehr vielen Herstellern üblich, bei einem Garantiefall das Gerät einfach auszutauschen. Dann hat man jedoch plötzlich nicht mehr die Gitarre mit der Seriennummer 4711, sondern die Gitarre mit der Nummer 4812 und für DIE muss der Händler wie gesagt keine Gewährleistung geben.

Deswegen: Bei Problemen IMMER zuerst an den Händler wenden, insbesondere wenn die ersten sechs Monate der Gewährleistung noch nicht um sind.

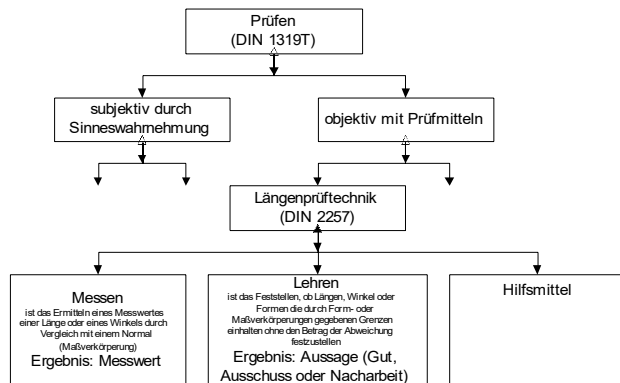
So kann er beispielsweise bei einem Keyboard die Garantie verweigern, wenn das Gehäuse bereits geöffnet wurde (weswegen es in der Regel entsprechende sichtbare und unsichtbare Gehäusesiegel gibt). Auch ein Druckerhersteller kann problemlos die Garantie verweigern, wenn Tintenpatronen von Drittanbietern verwendet wurden - auch wenn es sich unfair anhört. Hersteller können sogar Gebühren für **Versand** oder andere mit der Garantieabwicklung verbundene Leistungen verlangen oder Teile ganz von der Garantie ausschließen (geschieht in der Regel bei Verschleißteilen). Der Phantasie der Firmen sind hier eigentlich keine Grenzen gesetzt. Bevor man sich deshalb von Slogans wie „10 Jahre Garantie“ blenden lässt, sollte man erstmal das Kleingedruckte lesen.“

QM_TA_Recht.odt



Prüftechnik

Einteilung der Prüfverfahren



Bezugstemperatur: 20°C (DIN 102)
Messkraft: Formänderung, Kippen
Abnutzung des Messzeuges
Abweichung des Messgerätes: Form und Lage der Messschnäbel, Skalen, Übersetzung.
Ablesefehler: 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

1) *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

2) *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]

kfz_TA_SVP.odm

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

FO, TA Skizze Messanordnungen

Messplatte als Unterlage, Messständer für Messuhr, Prisma für Rundheitsmessungen, Rundheitsmesstisch, Taster usw.

AM Zylinderkopf, Nw o.ä.

1) *Woher weiß der Mann am Fließband im VW-Werk in Pamplona, dass der Zylinderkopf zum Motorblock passt?*

2) *Teilziele: Messgeräte, Lehren, Hilfsmittel, Prüftätigkeiten*

Lehren

Messen von 1000 Bohrungen ist umständlich, einfacherer Weg?

Grenzlehren

- Grenzlehrdorn
- Grenzrachenlehre
- Gewindegrenzlehren
- Kegellehren

Formlehren

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

AM verschiedene Prüfmittel

AM Grenzlehrdorn und Bohrplatte

Herkunft des Wortes Grenzrachenlehre



3) *Wie prüft man die Ebenheit des Zylinderkopfes? Lichtspaltverfahren!*

4) *Wie prüft man Messschieber, genaue KolbenØ, Ventilspiel usw.?*

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

Messen

ist das Vergleichen des Prüflings mit einem Messgerät.

Das Ergebnis ist ein Messwert.

Ein Messgerät kann innerhalb ihres Messbereiches alle Maße im Messbereich messen

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

Vertiefung

Prüftätigkeiten

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

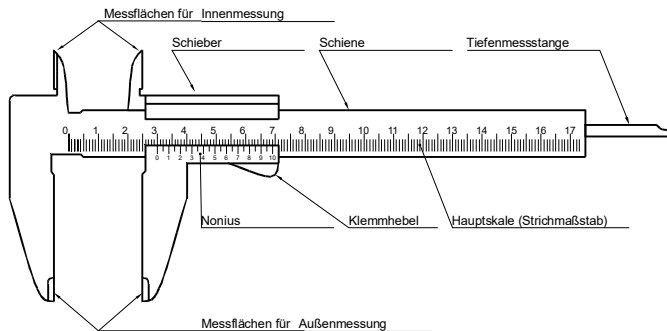
Eine Lehre kann nur ein Maß mit einer Toleranz lehren..

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

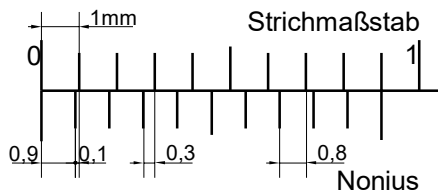
AB Übungsfragen zu Prüfmitteln

**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

Vertiefung

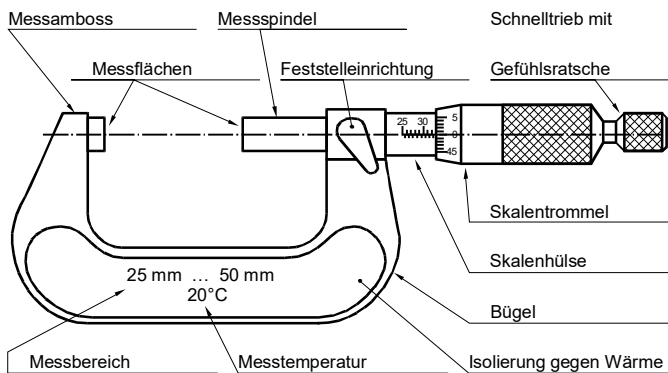
- 8). Jeder Schüler liest wenigstens einen Messwert

*AM Messschieber aus Plexiglas**AB Messschieber, Aufgabe 2*



(Bügel-)Messschraube

Aufbau



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.

Zeitbedarf ca. 30'

- 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 der Messeinrichtung einer Messschraube:

Skalenhülse zeigt ganze mm an, Skalentrommel 1/100 mm

- 3). Übungen: jeder Schüler wenigstens 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 $P=0,5\text{mm}$ und $\frac{1}{2}\text{-mm}$ axiale Bewegung je Umdrehung.

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

Es muss eine Markierung für die $\frac{1}{2}\text{-mm}$ 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 wenigstens 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.

**Messabweichungen**

systematische Abweichung F
bleiben bei wiederholter Messung nach Betrag und Größe gleich

bekannte

unbekannte

rechnerisch korrigieren:

$$\text{Meg} = \text{Mw} - \text{F}$$

Sollanzeige = Istanzeige - Fehler

messtechnische Regeln beachten (s.u.)

Messtechnischer Grundsatz, günstigste Punkte, Bezugstemperatur, Messkraft

Kalibration

Messunsicherheit u
sind zufällig

Mehrfachmessung

Jedes Messergebnis enthält Messunsicherheiten oder Wer misst, misst Mist

$$u \leq \frac{T}{10} \dots \frac{T}{5}$$

T: Werkstücktoleranz

u: Messunsicherheit des Prüfmittels

z.B.

Messschieber mit Rundskale; $Skw = 10\mu\text{m}$;
 $u = \pm 20..60\mu\text{m}$ (DIN862) → darf Werkstücktoleranzen ab $\pm 20..60\mu\text{m} \cdot 5 = 0,2..0,6\text{mm}$ prüfen

Abweichungen sind erst Fehler, wenn zugelassene Grenzen überschritten werden.

vollständiges Messergebnis

$$Y = y \pm U$$

Vertiefung

(DIN2257)

Prüfabweichungen? „Mess-“ Abweichungen treten auch bei Lehren auf.

2) *Überschrift vorgeben, Bedeutung?*

3) *Ordnen Sie die vorher genannten Messfehler zu.*

Unbekannte systematische Messabweichungen werden wie Messunsicherheiten behandelt, weil man nichts Besseres mit ihnen anzufangen weiß. Man kann sie aus den Fehlergrenzen der Messeinrichtung oder durch genauere Messung abschätzen.

Wie geht man damit um?

Wie vermeidet man sie?

Meg = Messergebnis = korrigierter Messwert
Mw = Messwert = von Messgerät abgelesen
F = Fehler (auch: Korrektur), Vorzeichen beachten
Die Unsicherheiten des Meg sind größer als die des Mw, weil auch die Korrektur eine Unsicherheit enthält. Z.B. sind bei Temperaturkorrektur die exakten Temperaturen nicht bekannt.

Kalibrieren = Vergleichen mit einem Normal erheblich geringerer Abweichung (Vergleich von Armband- und Bahnhofsuhr)

Justieren = Korrektur einer Abweichung (Bahnhofsuhr stellen)

Eichen = Kalibrieren soll nicht verwendet werden, weil es zu Verwechslungen mit der gesetzlichen Bedeutung kommen kann.

Die Messunsicherheit eines Messgerätes kann durch Messreihen oder aus der DIN oder aus Herstellerangaben angenähert werden.

Deshalb ist der Ausdruck Messfehler nicht sinnvoll.

Ab [EuroTabM46] S.274 ist das Thema im TabB angekommen – nach 20 Jahren ;-)

Neue Nomenklatur: $y = \text{Mw}$; $Y = \text{Meg}$; $U = u$

Messunsicherheiten_AB (auch als Einleitung möglich)

FO Beispiel für Messabweichung

Pruefen_TA_Messabweichungen.odt

Seitenumbruch

**Toleranzen**

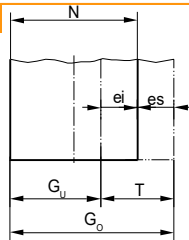
= zulässige Abweichung vom Nennmaß
= Spielraum für die Fertigung

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)

Großbuchstaben für Außenmaße u.u.

0,3 T Toleranz

Formeln

$$G_o = N + ES = 40,2 = 40 + 0,2 \quad G_u = N + EI = 39,9 = 40 + (-0,1)$$

$$T = G_o - G_u = 0,3 = 40,2 - 39,9 \quad T = ES - EI = 0,3 = 0,2 - (-0,1)$$

Toleranzangaben

Abmaßtolerierung z.B. $10 \pm 0,1$
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

Großbuchstaben für Innenmaße, z.B. Bohrungen

Kleinbuchstaben 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

zB: Schlüssel im Schlüsselloch; Deckel auf Faserstift

FO Schließzylinder, Schließzylinder aus Türschloss ausbauen lassen

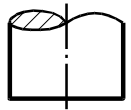
- 4) Wie sorgt man dafür, dass die Teile aufeinander passen?
 - 5) Wie genau kann man ein Maß des AM fertigen?
 - 6) Warum fertigt man nicht grundsätzlich so genau wie möglich?
 - 7) Warum lässt man den Hersteller nicht so billig wie möglich produzieren?
- Dann lässt er seine Maschine laufen und verschleifen bis der Sechskant rund ist.

[EuroTabM], [HJTabKfz] „Toleranz“

TA Offline

- 8) Hinweise zum technischen Zeichnen, je nach Kenntnisstand 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.



veraltete Darstellung einer Welle mit Bruchlinie

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!

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

- 10) 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.

- 11) 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-Nummern-Verzeichnis; 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“

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

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

- 14) Vergleiche die Toleranz mit den IT-Grundtoleranzen

[EuroTabM] „Grundtoleranzen“

- 15) Welche qualitative und wirtschaftl. Aussage macht der Toleranzgrad?

- 16) Welche Aufgabe hat der Buchstabe?

FO Lage der ISO-Toleranzfelder

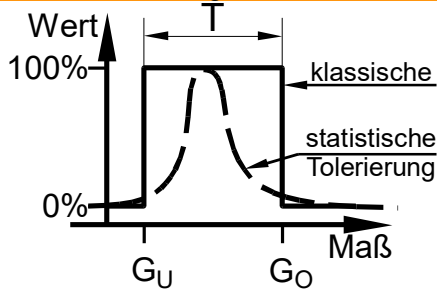
TG nur bei ausreichender Zeit:

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.



statistische Tolerierung



Begründung für statistische Tolerierung

- Wenn man an der Toleranzgrenze fertigt,
- Funktionsqualität ist nicht optimal.
 - geringe Störung kann zu Ausschuss führen.
 - nur teure 100%-Prüfungen verhindert Ausschuss

Klassische Toleranzen sind weiterhin gültig für Einzelteil aber nicht mehr ausreichend für Serienfertigung

Wie gibt man statistische Toleranzen an?

- Man verwendet weiterhin die alten Toleranzangaben und verlangt zusätzlich 6- σ -Fertigung, d.h.
- Mittelwert $\mu \pm 3 \times$ Standardabweichung σ müssen innerhalb der Toleranz liegen
 - 8-, 10-, 12-, ... -Sigma sind möglich

Auswirkungen

- Toleranz darf nicht mehr beliebig ausgenutzt werden
- Hersteller muss in der Fertigung regelmäßig Stichproben nehmen ($\rightarrow$ Qualitätsregelkarte QRK)
- QRK kann Eingangsprüfung des Kunden ersetzen
- QRK dokumentieren Sorgfalt im Sinne des Produkthaftungsgesetzes ($\rightarrow$ Beweislastumkehr!)

Vertiefung

Für TG: Auch Winkel-, Radien, Form- und Lagetoleranzen zeigen

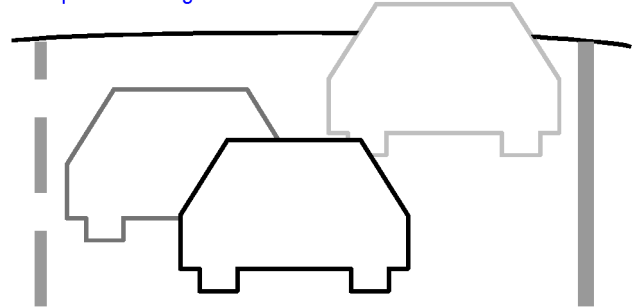
Auswahl von Toleranzen

Bei der Auswahl der Toleranzen muss geprüft werden, ob sie fertigungs-, funktions- und prüfgerecht sind. Toleranz muss so groß sein, dass sie die Fertigungstoleranz und die Messunsicherheit umfassen kann.

- 1) *Klassische Toleranzen kennen nur die Qualität 0% und 100%.*
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.)

- 2) *Diagramm vorgeben, Qualitätskurve entwickeln*

Leitbeispiel: Fahrzeug auf Straße



Ein Fahrzeug (Fertigungsprozess) sollte nicht die ganze Fahrbahnbreite (Toleranz) ausnutzen.

- 3) *Wie reagieren Sie, wenn das Fahrzeug vor Ihnen Schlangenlinien fährt und die ganze Fahrbahnbreite ausnützt? Es verlässt seine Spur nicht!*
 $\rightarrow$ Hoffentlich halten Sie einen großen Abstand ein

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 kein Los an der Toleranzgrenze. Dieses Verfahren entspricht eher modernen Fertigungs- und QS-Verfahren ohne wesentliche Beeinträchtigung der Qualität des Gesamtsystems. Versuche, Mittelwert und Streuung in Zeichnungen anzugeben, haben sich nicht durchgesetzt.

Toleranz_TA_Toleranz.odt

Das ProdHaftG macht einen Hersteller verschuldensunabhängig (!) haftbar, wenn sein Produkt einen körperlichen Schaden verursacht. Er kann sich der Haftung unter bestimmten Umständen entziehen, z.B. indem er nachweist, dass er nach dem Stand der Technik produziert hat (= Sorgfalt). Im Gegensatz zu anderen Haftungen muss aber nicht mehr der Verbraucher nachweisen, dass der Hersteller einen Fehler gemacht hat, sondern umgekehrt (= Beweislastumkehr). Mit diesem Gesetz, das D übrigens von der EU 'aufgezwungen' wurde, soll verhindert werden, dass sich Hersteller hinter der Beweislast für die Opfer verschanzen (Contergan, Xyladecor, giftige Lederschutzmittel, Lipobay, ...). Dieselben Auswüchse bekämpft das US-Recht mit 'punitive damages': Die Beweislast bleibt zwar beim Opfer, aber wenn es Erfolg hat, sind die Strafen so exorbitant hoch, dass für die Hersteller Vermeidungsmaßnahmen billiger kommen.

Produkthaftungsgesetz_AB (hier nicht vertiefen)

AB Übungen zu Toleranzen und Passungen für TG
Text: SPC_Einführung_TX

QZ 8/1999 S.1018

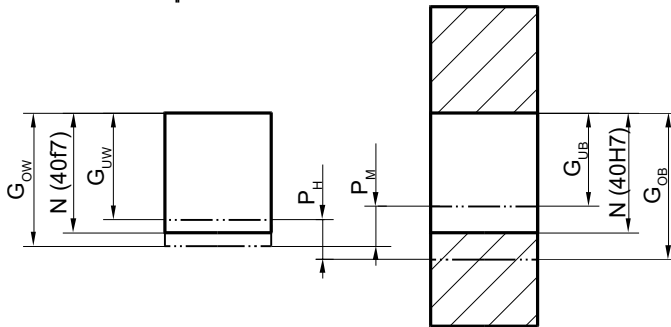
DIN EN ISO 14253-1 Messunsicherheit / Fertigungstoleranz

**Passungen**

= Kombination aus zwei Toleranzen

Aufgaben

- Führungen
- Pressverbindungen
- Abdichten
- Austauschbarkeit

Begriffez.B. $\varnothing 40H7f7$ Innenmaß $\varnothing 40H7$,
Außenmaß $\varnothing 40f7$ **Höchstpassung**

$$P_H = G_{OB} - G_{OW} = ES - ei$$

Mindestpassung

$$P_M = G_{UB} - G_{OW} = EI - es$$

Passungsarten**Spielpassung**

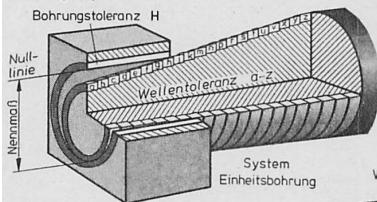
$$0 < P_M < P_H$$

Übergangspassung

$$P_M < 0 < P_H$$

Übermaßpassung

$$P_M < P_H < 0$$

Überleitung**Passungs-Systeme**

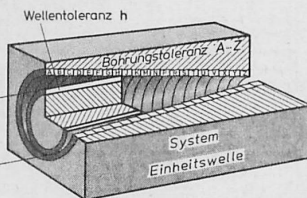
Beim System Einheitsbohrung werden ohne Rücksicht auf die herzustellenden Passungen alle Bohrungen einheitlich mit einer H-Toleranz gefertigt. Das Kleinmaß einer Bohrung geht daher genau bis zur Nulllinie und ist gleich dem Nennmaß. Das Großmaß geht um die Toleranz über die Nulllinie hinaus. Die Art der Passung wird durch entsprechende Wahl der Wellentoleranz (a...z) erzeugt (Tabelle Seite 102 und 103).

Beim System Einheitswelle erhalten alle Wellen h-Toleranzen.

Das Großmaß einer Welle geht daher bis zur Nulllinie und ist gleich dem Nennmaß. Das Kleinmaß der Welle ist um die Toleranz kleiner als ihr Nennmaß. Die Art der Passung wird durch eine entsprechende Wahl der Bohrungstoleranz (A...Z) erreicht (Tabelle Seite 104 und 105).

Beim System der Vorzugsreihen (DIN 7157) werden die Passungen teils durch Einheitsbohrung, teils durch Einheitswelle erzielt (Verbundsystem).

Der Vorteil dieses Systems ist, daß man mit einer Kleinstzahl von Werkzeugen und Lehren auskommt, wenn die Passungsauswahl eingehalten wird.

**Passungssysteme****AB erarbeiten:**

Problemstellung: Schlüssel soll im Schloß leicht laufen, Geg: $PM = ..$ und $PH = ..$
Wähle geeignete Passung, suche Werk- und Prüfzeuge aus dem Werkzeugkatalog

Darstellung nach [EuroTabM32] S.100 oder [Skolaut 2014] S.777

Einheitsbohrung H

(meist angewendet)

benötigt weniger Werkzeuge und Lehren für Bohrungen

Einheitswelle h

(selten angewendet)

wenn mehrere Elemente auf eine Welle passen sollen

bevorzugte Toleranzen

im TabB fett gedruckt

zur Einsparung von Werkzeug und Lehren

Vertiefung**zB: Schlüssel im Schlüsselloch; Deckel auf Faserstift**

- 1) *Ültg: Maßtoleranz für sich alleine ist zwar für die Fertigung wichtig, aber für die Funktion muss man meist 2 Toleranzen betrachten (vgl. Schlüsselloch und Schlüssel; Faserstift und Deckel).*

Wie nennt man zwei passende Toleranzen? $\Rightarrow$ Passung

Die Bauteile des hydropneumatischen Niveaueingleiches von Citroen wurden bis ca. 1970 durch Klassieren, d.h. durch Messen und Sortieren, zugeordnet.

Wird heute (2008) noch bei Einspritzdüsen für Dieselmotoren gemacht (Heinzmann ??) Normierte Passungssysteme wurden während des WKI eingeführt (DIN 1 Zylinderstift).

= Welle $\varnothing 40f7$ / Bohrung $\varnothing 40H7$. Schreibweise $\varnothing 40H7f7$ auf einer Zeile ist für CAD zulässig, sonst steht das Innenmaß oben (Eselsbrücke für Großschreibung: das Innenmaß ist meist größer)

$$40H7 = 40 + 0,025; 40f7 = 40 - 0,025 - 0,050$$

$$4H7 = 4 + 0,010; 4f7 = 4 - 0,006 - 0,016$$

Innenmaß Bohrung oder Schlüsselloch groß, Außenmaß Welle oder Schlüssel

Zeichnung vereinfacht ohne Nennmaß und Abmaße.

Hinweise zum Zeichnen: die Schraffur symbolisiert die Riefen einer Säge und kennzeichnet virtuell geschnittenen Flächen. Schmale Strich - zwei - Punktlinien werden für Grenzstellungen (Türgriff unten in betätigter Stellung) oder benachbarte Werkstücke verwendet.

Im [EuroTabM] werden die Begriffe Höchstspiel P_{SH} , Mindestspiel P_{SM} , Höchstübermaß P_{UH} und Mindestübermaß P_{UM} verwendet. Da sie mit denselben Formeln berechnet werden, erkennt man Übermaß am negativen Vorzeichen. Ich führe diese Begriffe nicht ein, weil Sie keine zusätzliche Aussage bieten und nur verwirren.

Die Indices W und B stehen für Bohrung und Welle.

Bild und Beispiel aneinander anpassengrößte Bohrung - kleinste Welle; $\varnothing 40: 0,075\mu m$; $\varnothing 4: 0,026$ kleinste Bohrung - größte Welle, $\varnothing 40: 0,025\mu m$; $\varnothing 4: 0,006\mu m$

auch: positive Passung

auch: negative Passung; veraltet, aber leichter verständlich: Presspassung

[FO Übungen zu Passungen](#)**Vertiefung**[→ \[EuroTabM\] „JSP-Passungen“, System Einheitsbohrung, z.B. 100H7](#)

Zur Bohrung H7 sind verschiedene Wellentoleranzen vorgeschlagen, die Spiel-, Übergangs- und Übermaßpassungen führen.

- 1) Wozu wählt man welche Passung?

[→ \[EuroTabM\] „Passungsempfehlungen, Passungsauswahl“](#)

- 2) Hier sind auch die Begriffe Einheitsbohrung und Einheitswelle eingetragen. Wie unterscheiden sich die Systeme?

Bei Einheitsbohrung hat die Bohrung immer eine H-Toleranz; die Funktion der Passung wird über die Toleranz der Welle eingestellt. Bei Einheitswelle hat die Welle immer eine h-Toleranz.

- 3) Welchen Vorteil haben diese Systeme?

Es werden weniger Toleranzen benötigt $\rightarrow$ weniger Werk- und Prüfzeuge – weniger Kosten

- 1) Unterschiede in den Passungssystemen?

[→ \[EuroTabM\] „ISO-Passungssystem“](#)

- 2) Ein Ausbilder lässt jede der angezeigten Passungen herstellen! Wie viele Werkzeuge benötigt man im System Einheitswelle?

1 Drehmeißel + 25 Bohrer

- 3) Wie viele Werkzeuge benötigt man im System Einheitsbohrung?

1 Bohrer + 1 Drehmeißel $\rightarrow$ Einheitsbohrung ist unbedingt zu bevorzugen!

Alle Bohrungen erhalten die Toleranzfeldlage H, die Funktion der Passung wird über die Toleranz der Welle eingestellt.

FO ISO-Passungssystem

Die Welle erhält die Toleranzfeldlage h, die Bohrungen werden angepasst

z.B. Lager, aufgeschraubtes oder axial bewegliches Zahnrad

[\[EuroTabM\] „Passungen“](#)

- 4) Auch bei Einheitswelle und Einheitsbohrungen gibt es noch zu viele Möglichkeiten, $\Rightarrow$ deshalb soll man einige bevorzugen (im Tabellenbuch fett gedruckt).

[AB Übungen zu Toleranzen und Passungen Seite 2](#)[Android-App Iso-Toleranzen von Daniel Zurhausen](#)

Beispiel: 70H7j6

Warum ändert sich die Grafik des Innenmaßes, wenn man das Außenmaß ändert? Maßstab passt sich an.

Warum bekommt im TabB die Welle die kleinere Toleranz? Bei Wellen leichter herzustellen.

Toleranz_TA_Passung.odt



Passungsauswahl

TabB „Passungsauswahl“

- B)
Ültg: Bei Wälzlager ist der Passungsvorschlag abhängig von Lagerart (Axial, Radial) und Lastfall (Umfangslast, Punktlast). Axiallager betrachten wir hier nicht, die Verhältnisse sind ähnlich wie bei Radiallager. Was bedeutet und bewirkt der Lastfall (Umfangs- oder Punktlast)?
- 1) Nennen Sie ein Beispiel am Fahrrad für umlaufende / feststehende Welle / Achse. Wo tritt Umfangslast / Punktlast auf?
TA Fahrradachse- Tretkurbelwelle
 - 2) Welche Passungen schlägt das TabB vor?
 - 3) Um welche Passungsart handelt es sich?
FO Lage der ISO-Toleranzfelder
 - 4) Welche Wirkung haben Umfangs/Punktlast?
 - 5) Warum ist die eher lockere / festere Passung notwendig?
Die Lagerschalen von Wälzlager sind in so etwas ähnlichem wie H bzw. h-Toleranzen genormt (Skf Hauptkatalog 1984-12, S.53ff, Bild S.71).

FO oder AM Schließzylinder

- A: Welche Toleranzen wählt man für die Passung Grundkörper zum Schließzylinder? ⇒
[EuroTabM] „Passungsauswahl“; FO Lage der ISO-Toleranzfelder
Vorschläge für Passungen mit Merkmalen abhängig von der Anwendung.

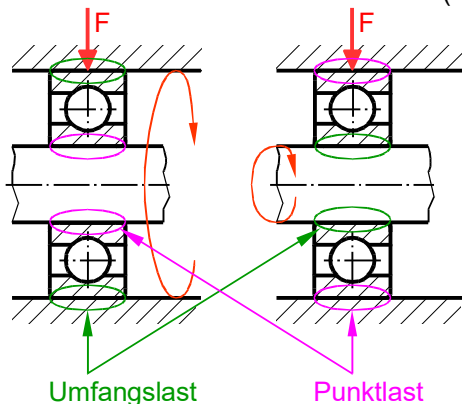
C)

- 1) Warum wählt man nicht der Einfachheit halber für alle Passungen Spielpassungen, die leichter zu montieren sind?
FO Balkenbrücke
- 2) Wie verändert sich die Brücke im Wechsel der Jahreszeiten, wie muss die Veränderung aufgefangen werden.
⇒ Spielpassungen sind leichter zu montieren, Übergangspassungen verhindern Wandern des Ringes, außerdem stützen sie die Lagerschale besser ab.
FO verschiedenen Lagerungen (Maschinenelemente)

Passungsauswahl bei Wälzlager (radial)

z.B. Fahrradachse Tretkurbelwelle

Lastfall Nabe dreht Welle dreht (Last steht)



Umfangslast

⇒Übergang / Übermaß

Die Last wandert über dem Umfang weil fester Sitz erforderlich ist



neigt zum Wandern (Fressen)

Punktlast

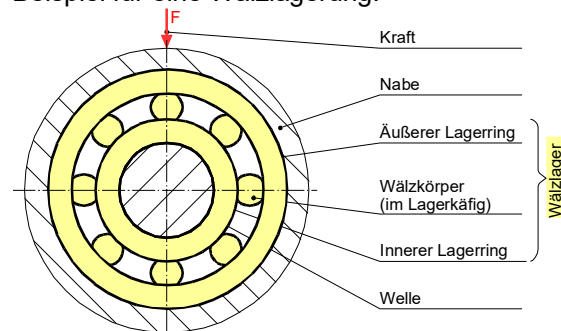
⇒Spiel .. Übergang

Die Last bleibt an derselben Stelle und bewirkt eine punktuelle Formänderung weil loser Sitz ausreichend ist (leichter montierbar, geeignet für Loslager)



stillstehende Kerbe hält

Beispiel für eine Wälzlagerung:



Hinweis: Geradzählige Mengen von Wälzkörpern sind nicht unbedingt üblich, aber leichter zu zeichnen.

Fest- und Loslager

Jede Lagerung enthält 1 Festlager (axial fest), alle anderen Lager müssen Loslager (axial beweglich) sein.

Loslager sind

- in sich axial verschieblich (z.B. Nadellager) oder
- lose gelagert = Spiel- oder Übergangspassung bei der Punktlast

Allgemeine Regel

Jede Konstruktion muss Längenänderungen der Bauteile aushalten können

Umlaufende Kanten bei Rikula

Darstellung [Skolaut 2014] einbauen

andere Lagerungen

schwimmende Lagerung

- mit großem axialen Spiel
- „Anschlag“ links und rechts
- nicht für wechselnde Axialkräfte geeignet

angestellte Lagerung

- mit kleinem axialen Spiel: X- oder O-Anordnung
- für Schrägkugel- oder Kegelrollenlager erforderlich

Übungen

AB Passungsauswahl bei Wälzlager

Skizze einer Lagerung, Bilder mit Beispielen für umlaufende Wellen u.a. (umlaufende Welle: Eisenbahn, Tretkurbelwelle; stehende Welle: Kfz; Fahrradachse)

Einleitung: TabB Auswahl von Passungen

Ültg: unbekannte Begriffe siehe Arbeitsblatt, gleichzeitig Unterscheidung Welle, Achse usw.

→ [Hoischen/Hesser 33] S.324

→ [Steinhilper 2007 II] S.156

→ [Skolaut 2014] S.900 nennt schwimmende Lagerung auch Stützlagerung

- Elastomerlager – Brücke über die Wiese zw. Lörrach und Tumringen

-

Fest-Loslager FO Bauarten

Fest-Loslager AB Seilwinde

Los- und Festlager, Umfangs- und Punktlast in den Lagerbeispielen bestimmen, geeignete Passungen wählen.

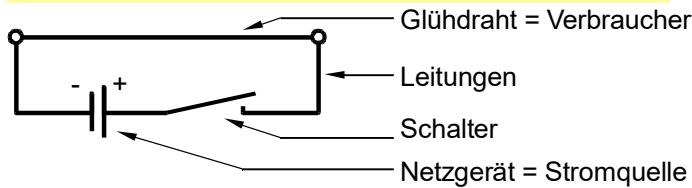
Toleranz_TA_Passung.odt



Strom, Spannung, Akkumulator

Elektrischer Strom in festen Körper

Versuch 2

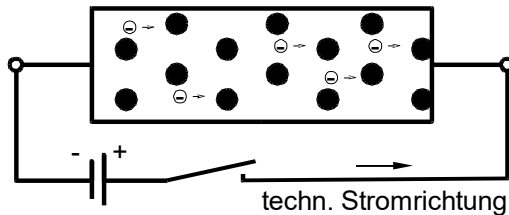


Beobachtung:

Draht wird heiß, glüht und schmilzt.

Erklärung

Im Metall fließen Elektronen und stoßen an die Atomkerne.



→ Elektronen werden langsamer = el. Widerstand

→ Atomkerne schwingen schneller = Wärme → Licht

Anwendung der Wärmewirkung

El. Heizungen, heizb. Scheiben und Spiegel, Vorglüh-anlage, Zigarettenanzünder, Schmelzsicherung, Luft-massenmesser (Heißfilm oder Hitzdraht)

Anwendung der Lichtwirkung

Glühlampen (Heißstrahler)
Leuchtstoffröhren (Kaltstrahler, funktionieren ohne Hitze)
LED

Vertiefung

AB mit Veranschaulichungen

1) Welche Bauelemente benötigt man, um Strom fließen zu lassen?
Schaltzeichen siehe TabB.

AM Glühdraht 400 mm Konstantan $\varnothing 0,2$, 16 Ω/m , Papier aus dem Handtuchspender
15V- Draht glüht, Papier brennt
25V- Draht schmilzt

Video: MdNuT – elektrischer Widerstand - Ohm

- [Hering 1992]: „Die Elektronen werden vorwiegend durch Gitterschwingungen .. und an Störungen des Gitters (z.B. Gitterbaufehler, Verunreinigungen, Korngrenzen) gestreut... Dabei geht man wie bei der inneren Reibung laminar strömender Flüssigkeiten davon aus, dass die Reibungskraft proportional zur Strömungsgeschwindigkeit ist.“ Perfekte Gitter nahe dem thermischen Nullpunkt haben keinen elektrischen Widerstand → Supraleitung.
- [Hering 2005]: „Die Stromstärke I ist 1 Ampere, wenn die durch zwei im Abstand von 1 Meter befindlichen geradlinigen, parallelen Leiter (Durchmesser 0) fließende Stromstärke je Meter Leiterlänge 2E-7N hervorruft“
- Die technische Stromrichtung verläuft entgegen der Strömungsrichtung der Elektronen, weil sie schon von Plus nach Minus festgelegt wurde, bevor man wusste, was da strömt.
- Vergleiche: Wenn man eine Büffelherde durch einen Wald jagt, werden gelegentlich Büffel gegen Bäume rennen, dadurch werden die Büffel langsamer und die Bäume wackeln. Wenn die Bäume plantagenartig in Reih und Glied stehen, stoßen die Büffel nur dort an Bäume, wo die Anordnung der Bäume wechselt.

AM Glühlampe und Leuchtstoffröhre

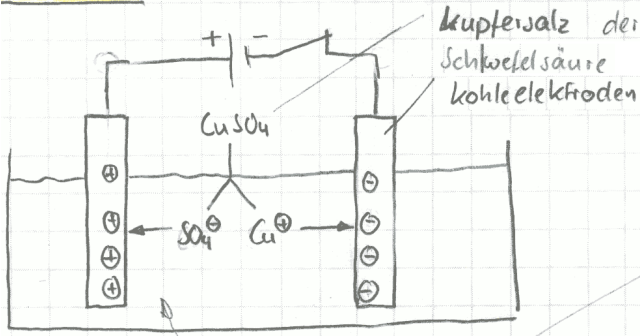
Glühlampe wird heiß, Leuchtstoffröhre bleibt kalt.

ET_TA_Strom_in_Festkörpern.odt



Elektr. Strom in Flüssigkeiten

Versuch 3



Beobachtung

- positive Elektrode gast aus und löst sich auf
- negative Elektrode verkupfert

Erklärung

- In Flüssigkeiten leiten Ionen den el. Strom
- positive Metallionen fließen zum negativen Pol und lagern sich an

Anwendung der chemischen Wirkung

- Galvanisieren (Verchromen, Vernickeln ..)
- Elektrolyse = Spalten von Stoffen, z.B zum Gewinnen von reinen Stoffen (Al, reines Cu, H₂)
- Laden von Akkumulatoren
- Unerwünscht bei Akkus: Ausgasen von Wasserstoff
- Fremdstromanode

Vertiefung

- 1 Ültig: Wdhg: Strom in festen Körpern
- 2 Wie fließt Strom in Flüssigkeiten? Versuch!

Versuch 2: 200ml Wasser + 12g CuSO₄, ca 6 V (nicht zuviel, sonst setzt sich das Kupfer blättrig an)

3 Ionen erst allmählich eintragen

- An der Anode gast H aus
- Beim Galvanisieren besteht die Anode aus Cu. SO₄- löst Cu⁺ aus der Anode, dann fließt Cu zur Kathode.

Metalle verbinden sich gerne mit Elektronen aufnehmenden Stoffe und bilden Salze (mit verteilten Ladungen).
Im Wasser (= Dipol = Minimagnet) spalten sich Salze in An- und Kationen.

- Andere Verfahren, metallische Schichten aufzutragen:
- Feuerverzinken (Eintauchen in geschmolzenes Zinn)
 - Blattgold
 - Aufdampfen (Alu in Scheinwerfern)
 - Auftragsschweißen (Ventilsitzfläche)

Verlustfrei im Gegensatz zur einer Opferanode. Beispiel: Tanks im Erdreich (Kraftstofftanks bei Tankstellen), Brücken, in Warmwasserspeicher, an Schiffsschrauben.

Video MdNuT – Batterie – Alessandro Volta (14'43"). Versuche: 2'30" - 11'10"

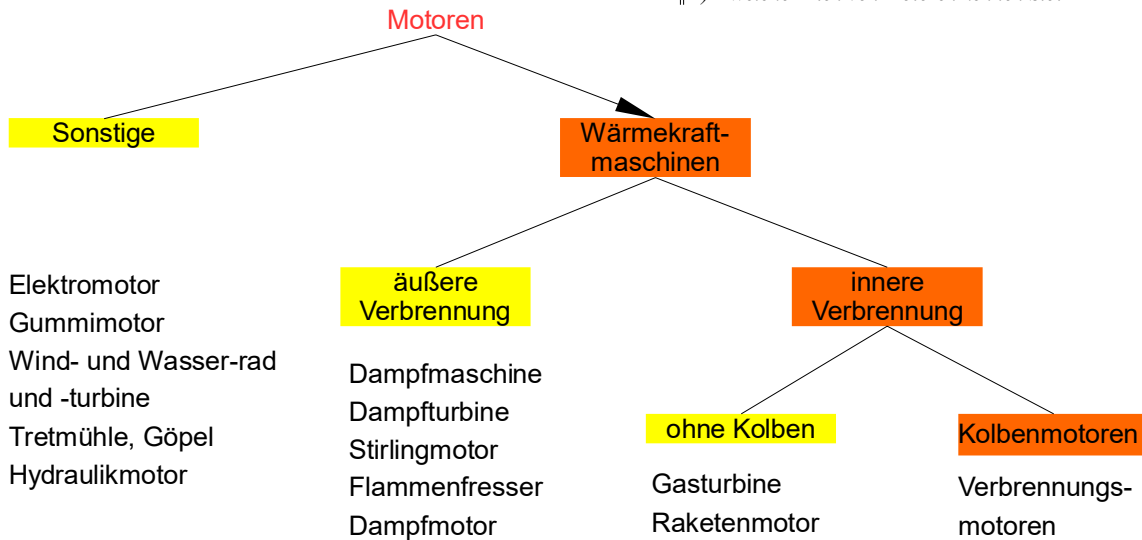
ET_TA_Strom_in_Flüssigkeiten.odt



Viertaktmotor

Einteilung der Motoren

- 1) Wie erzeugt man Bewegung? Motoren
- 2) Welche Arten von Motoren kennen Sie?



Motoren geben gespeicherte oder zugeführte Energie als mechanische Arbeit ab:

- Gummimotor (Federenergie: Flugzeugmodelle, mechanische Uhren)
- Druckluftmotoren (Torpedoantrieb, Steuerdüsen bei Satelliten)

Einteilung der Verbrennungsmotoren

=Kolbenmotoren mit innerer Verbrennung

nach Arbeitsweise

- Viertakt-Motor
- Zweitakt-Motor

nach Art der Zündeinleitung

- Otto (Fremdzündung)
- Diesel (Selbstzündung)

nach Kolbenbewegung

- Hubkolbenmotoren
- Rotationskolbenmotoren (Wankel)

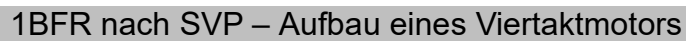
nach Anordnung der Zylinder

- Reihenmotor
- V-Motor
- Boxermotor

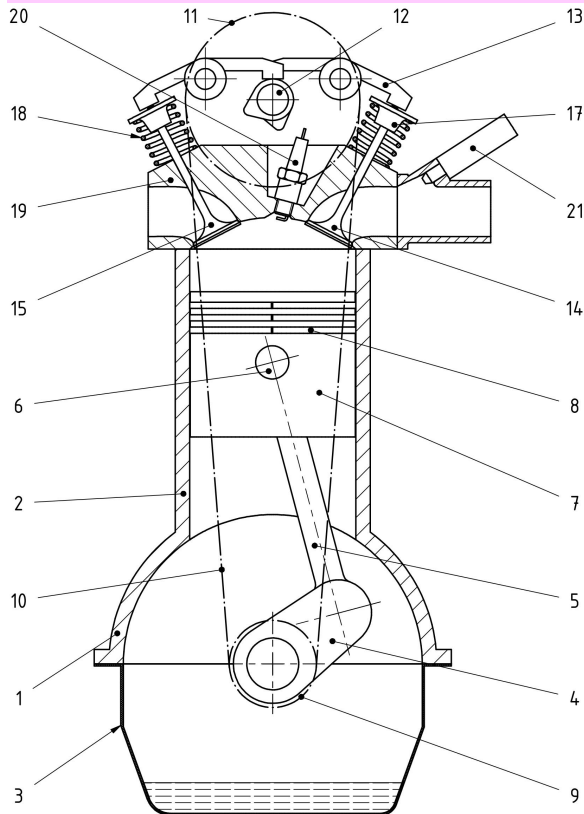
Dampfmotoren: Es gibt Versuche, Dampfmotoren als Fahrzeugantrieb einzusetzen. Prinzipiell handelt es sich um Dampfmaschinen mit Zylinder ähnlich einem gewöhnlichen Verbrennungsmotor. Die Verdampfung findet in einem porösen Material statt, in dem zum einen Kraftstoff verbrannt, zum anderen Wasser verdampft wird.

Sternmotor: kurze Bauweise (spart Gewicht des Motorblocks), sehr ruhiger Lauf → Flugzeugmotor (luftgekühlt).
Umlaufmotor: wie Sternmotor, aber die Zylinder rotieren um die feste Kurbelwelle: bessere Kühlung der luftgekühlten Zylinder → Flugzeugmotor. Nachteil Rotationsmoment, Aufwand (KLG muss durch die Kw und Ventile im Kolben zugeführt werden)
Gegenkolbenmotor: 2 Kolben teilen sich einen Brennraum, 2 Kw oder 1 Kw und der 2. Kolben wird über Stangen bewegt. Als Zweitakter steuert ein Kolben den Einlass, der andere den Auslass (= Gleichstromspülung), Vollkommener Massenausgleich, ruhiger Lauf → Flugzeugmotor
Delta-Motor: 3 Gegenkolben, Anordnung mit 3 Kw im Dreieck geschaltet → Lokomotiven

Präsentation



Aufbau eines Viertaktmotors



Vertiefung

OH-Modell Viertaktmotor

- 1) Kurbelgehäuse, Motorblock
- 2) Zylinder, Laufbuchse
- 3) Ölwanne
- 4) Kurbelwelle
- 5) Pleuel(-Stange)
- 6) Kolbenbolzen
- 7) Kolben
- 8) Kolbenringe
- 9) Zahnrad / Riemenscheibe (Kw)
- 10) Steuerkette / Zahnriemen
- 11) Zahnrad / Riemenscheibe (Nw)
- 12) Nockenwelle
- 13) Kipphebel
- 14) Einlassventil
- 15) Auslassventil
- 16) Ventilkeile, Kegelstück
- 17) Ventildfederteller, Stößel
- 18) Ventildfeder
- 19) Zylinderkopf
- 20) Zündkerze
- 21) Einspritzventil

Verändern: Kolbenhemd verkürzen, ordentliches Pleuel

Motor_Bauteile_Otto_AB
Motor_Bauteile_Boxer_AB

Motor_TA_Aufbau.odt
Seitenumbruch



Prinzip eines Verbrennungsmotors

= Kolbenmotor mit innerer Verbrennung

ca. xx' Zeitbedarf

Was ist ein Verbrennungsmotor?

- 1) Nicht alle Motoren, bei denen etwas verbrannt wird, nennt man Verbrennungsmotoren. Welche Motoren gehören dazu?
- s.o.

Takte

= Grundlegende Arbeitsschritte des VM

- 4) *KLK ist der Energieträger im VM. Seine Verbrennung ist der wichtigste Takt. Welche Schritte sind erforderlich, um KLK heranzuschaffen?*
- 3) Arbeiten: Gasdruck in Drehbewegung umwandeln, chemische $\Rightarrow$ thermische $\Rightarrow$ mechanische Energie umwandeln
- 4) Ausstoßen: Abgas loswerden (und Wärme abführen / kühlen)
- 1) Ansaugen: Frischgas einbringen
- 2) Verdichten ist für den Kreisprozess nötig. Der Kolben muss nach dem Ansaugen wieder zu OT gelangen, damit der Arbeitstakt neu beginnen kann. Thermodynamische Formulierung s.u. (geplant)

Kurbeltrieb und Motorsteuerung

= Mechanik

- 7) Welche Bauteile übertragen die mechanische Energie aus dem Motor?
 - Kolben → Kolbenbolzen → Pleuel → Kurbelwelle → Schwungrad → Antriebsstrang
- 8) Wie werden die Ventile angetrieben?
 - Zahnriemen (Kette, Zahnrad, Königswelle...), Nockenwelle, Kipp-, Schlepp-, Schwinghebel, Stößel, Ventile, Ventilsfeder
- Motorsteuerung steuert die Hauptaufgabe des Motors, den Gaswechsel, alle anderen Steuerungen und Steuergeräte sind später hinzugekommen (d.h. verzichtbar).

- 1) *Tafelanschrieb nach und nach entwickeln oder*
- 2) *Begriffe mündlich entwickeln, ungeordnet an die Tafel schreiben und dann gruppenweise visuell umsetzen lassen (Plakate o.ä.):
Man nennt den Ablauf der 4 Takte auch einen Kreisprozess.
Ordnen Sie die 4 Takte im Kreis an, und ergänzen Sie darin die Begriffe aus den anderen Antworten sinnvoll.*

Medienkoffer, Fragen auf Folie

- 3) Weitere Lernziele (Farben!) nach Bedarf ergänzen und eintragen.

Energieumwandlung

- 5) *Wozu dient ein Motor?*
 - Um mechanische Arbeit zu verrichten
- 6) *„Wer“ arbeitet in einem Verbrennungsmotor und wie?*
 - Wenn die Antwort „Kolben“ o.ä. kommt, bekommt der Schüler einen Kolben und soll ihn arbeiten lassen :-)
 - Kraftstoff-Luft-Gemisch (KLG) wird entzündet, verbrennt, wird heiß, will sich ausdehnen, kann aber nicht und baut deshalb Druck auf.
 - Drillmäßiges Üben, Schritte mit der Hand anzeigen: Daumen = KLG zündet; Zeigefinger = KLG verbrennt; Mittelfinger = Wärme entsteht; Ringfinger = KLG will sich ausdehnen, kann aber nicht; kleiner Finger = Druck entsteht.

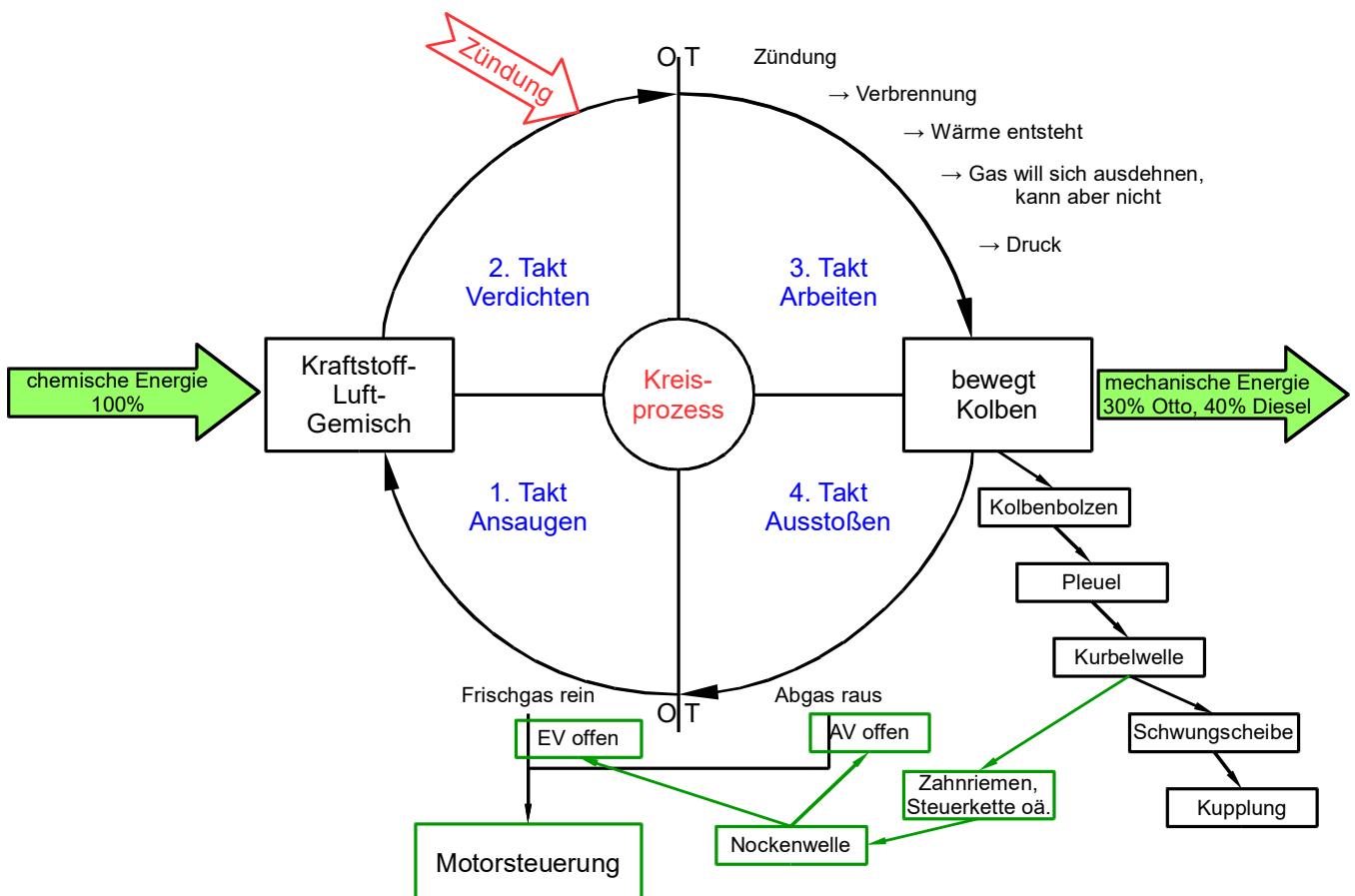
Kolben

Energiefluss, Wirkungsgrad

- 9) Welche Energie strömt wann in den Verbrennungsraum?
10) Welche Energie strömt wann aus dem Verbrennungsraum?
– [Technik ProfI]21/2008: Verluste: Wärme im Abgas 33%; Wärme im Kühlwasser 29%; Wärmeabstrahlung Motor 6%; Reibungsverluste im Antriebsstrang 7%

Nebenaufgaben der Motorkonstruktion

- 11) Die weiteren Aufgaben werden je nach Motortyp unterschiedlich gelöst.
- Kraftstoffzufuhr
 - Gemischbildung
 - Zündung
 - Laststeuerung
 - Selbstschutz: Kühlung, Schmierung ..



Motor_TA_Prinzip.odt

Seitenumbruch



4. Ausstoßtakt

Aufgabe

verbranntes Gemisch ausstoßen
Zylinderraum kühlen
(Abgase und Restwärme abführen)

Steuerzeiten

- 1) Welche Folgen hätte der Druck vor Aö, wenn der Kolben hochfährt?
mechanische Belastung, Drehmomentverlust
- 2) Wie kann der Druck vor UT abgebaut werden?
Aö bei 20...60° v. UT um Kurbeltrieb zu entlasten
- 3) Geht dabei nicht zu viel Drehmoment verloren?
Vergleiche Wirkung des Druckes auf ein Fahrradpedal kurz vor UT
- 4) Wie verhält sich ein strömendes Gas, wenn der Kolben über OT geht
Es strömt zunächst weiter (Trägheit), As kann n. OT erfolgen, um die Entleerung zu verbessern

As = 5...30° v. UT

Ventilüberschneidung (AV und EV sind zeitweise gleichzeitig offen)
Ausströmendes Gas saugt Frischgas mit an und verbessert Spülung
(Füllung und Entleerung) und Innenkühlung
Frischgas strömt z.T. in Auspufftrakt (Überspülen, Verluste)
Abgas strömt z.T. in Ansaugtrakt (innere Abgasrückführung senkt Drehmoment und NO_x-Anteil, Gefahr des Vergaserbrandes)

Katalysator

FK, TabB -> Katalysatorfenster

- 1) Erkläre das Diagramm (mit dem Katalysatorfenster)

Vertiefung

AB Abgasentstehung: Buchstabensalat, -suppe, Trimino

Veranschaulichung des Gasdynamik

Schädliche Kraftstoffbestandteile Pb, S

Katalysator, Lambda-Regelung AMS 6/2009

- 1) Welche Aufgabe hat der Ausstoßtakt?
- 2) Zeichnen des Motorgehäuses und Kurbeltriebes, Einzelheiten erfragen

Zustände im Verbrennungsraum

[HJTabKfz] „(Viertakt-)Ottomotor“.

Restdruck bei Aö 3...5 bar $\Rightarrow F = \pi \cdot 80^2 \cdot 5N / (4 \cdot 10mm^2) = 2,5kN$
nach Aö 0,2...0,5 bar (Überdruck)
Austrittsgeschwindigkeit $\approx 300 \text{ m/s}$ ($\geq$ Schallgeschwindigkeit $\rightarrow$ Schalldämpfer erforderlich)
Abgastemperatur 300...1000°C $\rightarrow$ Energieverlust

Abgaszusammensetzung

- 1) Welche Stoffe verbrennen? Woraus bestehen Luft und Kraftstoff?
Luft aus Sauerstoff O₂ und Stickstoff N₂, Kraftstoff aus CH_x (Kohlenwasserstoffe), Bleitetramethyl
- 2) Welche Stoffe entstehen bei der Verbrennung?
Wasser H₂O, Kohlendioxid CO₂, Kohlenmonoxid CO, unverbrannte Kohlenwasserstoffe (CH_x), Kohlenmonoxid, Stickoxide NO_x, Bleiverbindungen Pb

	H	C	O	N	Aus NOCH entstehen...
N	NH ₃	CM	NO _x	N ₂	N reagiert träge, NO _x entsteht nur bei hohem Druck und Temperatur, Zyanid CM und Ammoniak NH ₃ nicht relevant.
O	H ₂ O	CO, CO ₂	O ₂		
C	C _x H _y	C (Ruß)			
H	H ₂				Wasserstoff reagiert leicht und bleibt nicht übrig.

3-Wege-Katalysator

- 3) Welche sind giftig, welche sind weniger schädlich?
- 4) Wie werden die giftigen in weniger schädliche umgewandelt?

Schalldämpfer

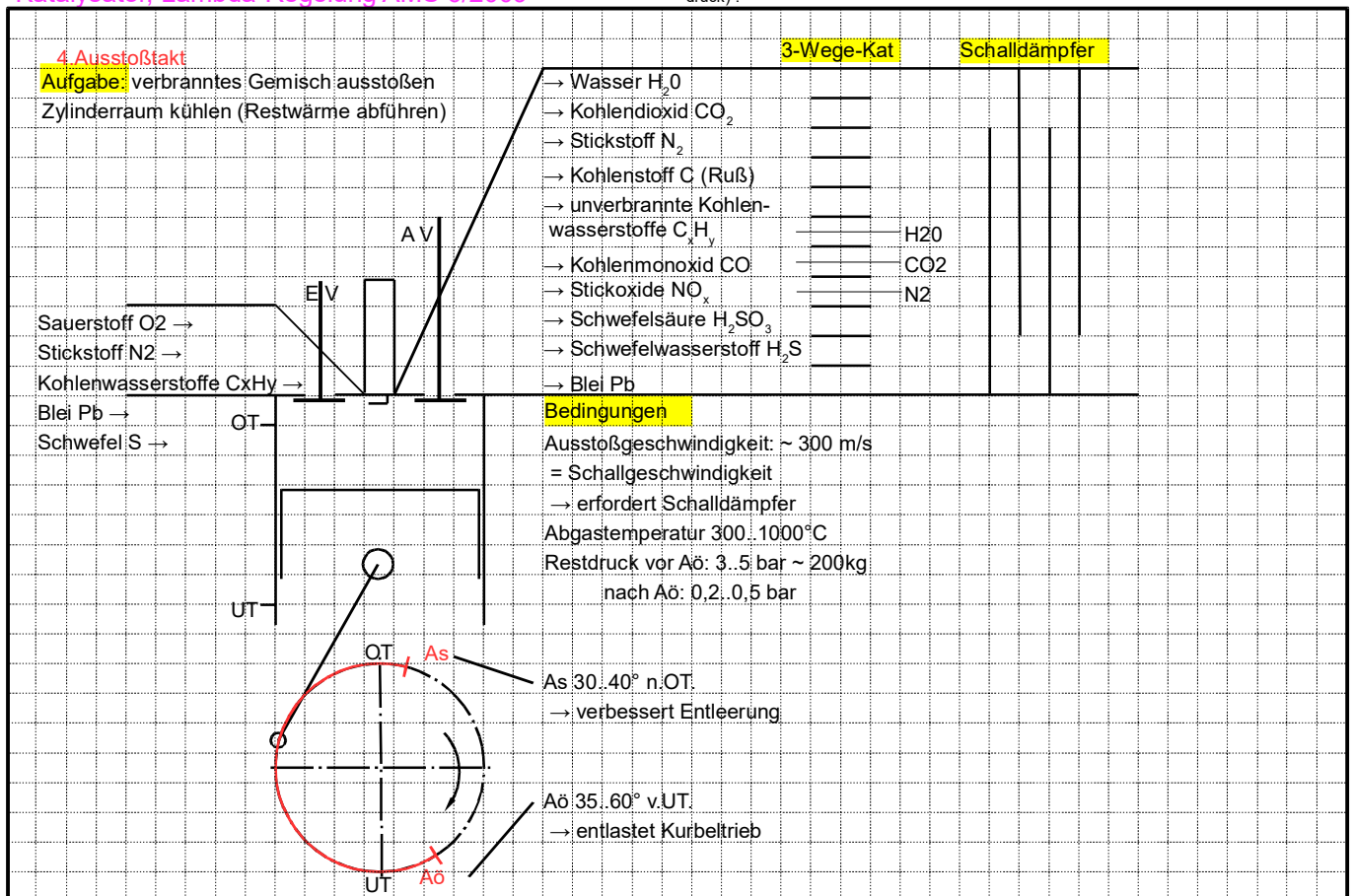
- 1) Mit welcher Geschwindigkeit strömen die Gase aus?
- 2) Wie muss der entstehende Lärm vermindert werden?
— Schalldämpfer leitet das Gas um die Ecken, bis es sich beruhigt hat.

- 3) Welche Farbe haben Abgase?

normalerweise unsichtbar
- weiß: Kondens- oder Kühlwasser im Zylinder
- schwarz: zu fettes Gemisch
- blau: Öl im Zylinder (Ventilführung, Kolbenringe)

Querverweis

„Spannung (=Druckunterschied) ist das Ausgleichsbestreben ($\rightarrow$ führt zum Ausstoßen des Abgases) zweier unterschiedlicher Potentiale ((Über-)Druck im Zylinder und Atmosphärendruck)“.





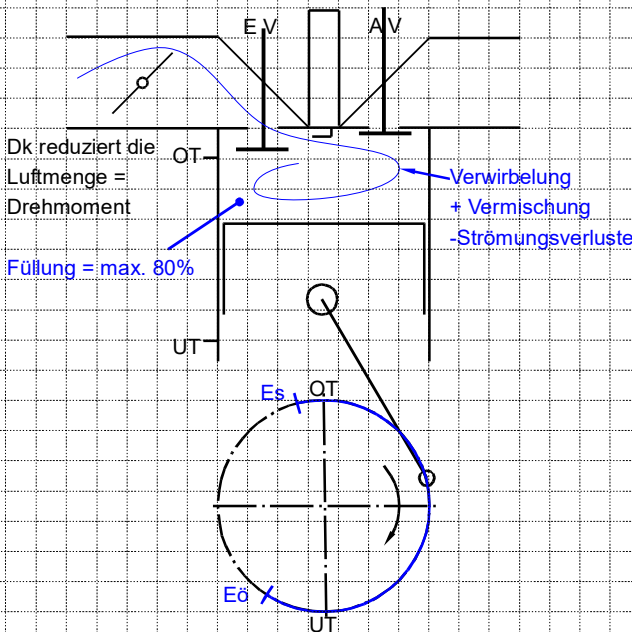
1. Ansaugtakt

- 1) *Füllung bestimmt Drehmoment - Wann wird gefüllt? Beschreiben Sie die Vorgänge beim Füllen*
- Eö sorgt dafür, dass EV bei OT bereits einen größeren Querschnitt freigibt, u.U. wird auch Staudruck aus Resonanzen im Ansaugrohr ausgenutzt. Dies wird im Sinne des Drehmomentverlaufes konstruktiv meist bei mittleren Drehzahlen optimiert.
 - Der Nachladeeffekt nützt die Trägheit des strömenden Gases aus und wirkt besonders bei großen Strömungsgeschwindigkeiten (= hohen Drehzahlen).

1. Ansaugtakt

Aufgabe: Frischgas in den Brennraum bringen

Problem liegt bei der Luft, nicht beim Kraftstoff



Steigerung des Drehmomentes

= Luftmenge je Takt

- mehr Hubraum
- Ansaugwege offen, glatt, weit
- EV größer oder mehr
- niedrige Drehzahl steigert Füllung
- Eö vor OT (nutzt Staudruck)
- variables Ansaugrohr (steuert Staudruck)
- Es nach UT (Nachladeeffekt)
- verstellbare Steuerzeiten
- Lader: Turbo-L, G-Lader, ...
- Ladeluftkühler

Steigerung der Leistung

= Luftmenge je Zeit

- wie oben
- höhere Drehzahl
- häufigere Arbeitstakte → 2-Takter

Bedingungen

Öffnungszeit EV $\approx 0,01s$ bei 3000/min

Ansaugdruck -0,1 ... -0,3 bar

Frischgastemperatur 50 .. 100°C

Liefergrad $\lambda_L = \frac{\text{Frischgasmenge}}{\text{Hubraum}} = \text{max. } 0,7 \dots 0,8$

- Zeit je Ansaugtakt beträgt ca. 0,01s bei 3000 U/min: per Dreisatz berechnen und durch Fotoapparat verdeutlichen (OH-Projektor strahlt durch Blendenöffnung)
AM Spiegelreflexkamera
- Differenzdruck 0,1 ... 0,3 bar aus TabB suchen lassen, Außendruck beträgt ca. 1bar, Absolutdruck im Brennraum ca. 0,8 ... 0,9 bar (bei Vollast)
FO Wetterkarte mit Isobaren in bar
- Ventilteller $d_v = \dots$, Ventilhub $h = 0,1 \dots 0,3 \cdot d_v$ und Ventilsitzwinkel α am Ventil abmessen lassen oder abschätzen lassen (Fermi-Aufgabe), Querschnitt $A_v = \pi \cdot d_v \cdot h \cdot \cos \alpha$ [EuroTabKfz9 S64]. Aus $d_v = 30mm$, $\alpha = 45^\circ$, $n = 3000$ U/min und $V_h = 0,4l$ folgt: mittlere Gasgeschwindigkeit $v_g = 100m/s$. Tatsächlich beträgt v_g 100 ... 300m/s
AM Ventil

$$\frac{V_h}{t_{1E}} = A_v \cdot v_g \Rightarrow v_g = \frac{V_h}{t_{1E} \cdot A_v} = \frac{400000 \text{ mm}^3}{0,01s \cdot 400 \text{ mm}^2} = 100 \frac{m}{s}$$

$$\lambda_{a1} = \frac{m_z}{m_{th}} = \frac{\text{im Zylinder verbleibendes Frischgas}}{\text{theoretisch mögliche Ladung (Hubraum)}}$$

- Abkürzung für den Liefergrad ist λ [Bosch 21]. Um Verwechslungen mit dem Luftverhältnis zu vermeiden, verwende ich die Abkürzung aus [HJTabKfz]19 S.55 „ λ_L “.

Querverweis

„Spannung (=Druckunterschied) ist das Ausgleichsbestreben (→ führt zum Ansaugen des Frischgases) zweier unterschiedlicher Potentiale ([Unter-]Druck im Zylinder und Atmosphärendruck)“.

1) Warum strömt Frischgas beim Einlasstakt in den Brennraum?

Einfache Antwort: Kolben fährt nach UT und erzeugt Unterdruck.

Genauere Antwort: Umgebungsdruck drückt Frischgas hinein.

Versuch: Atmosphärischer Druck

Leere Getränkedose mit wenigen cm³ Wasser füllen und beides über einem Bunsenbrenner erhitzen bis die Dose mit Wasserdampf gefüllt ist. Anschließend die Dose mit der Öffnung nach unten in einem Wasserbad abschrecken → Wasserdampf kondensiert, Atmosphärendruck drückt die Dose zusammen.



2. Verdichtungsstakt

Aufgabe

Kreisprozess schließen, dabei Wirkungsgrad erhöhen

- 1) Warum wird verdichtet? Vgl. Böller geöffnet, verdämmt
- ohne Verdämmung baut sich kein Druck auf
- Je höher verdichtet wird, desto höher ist der Verbrennungsdruck (Wirkungsgrad)
Verdichten steigert den Wirkungsgrad, ist aber bei einmaligen Prozessen nicht notwendig. Zwingend erforderlich ist der Verdichtungsstakt, um einen Kreisprozess zu schließen, oder banal ausgedrückt: Um den Kolben wieder nach oben zu bringen.

Drucksteigerung

bewirkt eine bessere Ausnutzung des Kraftstoffes = weniger Verbrauch oder mehr Drehmoment

- 1) Wie verändert sich das Volumen beim Verdichten?
- 2) Wie ändert sich der Druck?
- 3) Welche Werte werden erreicht?

[HJTabKfz] „(Viertakt-)Ottomotor“

Der Druck im Verbrennungsraum steigt auf 10..16 bar. Der Verdichtungsdruck ist höher als der vermutete Enddruck $p = 1 \text{ bar} \cdot 0,8 \text{ Füllungsgrad} \cdot \epsilon = 6,4 \text{ bar}$, weil die steigende Temperatur den Druck weiter erhöht.

Klopfen (Selbstzündung, Frühzündung)

Leistungsverlust und Motorschäden

Das Gemisch entzündet sich an mehreren Stellen, die Verbrennung erfolgt sehr schnell, Druck kommt zu schnell, zu früh und wird zu hoch. Daraus folgen erhöhte mechanische und thermische Belastung, Leistungsminderung: harte Geräusche (Klopfen), Kolbenfresser (Ölfilm baut nicht auf), durchgebrannte Kolbenböden und Ventile, verbogene Kurbelwelle. Beschleunigungsklopfen: bei Vollgas aus niedrigen Geschwindigkeiten bei oberen Gängen. Ursache meist schlechter Kraftstoff. Hochgeschwindigkeitsklopfen: bei Vollgas bei oberen Drehzahlen. Ursache: schlechter Kraftstoff. Folge: Etwas brennt durch. Es ist gefährlicher weil es längere Zeit auftritt und schlecht hörbar ist.

Vertiefung

- 1) Warum umgeht man die Klopfgefahr nicht durch geringere Verdichtung? Leistungsverlust
- 2) Andere Wege?
- Steigern Klopfestigkeit: z.B. Tetraethylblei TEL, Tetramethylblei TML (schaden Kat) Methyltertiärbuthylether MTBE (aus Rapsöl?), Methanol (2..3%), höhere Alkohole (flüchtig, greifen Kunststoffe an) u.v.a.m. [Bosch 21] S.226ff.

- 1) Wann beginnt u. endet der 2. Takt, wohin bewegt sich der Kolben?

Verdichtungsverhältnis

ist das Verhältnis Raum vor zu Raum nach der Verdichtung

- 1) Welche Kenngröße bestimmt das Maß der Verdichtung? Wie gibt man die Höhe der Verdichtung an?
- 2) Wie kann man das Verdichtungsverhältnis erklären und dann auch berechnen?

Temperatursteigerung

kann Frühzündung auslösen (Klopfen)

- 1) Druck nach Ansaugen ohne Füllungsgrad $\approx 1 \text{ bar}$.
- 2) Übliches Verdichtungsverhältnis $\approx 8:1$
- 3) rechnerischer Druck nach Verdichten $\approx 8 \text{ bar}$.
- 4) Normaler Kompressionsdruck $\approx 10..11 \text{ bar}$.
- 5) Durch was wird der Druck noch erhöht (s.o.)?

AM Luftpumpe zusammendrücken

- 6) Welche Werte werden erreicht?

Temperatur steigt auf 400..500°C, Verdichtungsdruck 10 bis 18 bar [HJTabKfz] „(Viertakt-)Ottomotor“

- 7) Welche Auswirkung kann die Temperaturerhöhung auf das Kraftstoff-Luft-Gemisch haben? Bei welcher Temperatur zündet Benzin / Diesel?

[HJTabKfz] „Stoffwerte“

- Benzin: 450 .. 500°C Zündtemperatur; Diesel 220°C, d.h. erst im Arbeitstakt einspritzen

- 8) Die Verdichtungstemperatur liegt knapp an der Zündtemperatur

Wie verhält sich das Gemisch, bei zu hoher Temperatur?

- durch Mängel in Kühlung, Zündeneinstellung, Kraftstoff (niedrige OZ), Gemischverteilung, Wärmeabfuhr (Ölkohleablagerung) oder durch Glühzündung (überhitzte, schlecht gekühlte Teile) o.ä. zu hoch wird?

- 3) Warum Normal / Super?

- Superbenzin hat eine höhere Klopfestigkeit (Oktanzahl OZ durch Bleitetramethyl, Benzol, o.ä.) und ermöglicht höheren Wirkungsgrad. Super kann in Normal-Motoren gefahren werden, bringt aber keine Vorteile (der minimal höhere Brennwert spielt kaum eine Rolle), während Normalbenzin in Super-Motoren klopfgefährdet ist.

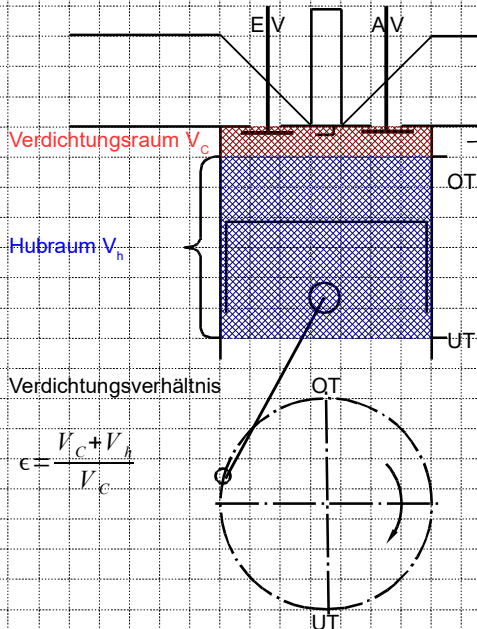
- 4) Diesel

- Im Dieselmotor wird nur Luft verdichtet, die Zündung wird durch Einspritzen des Kraftstoffes initiiert. Der Kraftstoff muss hier besonders zündwillig sein. Die Zündwilligkeit wird gemessen in Cetanzahl CaZ und bedeutet sinngemäß das Gegenteil der OZ. Die Verdichtung ist durch die Festigkeit des Motors begrenzt.

2. Verdichtungsstakt

Aufgabe: Kolben zu OT bringen

Verdichtung erhöht Wirkungsgrad



$$\epsilon = \frac{V_c + V_h}{V_c} \approx 7..14$$

Raum vor der Verdichtung
Raum nach der Verdichtung

Druck steigt auf 10 .. 18 bar

→ Wirkungsgrad steigt

= weniger Verbrauch oder

= mehr Drehmoment

Steigerung der Leistung

→ Kraftstoff verdampft

→ Ottomotor kann klopfen

→ je höher die Verdichtung ist,
desto höher muss die Oktanzahl sein

→ Dieselmotor erreicht
Selbstzündungstemperatur

Gesamtvertiefung

Vertiefung

Mögliche Erweiterung

Ottomotor_Takte_Arbeitsweise_AB

Motor-Verbrauchskennfeld_AB (2 Stunden)
Drehmoment, Leistung



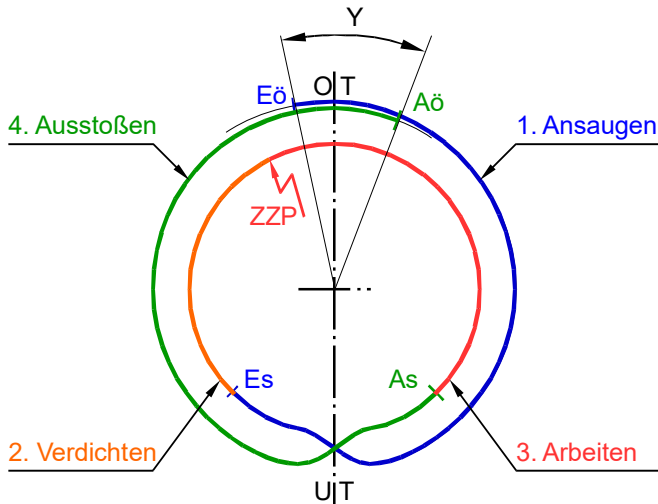
Motoren in Diagrammen

Diagramme für Motoren

Steuerdiagramm eines 4-Takt-Motors

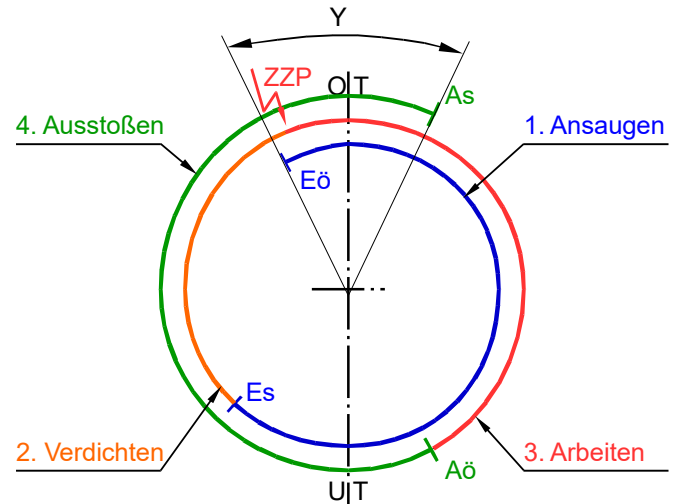
stellt die Steuerzeiten grafisch dar
= Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile

als Ringwurst



Motorsteuerung umfasst alles, was zum Steuern des Gaswechsels notwendig ist.

als Spirale



„Takt“ kann bedeuten

Kolbenhub (Bewegung hoch bzw. runter)

- 2-Takter benötigt 2 Hübe (=1 Umdrehungen) je Zyklus
- 4-Takter benötigt 4 Hübe (=2 Umdrehungen) je Zyklus

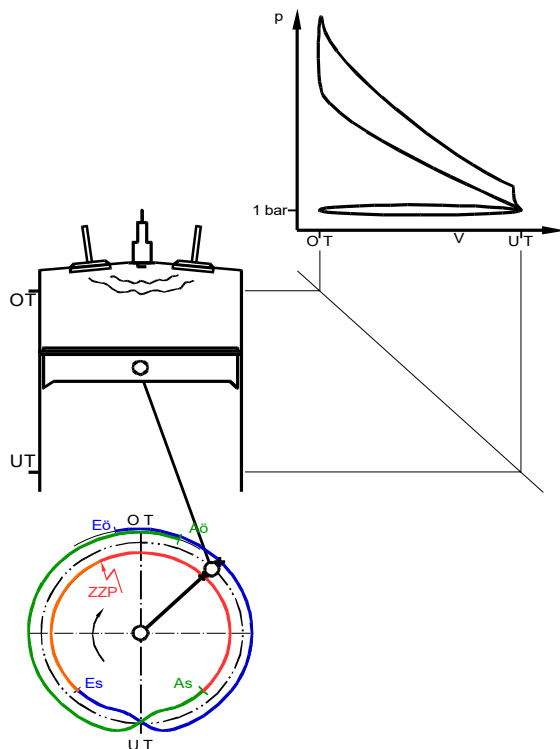
Arbeitsschritt

- Ansaugen, Verdichten, Arbeiten, Ausstoßen → machen auch 2-Takter

Vertiefung

Motor_Steuerdiagramm_AB_4Takte

Steuerdiagramm und pV-Diagramm



Ventilüberschneidung Y

Ventilüberschneidung lässt ohne großen Strömungswiderstand Frischgas durchspülen, was nur bei Direkteinspritzern sinnvoll ist. Vorteile:

- Kühlung, (Scavenging),
- Verringerung eines Turboloches bei geringen Drehzahlen
- Innere Abgasrückführung

- 1) **WICHTIG!!** Jeder einzelne Schüler muss mit dem Finger durch sein Steuerdiagramm fahren und den Verlauf der 4-Takte erklären.

Beschriftungen ergänzen

pV-Diagramm, Hubraum, Takte, Arbeit im pV-Diagramm

Steuerdiagramm

- 1) Zeichnen: Motor, Kurbelkreis
 - 2) Nennen lassen und in Kurbelkreis eintragen: Steuerzeiten
 - 3) Ablauf erklären lassen: In diese Darstellungen folgt Aö auf Es usw. Verbesserungsvorschlag?
 - 4) Steuerdiagramm mit 2 Kreisen, als Spirale oder als Schlaufe (Lyoner)
 - 5) Steuerzeiten eintragen
- Motor_Steuerdiagramm_AB_4Takte
- 1) Kontrolle: Jeder einzelne Schüler muss mit dem Finger durch sein Steuerdiagramm fahren und den Verlauf der 4-Takte erklären.

pV-Diagramm

- 1) Zeichnen: Achsen, Beschriftung
- 2) Ein typischer Druck? Umgebungsdruck
- 3) Welche Volumen kennen wir im Brennraum? Wodurch sind sie gekennzeichnet?
- 4) O/T, U/T eintragen
- 5) Wo beginnt der Einlasstakt? Welcher Druck herrscht?: Kurvenverlauf entwickeln
- 6) Aussage: Arbeit

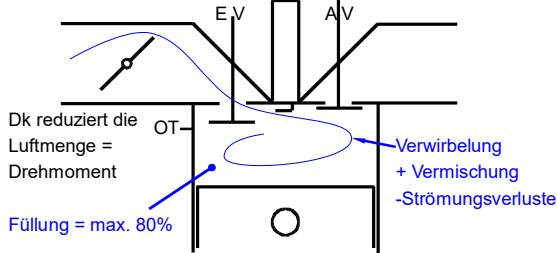
Ventilerhebungskurven

zeigen den Ventilhub abhängig vom Kurbelwinkel

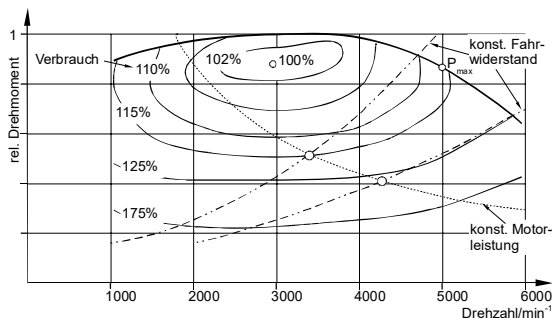
Ist aussagekräftiger als das Steuerdiagramm, weil auch die Öffnungs- und Schließcharakteristik dargestellt wird (scharfe / spitze Nocken).



Drehmoment- und Leistungsverhalten eines 4-Takt- Ottomotors Laststeuerung eines Ottomotors



Verbrauchskennfeld oder Muscheldiagramm



Fahrverhalten ohne Schalten

Fahrverhalten mit Schalten Schlussfolgerungen

Notwendigkeit von Kupplung und Getriebe

Ottomotoren haben nur einen engen nutzbaren Drehzahlbereich. In Kfz benötigt man deshalb

- eine schaltbare Kupplung zum Anfahren und Anhalten
- und ein Wechsel-Getriebe (Drehmomentwandler), um den Geschwindigkeitsbereich zu erweitern.

elastischer Bereich

Zwischen M_{max} und P_{max} ist das Drehzahlverhalten eines Ottomotors stabil (elastischer Bereich).

- Nfz- und Pkw: maximales Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen (komfortabler zu fahren)
- Sportwagen: maximales Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen (höhere Leistung)

Vertiefung

FO QEII: Warum benötigt die QEII weder Anfahrkupplung noch Getriebe? Weil das Schiff einen Hybridantrieb hat, d.h. die Verbrennungsmotoren treiben nur Generatoren an, d.h. sie müssen nicht unter Last anfahren und arbeiten nur bei einer Drehzahl. Warum benötigen Mofa keine Getriebe? Weil sie mit geringem Geschwindigkeitsbereich arbeiten.

Aufgaben mechanischer Getriebe

- Drehmomentänderung
- Drehzahländerung
- Drehsinnänderung

Dazu können auch Antriebe gerechnet werden, die geradlinige in drehende Bewegung u.u. umwandeln: Kurbelschwingengetriebe, Ventilsteuerung durch Nockenwelle, Kurbeltrieb.

Zeitbedarf: ca. 90'

1). Vorgehensweise anhand

Verbrauchskennfeld_AB.

AM OH-Modell mit Ventilen

1) Wer arbeitet in einem Viertakt-Ottomotor?

KLK wird gezündet, verbrennt, wird heiß und will sich ausdehnen. Da die Ausdehnung behindert ist, entsteht Druck. Die Kraft, die auf den Kolben wirkt, wird vom Kurbeltrieb in Motor-moment umgewandelt.

2) Von welcher Größe wird das abgegebene Moment bestimmt?

Bei gegebenem Motor kann das Drehmoment durch die Menge des KLK (Füllungsgrad) beeinflusst werden.

3) Wie kann man sie beeinflussen?

Der ungedrosselte und ungebremste Motor läuft mit maximaler Drehzahl ohne Abgabe von Drehmoment. Wenn er Drehmoment abgeben könnte, würde er seine Drehzahl steigern.

4) Welche Aufgabe hat die Dk?

Die Dk dient der Senkung / Steuerung der Füllmenge.

Quelle: [Bosch 21]

Der Mitteldruck ist der durchschnittliche Druck, der während des Arbeitstaktes auf den Kolben wirkt. Der effektive Mitteldruck ist um die Verluste bereinigt, enthält somit den mechanischen (?) Wirkungsgrad des Motors und ist ein Maß für das abgegebene Motormoment. Der relative Mitteldruck verzichtet auf absolute Werte (etwa 15 bar?).

Die Drehzahl wird traditionell in U/min angegeben. Bei 3000/min (= 50Hz) dauert eine 1 KW-Umdrehung 0,02s, der Einlasstakt umfasst mehr als 180°KW und dauert knapp über 1/100s (für typisch 0,5l Frischgas). Deshalb erreichen Saugmotoren maximal 80% Liefergrad.

Die Füllung als Maß für das erreichbare Motormoment hängt von der Dk-Stellung (Isolinien) und der Drehzahl ab. Unter der LL-Drehzahl erzeugt der Motor nicht genügend Moment, um seine eigene Reibung zu überwinden, er stellt ab. Um die LL-Drehzahl herum läuft der Motor, gibt aber kein Moment ab. Bei steigender Drehzahl steigt das Moment, weil die Verhältnisse (Resonanz, Strömungsverhalten, Zündverzögerung, Steuerzeiten usw.) für die Energie-wandlung günstiger werden. Die Lage des maximalen Motormomentes wird konstruktiv beeinflusst, darüber sinkt das Drehmoment, vor allem wegen steigender Strömungsverluste.

Aufgabe in Partnerarbeit: Tragen Sie in das Diagramm ungefähr ein:

- eine Isolinie für die konstante Dk-Stellung bei etwa 50% Öffnung (Lsg: die Linie für maximales Drehmoment entspricht 100% Öffnung, 50% verläuft parallel darunter.
- eine Isolinie für konstante Motorleistung bei verschiedenen Drehzahlen. Lsg $P = 2\pi M n$.

- zwei Linien für Fahrwiderstand abhängig von der Drehzahl bei 2 verschiedenen Übersetzungen (Stufensprung 0,8). Lsg: der Fahrwiderstand steigt überproportional mit der Drehzahl an, weil der Luftwiderstand im Quadrat eingeht.

Aufgabe: Gegeben sei ein Kfz mit Tempomat, das auf ebener Strecke auf einen Berg zu-fährt. Der Tempomat regelt die Geschwindigkeit auf einen konstanten Wert. Der Fahrer greift nicht ein. Beschreiben Sie das Fahrverhalten anhand des Muscheldiagrammes, wenn der Tempomat nur auf die Dk wirkt und ein Schaltgetriebe vorliegt.

1. Kräftegleichgewicht auf dem Kfz ist gestört, es beschleunigt negativ
2. Drehzahl sinkt geringfügig, Tempomat öffnet Dk, bis das Fz beschleunigt oder VL erreicht ist.
3. Wenn VL erreicht ist, steigt bei sinkender Drehzahl das Drehmoment, bis die Kräfte auf dem Pkw im Gleichgewicht sind oder bis das maximale Drehmoment erreicht wird.
4. Wenn das maximale Drehmoment unterschritten ist, sinken Drehzahl und Drehmoment immer schneller, bis der Motor abwürgt (außer die Fahrwiderstandslinie schneidet sich mit der Momentenkurve).

5) Wie kann man das Abwürgen verhindern?

Herunterschalten: bei konstanter Leistungsabgabe steigt die Drehzahl und sinkt das notwendige Drehmoment. Dadurch erhält man eine Drehmomentreserve. Wenn nach dem Herunterschalten kein Moment mehr verfügbar ist, nützt Schalten nichts mehr. Erinnerung: beim Erreichen der Steigung müssen wir zur Erhöhung des Drehmomentes zurückschalten, nicht zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit! Mofas kommen ohne Getriebe aus, da sie nur einen kleinen Drehzahlbereich benötigen. Fahrzeuge mit hydrodynamischem Drehmomentwandler benötigen weniger Gänge, weil durch die Drehmomentverstärkung des Wandlers der erste Gang eingespart werden kann. Dieselmotoren haben etwa einen waagerechten Drehmomentverlauf. Sie sind deshalb instabil und benötigen einen Drehzahlregler, wenn sie nicht nur äußere Umstände stabilisiert werden (z.B. Fahrwiderstandsverlauf beim Kfz).

Unter dem elastischen Bereich ist das Drehzahlverhalten eines Ottomotors instabil, weil bei jeder Erhöhung des Fahrwiderstandes und daraus bedingter Drehzahlverringern das Motormoment abfällt und die Drehzahl weiter verringert.

Über dem elastischen Bereich ist zwar das Drehzahlverhalten immer noch stabil, aber ausgereizt, weil auch Zurückschalten Drehmoment / Leistungsabgabe nicht mehr steigert.

FO Chanderli (Dampflokomotive): Warum benötigt das Chanderli weder Anfahrkupplung noch Getriebe? Weil eine Dampfmaschine schon bei Drehzahl 0 ihr höchstes Moment abgibt und weil sie einen sehr hohen Drehzahlbereich hat.

FO Träml (Straßenbahn): Warum benötigen Träml weder Anfahrkupplung noch Getriebe? Weil einige Typen von E-Motoren (Gleichstrom-?), Asynchronmotoren (Käfigläufer) bereits bei niedrigen Drehzahlen hohe Momente erreichen und einen weiten Drehzahlbereich haben. Warum benötigen Kinder keine Schaltung am Fahrrad, aber Rad-Profis? Um den engen Geschwindigkeitsbereich des Muskels durch Drehmomentwandlung zu erhöhen.

Aufgaben von Kupplungen

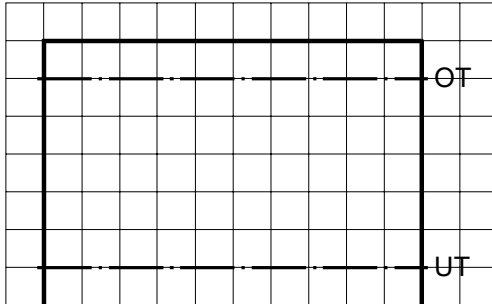
Verbindung von Wellen; Unterbrechung des Drehmomentes, z.B. im Kfz zum Schalten; Drehzahlgleichung z.B. zum Anfahren mit dem Kfz, auch zum Bremsen!; Überlastschutz, z.B. bei Seilwinden oder NC-Maschinen für den Kollisionsfall; Dämpfung von Schwingungen und Stößen, z.B. Förderanlagen; Ausgleich von Wellenversetzungen, z.B. Gelenkwelle, Kardanwelle, Topfgelenk, Kreuzgelenkwelle usw.



Motoren Sonstiges

Vergleich Lang-/Kurzhuber

Kurzhuber



- niedrige Kolbengeschwindigkeit
- Leistung über Drehzahl möglich
 - Formel1-Motoren
 - weniger Hubraumsteuer
 - leichte Motoren

flacher Brennraum bietet wenig Gestaltungsspielraum

größere Ventilquerschnitte möglich

- besserer Ladungswechsel

aber begrenzt durch Ventilhub besonders bei hohen Verdichtungen

flacher Brennraum fördert ungünstige Quetschströme

- Klopfneigung

Bei Zweitaktern wird der Hubraum durch die Schlitze stark vermindert

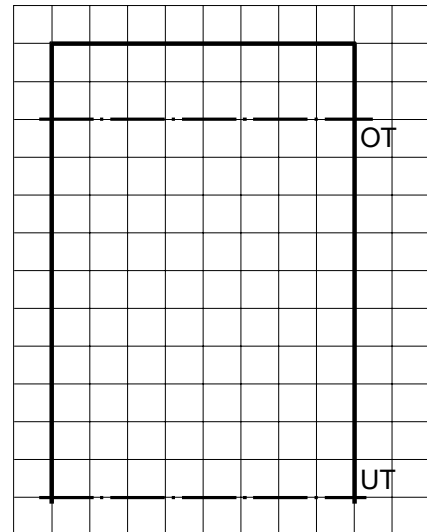
Bei gleichem Hubraum, Kolbengeschwindigkeit, Verdichtung und effektiver Leistung

- höhere Leistung
- höhere mechanische Verluste

Das gleiche Hubvolumen auf mehrere Zylinder verteilt ergibt eine höhere Leistung:

- kleineres $V_h = V_H / z$
- kleinerer Hub
- höhere Drehzahl möglich

Langhuber



- hohe Kolbengeschwindigkeit (bei gleicher Drehzahl)
- Langsamläufer

hoher Brennraum erlaubt höhere Verdichtung bei gleicher Zylinderkopfgestaltung

- Diesel

große Zylinderfläche bei gleichem Hubraum

- leichter zu kühlen

Bei Zweitaktern können große Schlitze ohne Verringerung des Hubraumes angebracht werden



Vergleich Otto – Diesel

Zündung	Ottomotor	Dieselmotor
wird ausgelöst durch	Zündkerze (Fremdzündung)	Einspritzbeginn (Selbstzündung)
wo ist ein zündfähiges Gemisch nötig	zw. den Elektroden der Zündkerze	irgendwo im Brennraum
mögliches Luftverhältnis	zündfähig ($\lambda=0,8..1,2$) Das Gemisch muss fast gleichmäßig zündfähig sein, damit sichergestellt ist, dass es an den Elektroden zündfähig ist.	sehr mager möglich ($\lambda=1,2..10$) da die verdichtete Luft überall heiß ist und irgendwo zw. Tröpfchen und Luft immer irgendwo ein zündfähiges Gemisch entsteht, ist das Luftverhältnis fast beliebig.
Steuerung des Drehmomentes durch	Gemischmenge = Quantitätssteuerung	Gemischverhältnis = Qualitätssteuerung

Warum rußt ein Diesel?

Warum verbrennt ein Dieselmotor bei O₂-Mangel den Kraftstoff zu Ruß, während ein Ottomotor den Kraftstoff zu CO oder gar nicht verbrennt?

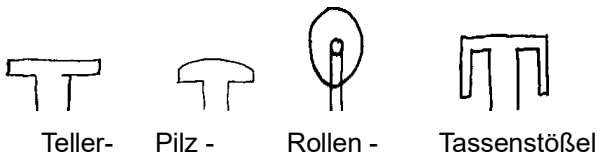
Verbrennung	Ottomotor	Dieselmotor
Ablauf der Verbrennung	KLG verbrennt sehr schnell ($V=10..30m/s$)	je nach Einspritzverlauf
	Gleichraumverbrennung	Gleichdruckverbrennung
	⇓	⇓
	Druckspitzen	Gleichmäßiger Druck
	⇓	⇓
	hohe Motorbelastung	höhere Lebensdauer höherer Wirkungsgrad

Verbrennungsvorgang

Diesel wollte die höhere Verdichtung und die Gleichdruckverbrennung umsetzen. Tatsächlich ist der Einspritzverlauf wegen der kurzen Zeit und der erforderlichen Drücke allenfalls annähernd möglich, sodass Gleichdruckverbrennung eine idealisierte Bezeichnung ist. Zudem hat das KLG beim Ottomotor mehr Zeit zum Mischen. Durch den Zündverzug verbrennt auch beim Dieselmotor relativ viel Kraftstoff sehr schnell, sodass Druckspitzen und rauer Lauf die Folge sind. Man versuchte dies bisher durch abgestufte Verbrennung (Vorkammermotoren) zu verhindern, verliert aber wegen der großen Brennraumoberfläche an Wärme. Der aktuelle Trend geht zum TDI mit abgestufter Einspritzung und Entwicklung neuer Einspritzsysteme.

**Motorsteuerung****variable Motorsteuerung**TA Motor mit Kurbelkreis
Wdhg: Steuerdiagramm

Ventilspiel: - 0,1..0,3mm

Ventil**Stößelformen****Wärmeausdehnung** $l_1 = 150 \text{ mm}$ $\alpha = 0,000016 / \text{K}$ für Cr-Ni-legierten Stahl $\Delta T = (80 + 600)^\circ\text{C} / 2 - 20^\circ\text{C} = 320^\circ\text{C}$ $l_2 = 150 \text{ mm} * (1 + 0,000016 * 320) = 150,768 \text{ mm}$

Längenausdehnungskoeffizient [HJTabKfz] "Stoffwerte"

Ventilspiel: - 0,1..0,3mm

Zweck des Ventilspiel

zum Ausgleich der Wärmedehnung der Ventile

zu kleines Spiel

Ventil schließt spät oder gar nicht

⇒ Gasverluste ⇒ Drehmomentverluste

⇒ Überhitzung ⇒ Wärmeschäden

Ventilspiel einstellen**Hydraulische Stößel**

Stößelformen WestKfz2 S232

Vorteile

Ventilspiel entfällt unabhängig von Temperatur und Verschleiß

Nockenwellenantriebe**Steuerriemen**

Auch: Zahnriemen

besser: Synchronriemen

Steuerkette**Stirnradantrieb****Königswelle****Schubstangen/Exzenter****AB Ventil und angrenzende Bauelemente**

Bezeichnen Sie die Elemente, und zeichnen Sie die Ventilfehrung ein.

Staudruck

1. TA Luftmoleküle: Luft strömt schnell auf den Kolben zu. Wie verhält sich verändert sich die Luft, wenn sie auf den Kolbenboden trifft ?
Stoppt, Luft wird zusammengedrückt, Druck steigt ⇒ Staudruck
- 2) Vorgehensweise mit unbekannte Formel aus TabB üben: Wie viel länger wird das Ventil ?
- 3) Berechnen mit Formel aus TabB, ohne sie zu kennen:
- Formeln durch Schüler diktieren lassen, bloße Umrechnungen streichen, geeignete Formel auswählen, Größen erklären lassen
- 4) Größen für Ventil festlegen, Ergebnis berechnen, Folgerung
- kaltes Ventil benötigt Spiel wegen der Wärmeausdehnung
- 5) Fehlerquellen
- Ventil ist reichlich lang, Durchschnittstemperatur ist viel niedriger (nicht linear), Wärmeausdehnung anderer Teile. (z.B. Zylinderkopf)

AB Ventil und angrenzende Bauelemente

Bezeichnen Sie die Elemente, und zeichnen Sie die Ventilfehrung ein.

AM Ventil**1. Verhalten der Ventile beim Warmlauf**

Erwärmen und Längenausdehnung, Formel HJTabKfz17 S42 "Längen-, Wärmeausdehnung"

- 2) Vorgehensweise mit unbekannte Formel aus TabB üben: Wie viel länger wird das Ventil ?
- 3) Berechnen mit Formel aus TabB, ohne sie zu kennen:
- Formeln durch Schüler diktieren lassen, bloße Umrechnungen streichen, geeignete Formel auswählen, Größen erklären lassen
- 4) Größen für Ventil festlegen, Ergebnis berechnen
- 5) Folgerung
- kaltes Ventil benötigt Spiel wegen der Wärmeausdehnung
- 6) Fehlerquellen
- Ventil ist reichlich lang, Durchschnittstemperatur ist viel niedriger (nicht linear), Wärmeausdehnung anderer Teile. (z.B. Zylinderkopf)

1. Wie verändern sich die Ventile im Betrieb ?**2. Welcher Ausgleich ist nötig ?****3. welche Folgen hat falsches Ventilspiel****zu großes Spiel**

Ventil schließt zu früh und öffnet zu spät

⇒ schlechter Gaswechsel ⇒ Drehmomentverlust,

Schadstoffemission

Betriebsspiel zu groß

⇒ Klappen, Verschleiß,

AM Fühlerlehre

Maßnahmen, wenn das Ventilspiel zu klein oder zu groß ist ?

mündliche Schilderung der Vorgehensweise durch Schüler zur Förderung des Ausdrucks, theoretisch nicht weiter vertiefen

Welche anderen Konstruktionen gibt es ?

- Spielausgleichselement funktioniert wie Hydrostößel, meist im Kipphebel integriert
- Hydroelemente können auch fest im Zylinderkopf montiert sein und das Kipphebellauger verschieben

Partnerarbeit mit FB, anschließend Vortrag**1. Aufgabe: Mit FB Funktion eines hydraulischen Stößels erarbeiten**

[EuroKfz]23 S200 "Hydraulischer Stößel, Ventilstößel"

FO Hydraulischer Stößel**2 Schüler tragen die Vorgänge vor**

- Kraftfluss beim Öffnen und Schließen des Ventils drillmäßig wiederholen, um den Vorgang, die Begriffe und das Zeichnungslesen einzuüben
- Warmer Motor kühlt ab: Spielausgleichsfeder gleicht die Verkürzung des Ventils aus, indem es den Druckbolzen gegen den Nocken drückt und Öl in den Arbeitsraum saugt. Kalter Motor wird wärmer: bei jedem Ventilhub wird etwas Öl aus dem Arbeitsraum gequetscht, so dass der Hydrostößel kürzer wird. Beide Vorgänge finden bei jedem Hub statt und passen den Hydrostößel an die Ventillänge an.

[Krafthand] 7/2010 S.30: Zahnriemen werden ölverträglich.

Synchronriemen sind notwendig, da Kurbel und Nockenwelle 'im Takt' bleiben müssen. Keilriemen können dies wegen des systemimmanenten Schlupf nicht leisten. Da moderne Keilriemen zur Verringerung der Walkarbeit Aussparungen an der Innenseite haben und wie Zahnriemen aussehen, ist die Bezeichnung Zahnriemen ungeeignet.

[Automobil1995] S.94: Bentley 4,5l-Kompressor von 1930



Fertigung und Maschinenelemente

Einteilung der Fertigungsverfahren

Englische Begriffe für die Fertigungsverfahren
Youtube-Videos finden und
... auflisten (URL; Titel)
Gruppenarbeiten mit Smartphones

GA Bleistiftspitzer

Gehäuse:

- Rundmaterial aus Mg
- Erhitzen und Strangpressen ergibt Stange mit Profil des Gehäuses und Riffelung im Griff
- auf Länge sägen (Kreissäge)
- Prägungen auf dem Gehäuse können beim Einklemmen für die folgenden Schritte erfolgen
- kegelige Bohrung für den Bleistift
- zylindrische Bohrung für die Bleistiftspitze
- Tasche für die Schneide fräsen
- Gewinde vorbohren
- Gewindebohren

Schneide

- aufgewickelte Stahlband
- Stanzen (1. Durchgangsbohrung; 2. Kontur)
- Schneide schleifen
- Schneide härten (möglich, nicht wahrscheinlich)

Montage

- Teile zusammensetzen
- Schraube einschrauben

Fertigungsverfahren_Einteilung_AB

- 1 Finden Sie für jedes Gruppe der Fertigungsverfahren ein Teil, das so gefertigt wird.

Einfacher Bleistiftspitzer aus Metall

2016 hatten ca. 40% der Schüler einen solchen Spitzer; dabei eingerechnet sind auch Modelle mit zusätzlichen Kunststoffgehäusen.

- 1 Überlegen Sie, wie der Bleistiftspitzer gefertigt wird.
- 2 Betrachten Sie das Gehäuse aus Mg und die Schneide aus St erst als Einzelteile. Gehen Sie von Halbzeug aus, das Sie im TabB finden, wobei die genaue Größe und der Werkstoff keine Rolle spielt.
- 3 Berücksichtigen Sie auch die Montage der Teile, die Herstellung der Schraube ist nicht Teil der Aufgabe.
- 4 Benennen Sie jeden Fertigungsschritt und skizzieren Sie jedes Zwischenprodukt.

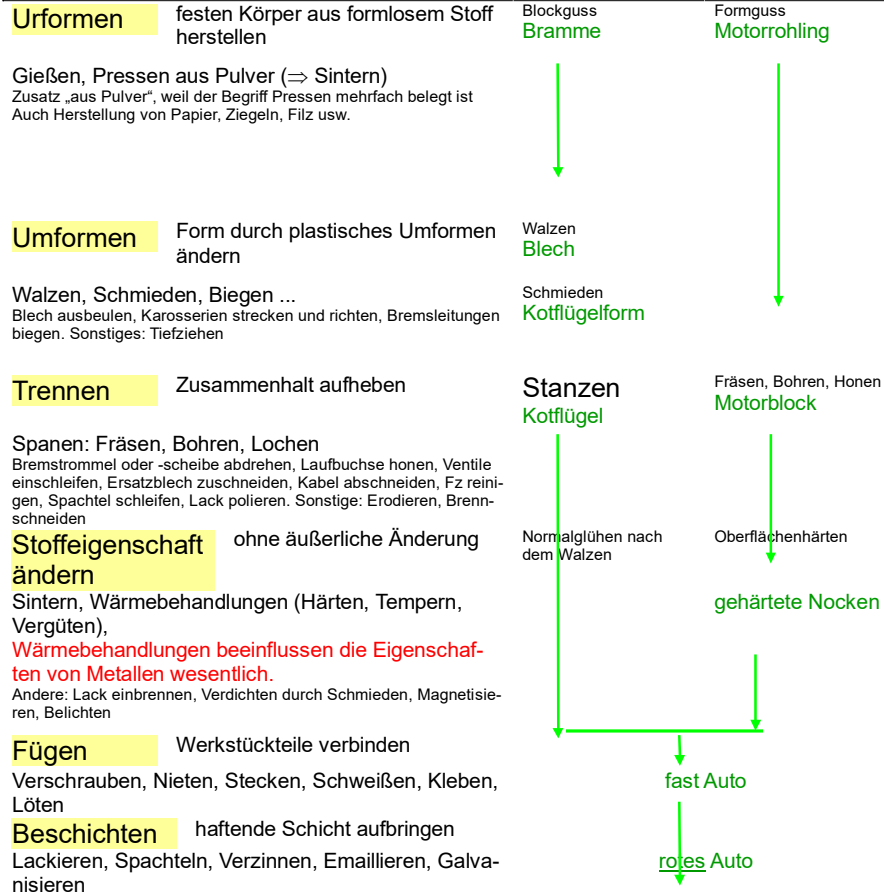
Vertiefung

Bleistiftspitzer (Maus)

Hauptgruppen der Fertigungsverfahren am Beispiel eines roten Autos

z.B. Roheisen

Das Thema ist zur Einführung vor Fertigungsverfahren geeignet. Stoffeigenschaft ändern vertiefen, weil es keine LPE dazu gibt.



Vertiefung

TG, Mbm AB Einteilung der Fertigungsverfahren

Modellauto; Klotz Roheisen

1) Modellauto zeigen: Wie hat es vorher ausgesehen?

TA jeweils nach dem Durchsprechen zur Wiederholung

2) Klotz Roheisen: wie macht man daraus ein Auto?

3) Wir betrachten nur 2 ausgewählte Teile mit ausgewählten Bearbeitungsschritten

3) Welcher Arbeitsschritt muss vor allem mit Roheisen oder Schrott erfolgen? Gießen.

Merkmal des Gießens: flüssiger, formloser Stoff erhält die erste Form ⇒ Urformen. (Uroma (=Oma vor der Oma), Uraufführung, Urgestein, Urknall, Urvogel, Urform, Urwerte). Bramme = Block (2x2x5m³) für das Walzwerk, heute sparen Dünnbrammen Umformenergie.

Pressen: AMSinterblech zeigen; Werkstoff?, Wasserdurchlässigkeit zeigen; warum für Filter und Lager?; wie hergestellt (Tipp: wie Fleischkühle aus formlosem Werkstoff)? Pressen aus Pulver. Vorteile: Hohlräume, hoch- oder unterschiedlich schmelzende Werkstoffe, z.B. HM-Schneidplättchen (harte, hochschmelzende verbunden mit klebrigen Metallen) und Fleischkühle. Festigkeit des HM wird wie bei Fleischkühle erst durch Druck und Hitze erreicht. ⇒ Sintern, s.u.

Urformende Arbeiten des Kfz-Mechanikers? keine: Spachteln, Verzinnen gehört zum Beschichten, weil es keine eigene Form herstellt.

Urgeformte Teile am Kfz: Gehäuse, Kw und Nw wegen Kosten, Kunststoffteile usw.;

Walzen: Wie wird aus der Bramme ein Blech? FO Walzen.

Umformen: Welcher Unterschied besteht zum Urformen? Es ist eine Form vorhanden, die (um-)geändert wird: Umformen.

Wie wird aus dem Blech ein Kotflügel? FO Schmieden und Gesenkenformen.

Umformende Arbeiten des Kfz-Mechanikers: FO Richtbank, Strecken

Umgeformte Kfz-Teile: Achsschenkel, Bremscheibe, Pleuel, Kw = hochbelastete Teile werden massiv geschmiedet, umgeformte Blechteile sind leicht.

TA Umformen; Welche weitere Umformung findet am Motorblock statt? keine ⇒ Ültg.

Wie muss der Motorblock weiter bearbeitet werden? Fläche zum Zylinderkopf planfräsen, Zylinder ausdrehen und honen, Löcher zur Befestigung bohren und reiben, Gewinde bohren.

Merkmal dieser Verfahren: das ursprüngliche Werkstück wird weniger, es wird etwas getrennt

FO Honen

Trennende Arbeiten des Kfz-Mechanikers: Getrennte Kfz-Teile: praktisch alle, außer Spritzgussteile uä.

TA Umformen; Welche weitere Umformung findet am Motorblock statt? keine ⇒ Ültg.

Muss am Kotflügel ebenfalls getrennt werden? Kanten abschneiden, ggfs. Löcher stanzen

AM Nockenwelle: Welche Belastungen erfährt der Nocken, welche Eigenschaften muss er haben? Darf man einen harten Werkstoff nehmen, der meist auch spröde ist? Wie muss der Nocken bearbeitet werden? Härten. Wie habt ihr euren Meißel gehärtet? Wärmebehandlung.

Video Härten eines Nocken (max 30")

Wird beim Härten die Form geändert? nicht absichtlich und nur geringfügig, ggfs. nachschleifen. Was wird geändert? Eigenschaft! Bekannte Verfahren (TA s.o.)?

AM HM-Schneidplättchen: Die Festigkeit von HM nach dem Pressen genügt nicht: Sintern.

AM gegossene Rohrschelle aus demselben GG; eine wurde durch Hammerschlag zerbrochen, die andere umgeformt worden. Welche unterschiedlichen Eigenschaften hatten die beiden Teile? Wie wurde die Sprödigkeit in Zähigkeit geändert? Wärmebehandlung, hier tempern.

Stoffeigenschaft ändernde Arbeiten des Kfz-Mechanikers? Einbrennen von Lackierungen, beim Schweißen unabsichtlich

Stoffeigenschaft geänderte Teile am Kfz: Nocken, Lager, Ventilsitzringe, Zahnräder usw. Praktisch alle Metallteile erst durch unerwünschte, dann durch neutralisierende Wärmebehandlungen oder Kaltumformen (Verdichten).

Ist das Auto jetzt komplett? Zusammenbauen = Fügen

Fügende Arbeiten des Kfz-Mechanikers? Schrauben, Schweißen, Stecken, Clippen,

Man kann noch gar nicht erkennen, dass es ein Ferrari ist.

Impuls für Spachteln und Verzinnen: vor einer Reparaturlackierung

1BFM / BVJ

1) 6 Hauptgruppen drillmäßig wiederholen; Verfahren zu den Hauptgruppen; in welche Hauptgruppe gehören die Verfahren: Einbrennen, Löten, Spachteln, Verzinnen, Kabelschuh einstecken, Türverkleidung herausnehmen und wieder einsetzen, Ventile einschleifen, usw.

2) Logitech: a) Haus: Wir kommen aus dem Haus, es gießt: Urformen; b) Garage: Nachbar holt sein Auto aus der Garage: Trennen; c) Zaun: Muss jährlich gestrichen werden: Beschichten; d) Dahinter ein Baum: Man muss die Äste herunterbiegen, um an die Kirschen zu kommen: Umformen; e) Kreuzung: Zwei Auto stoßen zusammen: Fügen; f) Schule: Dumm hinein, schlau heraus: Stoffeigenschaft ändern

Ft_TA_00_Fertigungsverfahren_Ferrari.odt



**Fügen**

verbindet mehrere Werkstücke miteinander

FO zerlegter Polizeipanzer von G.Seyfried

- 1) Ein: Das kriminalistische Problem „Wer war das?“ können wir zwar nicht lösen, aber wir können das kleine Malheur beheben.
- 2) In welcher Hauptgruppe sind die nötigen Fertigungsverfahren eingeordnet.

Wdhg: Die 6 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren sind: Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Stoffeigenschaften ändern und Beschichten.
Fügen verbindet hinsichtlich allgemeiner Energieübertragung (z.B. Schweißen - Kraft, z.B. Keilriemen - Bewegung), Stofffluss (z.B. Bremsleitung) oder Informationsfluss (z.B. elektrische Kabel) [HTFKM 1990] S.285.

- 3) Brainstorming: Welche Fügearten kennen Sie? Gegliedert an die Tafel schreiben, anschließend Unterschied finden lassen

Fragestellung ?**Fügearten****kraftschlüssig**

Zusammenhalt durch Reibung

Klemmen

z.B. Kabelschuh,

Schrauben

z.B. Zylinderkopf gegen Verschieben

formschlüssig

Zusammenhalt durch ineinander passende Formen

Schnappverbindungen

z.B. Auskleidung im Kfz, Stecker, Kabelbinde

Schraubenz.B. Zylinderkopf gegen Abheben
z.B. Passschrauben**stoffschlüssig**

Zusammenhalt durch Verbindung der Werkstoffe

Löten*FO Hartlöten einer Karosserie***Kleben**

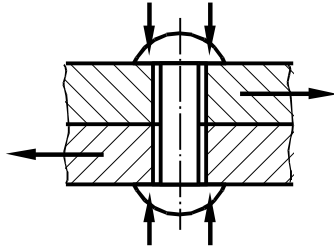
z.B. Scheiben, Schraubensicherung, Bremsbeläge, Alu-Karosserie des Lotus Elise

Schraubverbindungen sind kraftschlüssig = sie halten durch Reibung.**Nur Passschrauben dürfen scherbelastet werden.****Pressen**

z.B. aufgeschrumpfte Lager

Kegel

z.B. Werkzeugkegel

Warmnieten

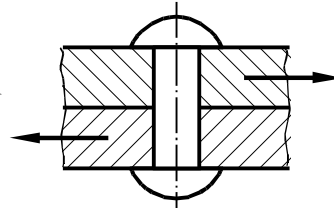
Werkstücke verspannen beim Abkühlen.
z.B. Stahlbau (auch die Titanic wurde mit Warmnieten gebaut, damit die Stahlplatten wasserdicht zusammengezogen wurden.)

Keilriemen**Passfedern, Keilwellen**

z.B. Keilriemenrad auf Lima

Bolzen, Stifte

z.B. Kolbenbolzen

Kaltnieten

wirken wie ein Zylinderstift oder Bolzen
z.B. Bremsbeläge, Karosseriereparatur
FO Nietverfahren, Blindnieten

Schweißen

z.B. Stahlkarosserien

Geeignete Aluminiumverbindungen Mg- oder Cu-Anteile) härten beim Warmauslagern langsam aus. Alu-Nieten im Flugzeugbau werden deshalb bis zur Fertigung kalt gelagert, härten nach der Montage aus und erhalten erst dann die notwendige Scherfestigkeit.

bei Überlastung

⇒ rutscht durch

⇒ schert ab

⇒ **Werkstoff wird zerstört***FO Fügeverfahren**FO Beispiele für Fügeverfahren*

Viele Verbindungen enthalten mehrere Prinzipien

lösbar

wenn die Verbindung mit denselben Elementen wieder gefügt werden kann

unlösbar

wenn ein Element der Verbindung beschädigt wird.

Ültg: Ein stark beschädigter Kotflügel soll ausgewechselt werden.
Wie sind Kotflügel montiert? Geschraubt oder geschweißt.
Welchen Unterschied macht dies für das Auswechseln?

Vtfg: Ordne im TA Wirkprinzipien zu, welche Verbindungen lösbar und welche unlösbar sind.

AB Wirkprinzipien der Fügeverfahren

- 4) [EuroKfz] 29. Auflage ist veraltet. Suchen Sie Bilder in der neuen Ausgabe!

AB erstellen**Gesamtvertiefung**

Bilder von gefügten Teilen in [EuroKfz] 29. Auflage

S.137 WNV, Konus, Scheibenfächer, Keilwelle

S.138 Klemmverbinder

S.145f Nieten Hohnieten (→ [Decker 2009] S.192)

S.148 Schnappverbindung

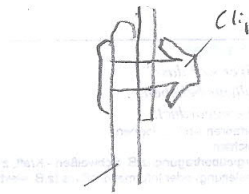
S.226 Pleuel

S.239 Ventilkeile

S.565 Klemmstück Batteriepol



Beispiele aus Kfz



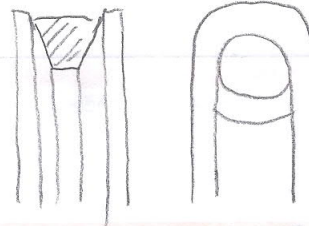
Innenverkleidung

Kfz
Ketten
Ketten
Ketten

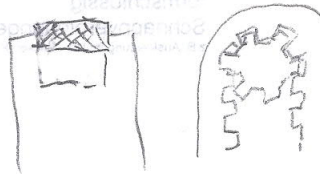
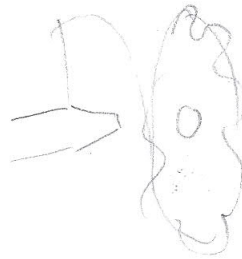
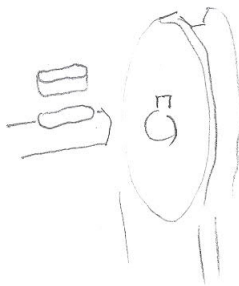
Passbolzen

1. Verbinden, Planet-PS
2. Verbinden, Planet-KW

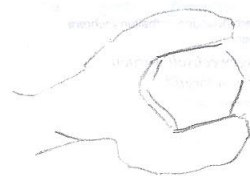
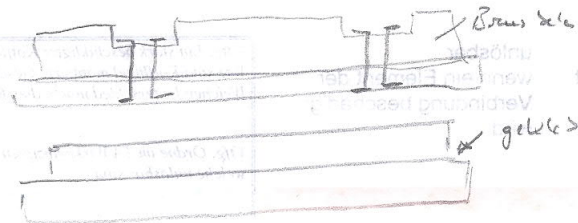
Keilriemen



Zahnriem

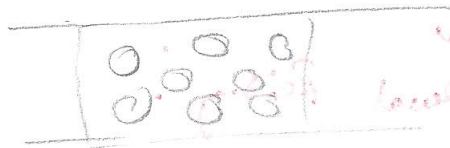
spielt keine Rolle
kein Antrieb von
Gewebe, für Wasser
KleinteileDruckluft durch
→ können auch Zahne
haben, um die
Werkstoffe zu
verringern→ rutscht nicht durch
nötig für die
Motorsteuerung, damit

Schraubziele

Zahnriemen
ZahnriemenAxial
taetel
abnehmbar

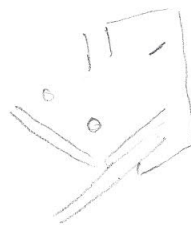
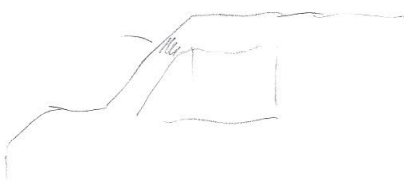
Brassble

gekett



Bajonett-Verschluss

FK Kfz durchgeh





Grundlagen Gewinde

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. Öllassschrauben, 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 (größere axiale Bewegung).

z.B. Spindeln in Drehmaschinen, Ventilen, Spindelpressen, Schraubenwinden, Schraubstöcken und Schraubzwingen. In Werkzeugmaschinen werden inzwischen meist Kugelgewindespindeln verwendet, weil diese spielfrei sind.

AM Kugelgewindespindel

Wiederholen der Aufgaben, Erarbeiten der Begriffe durch Schüler

AB Gewinde und Schrauben Grundbegriffe

Solange das Deutsche Reich besteht, werden Schrauben rechts gedreht.
Gasflaschen für brennbare Gase haben Anschlüsse mit Linksgewinden.

Quellen: [Bosch 21]; [Klingelnberg 1967]; [Roloff/Matek 1995]; [EuroTabM]; [EuroM56]; Werkzeug-Katalog Hengst 1992; Katalog Drehwerkzeuge, Sandvik Coromant, Dez. 1995; Basis Metall, Stam-Verlag, 1. Auflage 1992;

Grundbegriffe

Vertiefung



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 $y=0,8x d$ in Stahl bis Festigkeitsklasse 4,6, ab 4,8 $y = \varnothing 1,2x d$ ab Festigkeitsklasse 4,8 (Richtwert aus [Roloff/Matek 1995] TB 8-15). Feingewinde müssen tiefer eingeschraubt werden.

Bauformen

Sechskantmuttern

Sechskantmutter mit niedrigem Kopf

z.B. M8-05 für Mutter mit $m = 0,5 \dots 0,6 \times d$ wie oben, aber Gewinde kann vorher ausreißen

Sechskantmuttern mit Klemnteil und weitere Formen

Kronenmuttern

Hutmuttern

Ringmuttern

Blechmuttern

Ergänzen im AB

1. Besprechung anhand [EuroTabM] "Schrauben" Übersicht

sind im Maschinenbau die gebräuchlichsten.

zur Lagesicherung von Bauteilen.

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

Maße usw. siehe weiter hinten: [EuroTabM]";

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 detaillierte 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.

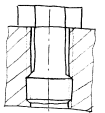
mit verschiedenen Kopfformen dienen hauptsächlich der Lagesicherung (z.B. Radkränze, Lagerbuchsen usw.)

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. Zweiteres tritt allmählich auf und ist daher schwierig feststellbar. Um versteckte Schäden zu vermeiden, werden Schraubenverbindungen so ausgelegt, dass Versagen zum Bruch der Schraube führt.

→ [EuroTabM]"

Ein Versagen der Schraubenverbindung kann durch Bruch der Schraube oder Abstreifen des Gewindes geschehen. Zweiteres 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 → [EuroTabM]"

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.)

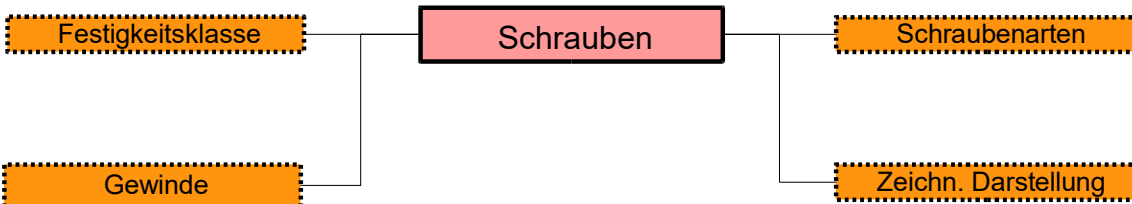
schließen Verschraubung ab, sichern Gewinde, verhindern Verletzungen

als Transportösen

Hinweis: keine Angabe der Festigkeitsklasse, sondern des Werkstoffes

[Steinhilper 2007 I]

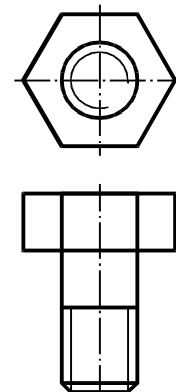
ME_TA_Schrauben.odt



Gewindeaufbau

Gewindefertigung

Gewindearten





Verspannungsschaubild bei Schraubverbindungen

(alternativ: Dehnschrauben für Zylinderköpfe)

- Das Verspannungsdiagramm soll hier nur dem Verständnis von Schraubenverbindungen allgemein und Dehnschrauben im Besonderen dienen.

Verhalten einer Schraubverbindung beim Anziehen

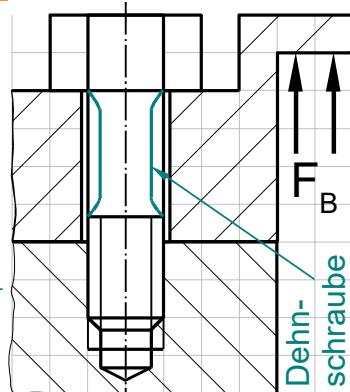
Schraube

- Zugkraft → wird länger

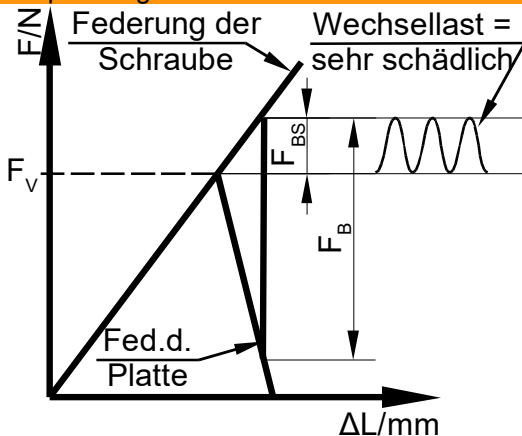
Zylinderkopf (gespannte Teile)

- Druckkraft → wird gestaucht (kürzer)

Dehnschraube erst später einzeichnen



Verspannungsschaubild einer Schraubverbindung



Schraube

- zusätzliche Zugkraft → wird noch länger
- Zylinderkopf (gespannte Teile)
- kann sich in der längeren Schraube entspannen
 - Druckkraft wird kleiner
 - Schraube wird entlastet

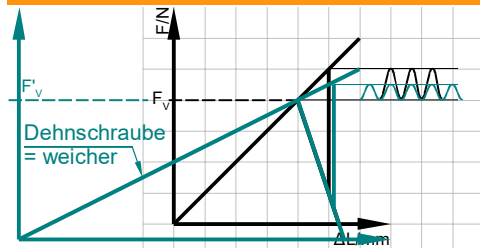
Die Schraube nimmt nur einen Teil der Betriebslast auf.

Was macht Teile kaputt?

Kleine wechselnde Kräfte belasten mechanische Bauteile mehr als große gleichbleibende Kräfte.

Kerben (z.B. Gewinde) verstärken die Belastung.

Trick: Dehnschrauben



Vertiefung

Vergleiche: Bungeespringen

Wenn das Bungeeseil die Belastung ganz sicher halten soll, müsste man eine Stahltrosse verwenden, aber die entstehende dynamische Last würde den Springer schädigen → auch hier macht man das Seil dünner, um die dynamische Last zu reduzieren. Natürlich müssen die Festigkeit und der Bremsweg weiterhin gegeben sein.

Statische Last: 20 kg tragen; dynamische Last: 20 kg auffangen

Torsionsmoment in Schrauben

Leichtes Rückdrehen der Schraube nach dem Anziehen der Schraube verringert das Torsionsmoment im Schaft. (→ Vgl. Speichen am Fahrrad = lange Schraube, gut sichtbar bei Messerspeichen)

Verspannungsschaubild für Kfz optional

- [Roloff/Matek 1995] S160f: "Befestigungsschrauben werden nur dann berechnet, wenn größere Kräfte zu übertragen sind und ein etwaiger Bruch schwerwiegende 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."

TZ 1: Schraubverbindung schematisch zeichnen und erläutern

TZ 2: Überschrift setzen und das Verhalten entwickeln

1 Wie verändert sich eine (Zylinderkopf-) Schraube beim Anziehen?

Beim Anziehen der Schraube entsteht Zugkraft, die die Schraube dehnt → Federkennlinie.

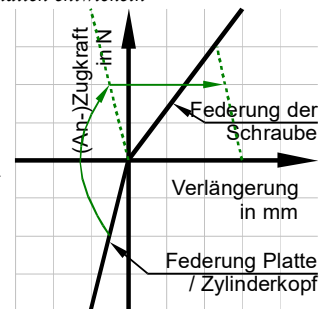
2 Wie verändert sich der Zylinderkopf beim Anziehen der Schraube?

Im gespannten Teil wirkt Druckkraft (-y), die Teile werden gestaucht (-x). Wichtig: Die Kennlinie ist steiler als bei der Schraube, weil die Platten mehr Querschnitt haben.

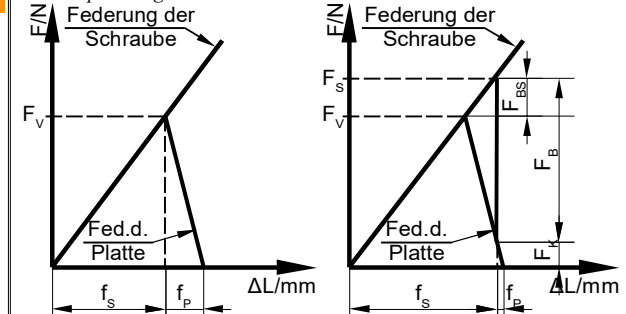
3 Erklären, Diagramm skizzieren

4 Das Diagramm ist so nicht aussagekräftig und muss verfeinert werden.

Grüne Linien: Die Federlinie der Platte (Zylinderkopf) wird um die x-Achse gespiegelt, und dann nach rechts verschoben, bis sich die beiden Federkennlinien an der Stelle der Vorspannkraft schneiden, die für beide Teile gleich groß ist.



1 Verspannungsschaubild



F_v Vorspannkraft wird beim Anziehen der Schraube eingebracht und ist für die Schraube und die Platte gleich → hier schneiden sich die Federkennlinien von Platte und Schraube.

f_s, f_p Federweg der Schraube bzw. der Platte

2 Wie verändert sich die Schraube, wenn Verbrennungsdruck hinzu kommt?

Die Schraube wird durch die Betriebslast F_b zusätzlich belastet und gedehnt.

3 Wie wirkt sich die Last / die verlängerte Schraube auf die Platte aus?

Die Platte gewinnt in der weiter gedehnten Schraube Raum, kann sich ausdehnen und drückt dadurch nicht mehr so stark auf die Schraube → Schraube wird teilweise entlastet → demzufolge nimmt die Schraube nur einen Teil von F_b auf. Wie groß der Anteil ist, hängt auch von der Art der Krafteinleitung durch den Zylinderkopf ab.

F_b Betriebskraft auf die Verbindung, z.B. durch Verbrennungsdruck auf den Zylinderkopf

F_s Schraubenkraft unter Wirkung der Betriebslast

F_{bs} Anteil der Schraube an der Betriebskraft

F_k Restliche Klemmkraft zwischen Zylinderkopf und Motorblock. Sie ist nötig für die Dichtigkeit oder die Reibung, die Querkraft aufnehmen muss. Für die Klemmkraft muss das Setzverhalten der Verbindung und die Streuung im Anzugsmoment beachtet werden.

4 Verbrennungsdruck ist nicht konstant. Wie wird die Schraube belastet?

1 Wie zieht man einen Pfosten, wenn die Körperkraft nicht ausreicht? Wie bricht man einen Draht ohne Werkzeug? → rütteln, hin- und herbiegen

Untere Steine der Pyramiden von Gizeh tragen seit 2500 v.u.Z. Mio t Last. Wie würden sie aussehen, wenn man sie in der ganzen Zeit mit einem kleinen Hammer bearbeitet hätte?

2 Welche Belastung hält eine Zylinderkopfschraube?

Wird mit wechselnder Last durch Verbrennungsdruck (25 Hz bei 3000/min) belastet.

1 Wie kann der Konstrukteur dafür sorgen, dass der wechselnde Anteil FBS der Schraubenkraft geringer wird, auf wenn die statische Last dadurch größer wird?

Dehnschrauben (Dünnschaftschrauben)

2 Dehnschrauben sind dünner → in Zeichnung eintragen. Welche Auswirkungen hat dies im Verspannungsschaubild?

3 Dehnt sich eine dünnere Schraube mehr oder weniger bei gleicher Kraft? Wird die Kennlinie flacher oder steiler? → flacher (eintragen)

4 Wie verändert sich die Wechsellast der Schraube? → wird geringer

Die statische Belastung (Vorspannkraft F_v) wird größer, weil die Klemmkraft beibehalten werden muss. Eintragen nur auf Nachfrage.

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.



Seitenumbruch

Normteile

[Planet Wissen – Normung - BRa 2012](#)

Planet Wissen am 13.06.2012 in BRa: „Normung ist das Erzielen von Konsens über idR. technische Themen, die dann in Dokumenten niedergelegt sind. ... Für die Wirtschaft ist ganz wichtig .. die Norm über Qualitätsmanagement, .. dies ist eine Erfolgsgeschichte, die aus aus England gekommen ist, und die sich verbreitet hat weltweit.“ (Rüdiger Marquart, Mitarbeiter des DIN). Vorläufer der Normen findet man in Teilen des MG 08/15, die erste Norm DIN 1 Kegelstifte.

Erarbeitung anhand

[Norm_AB_01 und Norm_AB_02](#)

[Sonderschrauben für den Maschinenbau_FO](#)

Vertiefung

[Kundenauftrag 5: Motorinstandsetzung: Systemanalyse Schraubenverbindungen \[Quelle ?\]](#)

Beispiel?

ME_TA_Normteile.odt

Vergleich Wälzlager Gleitlager

Gleitlager

- + hohe Drehzahl möglich,
- + außer beim Anlauf kein Verschleiß im Dauerlauf unbegrenzte Lebensdauer
- + höhere Tragfähigkeit (außer bei kleinen Drehzahlen)
- + unempfindlich gegen Stoßbelastung
- hohes Anlaufmoment
- aufwendige Schmierung, Überwachung nötig
- hohe Rundlaufgenauigkeit

Wälzlager

geringer Reibung und Wärmeentwicklung
hohe Tragfähigkeit bei kleinen Drehzahlen
empfindlich gegen Schmutz und Stöße
laut
begrenzte Lebensdauer und Drehzahl (zu hohe Drehzahl: Fliehkräfte; zu kleine Drehzahl: Last nur auf wenigen Wälzkörpern)
geringer Schmierstoffverbrauch
genormte Lagergrößen
Ausgleich von Fluchtungsfehlern durch Pendellager

ME_TA_Lager-Vergleich.odt
Seitenumbruch



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 (kann entfallen)
- Schmiermittel

Bauarten und Eigenschaften

→ [EuroTabM46] "Wälzlager, Auswahl"

Rillenkugellager

- mittlere radiale und axiale Kräfte
- höhere Drehzahlen (wg. Flächenträgheitsmoment)
- billiger

Zylinderrollenlager

- größere Kräfte möglich

Pendelrollenlager

Toroidalrollenlager

Wälzkörper sind ähnlich länglichen Tonnen

Auswahlkriterien

Platzverhältnisse, Belastung, Schiefstellung, Genauigkeit, Drehzahl, Geräuscharmer Lauf, Steifigkeit, axiale Verschiebbarkeit, Ein- und Ausbau, Abdichtung

Vertiefung

Schmierung

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

Ein- und Ausbau

schrumpfen
pressen
schmutzempfindlich

Lageranordnung

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

Sonstiges

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 Einspannkräfte 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, Perla 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: Nadeln nach Abmaßen; Axiallager wegen der großen axialen Kraft; Kerola, Schrörola oder Rikula für kleine axiale Kraft
Veranschaulichung der größeren Auflagefläche
Versuch Wälzkörper (Rolle, Kugel) auf Folie stempeln

Eigenschaften laut [SKF 2008] S.34
- für mittlere Radiallasten und Axiallasten
- geringe Reibung
- sehr hohe Genauigkeit möglich
- geräuscharm möglich

AB Wälzlager Aufgabe 4

AM zerlegte Zentrierspitze

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

Eigenschaften laut [SKF 2008] S.34
- sehr hoch belastbar
- winkelbeweglich
Eigenschaften laut [SKF 2008] S.780: „CARB Toroidallager sind einreihige Lager mit langen, leicht balligen Rollen. Die Laufbahnen im Innen- und Außenring sind konkav ausgeführt und liegen zentrisch zur Lagermitte. Die optimal aufeinander abgestimmten Laufbahnprofile stellen eine vorteilhafte Spannungsverteilung im Lager und reibungsarmen Lauf sicher.
- winkelbeweglich
- axial beweglich
- sehr hohe Tragfähigkeit
[Steinhilper 2007 II] S.140

Ähnliche Maschinenelemente

Linearwälzlager, Kugelumlaufführung

Bild Linearwälzlager → [Steinhilper 2007 II] S.147

tgtm NP2009/10-3 Seilwinde

tgtm HP2007/08-3 Rollenhalterung

Schrumpfen mit Trockeneis bei -50°C oder im Ölbad bei 80-100°C.
Ein- oder auspressen mit Abziehvorrichtung oder Montagehülse, damit die Kraft nicht über die Wälzkörper geleitet wird.

Korrosionsschutzmittel nie entfernen als Schutz gegen Schmutz

- 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 von außen und Fett von innen dichten. Lager mit einstellbarem Spiel sind einreihige SchröKuLa, KeRoLa (Roloff/Matek).
- 2) Wie verändert sich die Spindel beim Dauereinsatz?
Reibung, Wärme, Temperaturerhöhung, Längenausdehnung, Verspannen, Klemmen.
- 3) Rechenbeispiel
Stahl, l=100mm, Dt=10K, Dl=0,01mm; Rikula, Normalklasse, BohrungsØ 30mm, Lagerluft (radial l) = 2...20 µm (SKF Hauptkatalog 1984 S113)
Bilder von Wälzlagerschäden → [Steinhilper 2007 II] S.188ff

FO verschiedene Lagerungen

FO Kreissägenwelle o.ä.

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



Werkstoffe

1) 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)

2) Welche Eigenschaften muss ein Kolbenwerkstoff haben, um dies auszuhalten?

Werkstoffeigenschaften (für Kfz)

mechanisch

Warum Motor nicht aus Kunststoff?

Bindfaden 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 Arbeitsakt (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

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

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.

Frontscheibe

Lichtleitfähigkeit

= Durchsichtig

Auspuffkrümmer aus Kunststoff?

Schmelzpunkt

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

Siedepunkt

1) Einleitung alternativ

Video Recycling von Handys

2) Welche Werkstoffeigenschaften wurden gezeigt?

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 Metall-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 eine Münze drückt, wird die Wärme abgeleitet, es bleibt nur ein Brandfleck.

Elastizität / Plastizität

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

Werkstoffeigenschaften

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

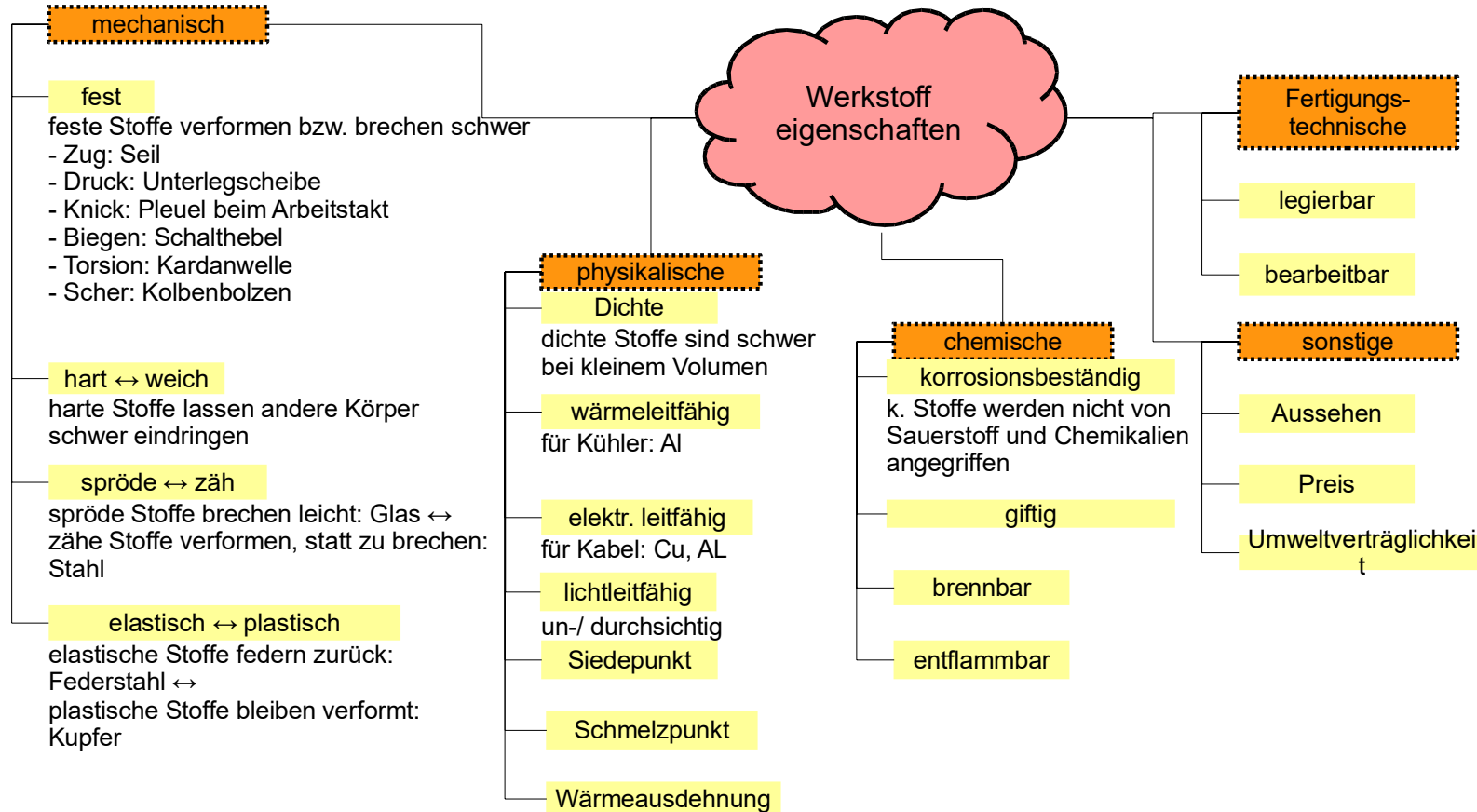
4) TA abschreiben

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

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

12 Begründung für die Verwendung von St
aus [HJTabKfz] „Stahlnormen“ entnehmen

13 [HJTabKfz] „Gusseisen“ zeigen
aber nicht im Einzelnen durchführen

14 Wiederholung
Anwendungsbeispiele für die einzelnen Stahlsorten und Gusseisen
insgesamt abfragen und eintragen.

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

16 chem. Abkürzungen für NE-Metalle
aus [HJTabKfz] „chemische Elemente“ im TA nachtragen

17 Warum wird mehr Al als Mg verwendet
[HJTabKfz] „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.

Werkstoff_TA_Einteilung.odt

Sonstiges



Korrosion

Zerstörung von Werkstoffen durch Reaktion mit Stoffen der Umgebung

AM verrostetes Teil

Ein : Wie ist dieser Schaden entstanden ?

Vollständige Definition: Angriff und Zerstörung metallischer Werkstoffe durch chemische oder elektrochemischen Reaktionen mit Wirkstoffen der Umgebung

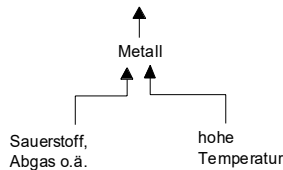
Versuch: Magnesium verbrennenA

A 1. Welcher Stoff brennt hier ? Magnesium + Sauerstoff

2. Unter welchen Voraussetzungen tritt diese Reaktion ein ?

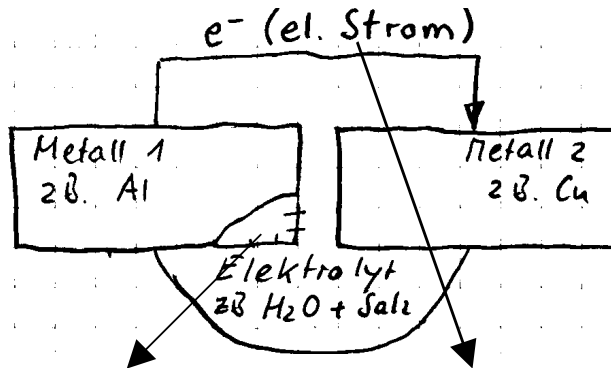
Bei hoher Temperatur reagiert ein Metall direkt mit einem aggressiven Stoff, z.B. Sauerstoff O_2 , SO_4 im Abgas. Auch bei niedrigen Temperaturen findet elektrochemische Korrosion statt: e^- aus z.B. Eisen reagieren mit den H^+ -Ionen im Wasser zu H_2 (gast aus), während Fe mit O_2 und OH^- zu $FeO(OH)$ reagieren (Eisenhydroxid = Rost).

chemische Korrosion

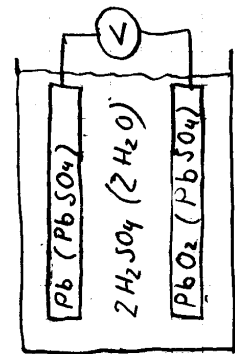


B. Verzundern beim Schweißen, Härten oder Schmieden; Auspuff; Batteriesäure

elektrochemische Korrosion



↔ Batterie



Schutzschichten

Manche Metalle korrodieren kaum, weil sie eine schützende Deckschicht bilden, z.B. Al, Cu

Das unedlere Metall wird zerstört

Eine elektr. Spannung entsteht

→ elektrochemische Spannungsreihe

→ HJTabKfz18 S.260 „Korrosion“

gibt die el. Spannung und das unedlere Metall an

E elektrochemische Spannungsreihe

1. Wo sind die edlen und unedlen Metalle (Stoffe)?
Metalle links von H^+ sind unedel, rechts edel
2. Warum werden Kfz-Karosserien mit Zn beschichtet?
Zn Opferanode für Fe, Zn korrodiert zuerst
3. An einer verchromten Stoßstange rostet meist zuerst der Stahl, warum?
Cr wird passiviert (O_2 bildet Deckschicht auf Cr). Dadurch werden auch Cr-haltige Stähle Korrosionsbeständig
4. Warum korrodiert Al nicht, aber Ag?
Dckschicht
5. Gegen welche Stoffe macht Cr beständig (TabB)?
andere Elektrolyte wie SO_4^- -Lösungen
6. Welche Metalle sind gegen H_2SO_4 beständig?

Werkstoff_TA_Korrosion.odt

Vertiefung

Versuch: Batterie aus Apfel und Nägel mit Amperemeter

Wie verhalten sich (mit Spannungsreihe im TabB)

Stahlnagel in verzinkter Dachrinne

Al-Bleche mit Kupfernieten

Verzinktes Stahlblech mit Kratzer

Verzinntes Stahlblech mit Kratzer

Lagerbuchse aus PbSn in Stahl

Welche Spannung hat eine Zink-Kohle-Batterie

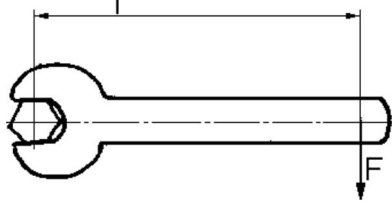
Wieso können Batterien auslaufen ?



Mathematik

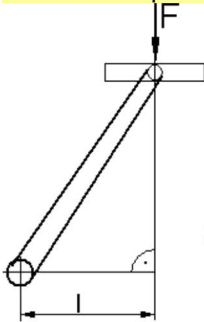
Drehmoment, Hebel

z.B. Schraubenschlüssel



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

z.B. Fahrradpedal

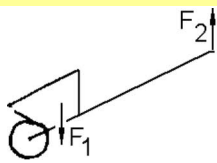


Hebelarm senkrecht zur Kraftlinie
oder
Der Hebelarm ist der kürzeste Abstand zwischen Drehpunkt und Kraftlinie

Gleichgewichtsbedingungen

bei mehreren Momenten

z.B. Schubkarre



einseitiger Hebel

$$\Sigma M = 0 \quad (\text{Summe aller Momente})$$

$$\Sigma F = 0 \quad (\text{Summe aller Kräfte})$$

z.B. Wippe



zweiseitiger Hebel

oder $\Sigma M_{li} = \Sigma M_{re}$
Summe der links drehenden Momente = Summe der rechts drehenden Momente

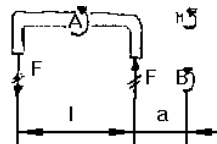
Kräftepaare

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

z.B. Fahrradlenker

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

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



Vertiefung

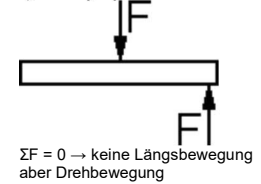
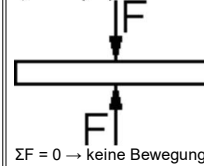
FTM, MVK: ca. 90' Zeitbedarf (ca. 45' ohne Übungen)

TG: entfällt

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

2) Kräfte fluchten

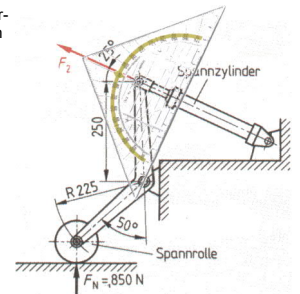
3) Kräfte fluchten nicht



4) Wie erfasst man „Drehkräfte“?

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

Der Hebelarm kann mit dem Geodreieck ermittelt werden: Kraft auf die 90°-Linie, Hypotenuse durch den Drehpunkt, Hebelarm an der Skala ablesen:
Quelle des Bilduntergrundes: [EuroRBM]



1) Wie Verhältnisse, wenn mehrere Momente auftreten

Erinnere: Gleichgewichtsbedingung bei Kräften

→ Gleichgewichtsbedingung bei Drehmomenten

Zwar mit $\Sigma F = 0$ beginnen, aber zunächst eine Zeile frei lassen und dann $\Sigma M = 0$ darüber schreiben, weil man bei der Berechnung damit anfangen sollte.

gebogene Pfeile ergänzen

Ültg: Schüler sollen einen Gegenstand mit einer Kraft drehen.

Geht nicht, immer ist Reibung, Gravitation, Trägheit oä. im Spiel.

1. Einzelkräfte gibt es nicht und 2. sie würden sie keine Drehung bewirken. Ohne Reibung, Lager, Trägheit o.ä. gäbe es nur eine Verschiebung.

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

Für das Moment am Lenker spielt es keine Rolle, ob man es im Punkt a oder im Punkt B berechnet: 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 jedes andere mit gleichem Drehmoment ersetzt werden.

Am Faden aufgehängtes Lineal einführen

FTM: [Böge Aufg.] Aufgabe 1..8

MVK: [EuroRBM]

**Drehmoment – Leistung – Drehzahl**

- 1) 1) Drei durchtrainierte Sportler machen mit beim Wettbewerb: „Wer zieht den schwersten Lkw“. Es treten:
- 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**

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

AB Drehmoment_Leistung_Verlauf

mot 09/2009



$$\text{Leistung } P = F \cdot v = 2\pi \cdot M \cdot n$$

Leistung ist eine Rechengröße aus Drehmoment und Drehzahl

Einheit: kW (Kilowatt = 1,36 PS)

Leistung gibt an, ob hohe Drehzahl und hohes Drehmoment gleichzeitig möglich sind.

Mit großer Leistung kann man den Fahrwiderstand auch bei hohen Geschwindigkeiten überwinden.

Mit niedriger Leistung kann man auch jede Arbeit verrichten, allerdings nur langsam.

Lehrer $P = F \cdot v$; v aus Umfang und Frequenz (wie lange dauert eine Umdrehung bei 1 U/min, bei 2 U/min, bei 10 U/min ...), M aus dem Linealbild, einsetzen; $P = 2\pi \cdot n \cdot M \cdot r$ r kürzt sich heraus, der Radius des Rades spielt für die Leistung keine Rolle.

$$v = \frac{s}{t} = 2\pi \cdot r \cdot n : \text{Geschwindigkeit}$$

$$s = 2\pi \cdot r : \text{Umfang}$$

$$t = \frac{1}{n} : \text{Zeit pro Umdrehung}$$

$$F = \frac{M}{r} : \text{Kraft aus Drehmoment}$$

Allgemeine Formel:

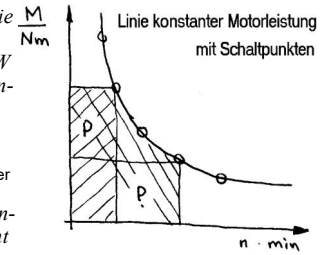
$$P = v \cdot F = 2\pi \cdot M \cdot n$$

schwarze Formel im TabB: Einheit selbst umrechnen

Drehmoment M für die Kraft, Drehzahl n für die Geschwindigkeit, 2π wegen der Kreisbewegung.

Vertiefung

- 1) Wo bleibt die Leistung? Was sagt sie aus?
- 2) Ein alter Traktor / Bulldog mit 10kW (13 PS) kann einen schweren Anhänger einen steilen Berg hoch ziehen. Was kann ein moderner Traktor mit 200 PS besser?
Der alte Traktor macht es sehr langsam, der Neue mit mehr Leistung schneller.
- 3) Ein modernes Auto mit 100 kW könnte die Arbeit des alten Traktors nicht leisten. Warum?
Das Auto kann es nicht, weil es mit seinem Getriebe gar nicht so langsam fahren kann damit genügend Drehmoment verfügbar wird.



Interview mit Mario Illien, DER SPIEGEL 07/2003

Hinweis: Umrechnungsfaktor kW – PS aus Auto-Datenblättern entnehmen lassen.

Zahlenwertgleichung

$$P = \frac{2\pi \cdot M \cdot n}{60 \cdot 1000} \approx \frac{M \cdot n}{9550}$$

Drehmoment M in Nm

Drehzahl n in min^{-1}

(Faktor 60 !)

Leistung in kW

(Faktor 1000 !)

$$\text{mit } \frac{60 \cdot 1000}{2\pi} \approx 9550$$

Zahlenwertgleichung

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

blaue Formel im TabB: Umrechnung erfolgt automatisch, wenn man in der richtigen Einheit einsetzt



Dichte

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

1001 Stahlkugeln → m (V, ρ)

Geg: a) b)
n = 1000 Stahlkugeln n = 1 Styroporkugel
d = 1 cm Ø d = 1 m Ø

Ges: Masse m in kg

Weg: Durchmesser Ø, Stückzahl n ⇒ Volumen
Volumen V, Dichte ρ ⇒ Masse m

Lsg: a) $V_{\text{Kugel}} = \frac{\pi \cdot d^3}{6} = \frac{\pi \cdot (1 \text{ cm})^3}{6} = 0,5236 \text{ cm}^3$

V1 = m

$$V = 1000 \cdot 0,524 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{\text{Stahl}} = 7,85 \text{ kg/dm}^3$$

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

b) $V = 0,524 \text{ m}^3 = 524 \text{ dm}^3$

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

$$V \cdot \rho = m$$

$$m = 104,7 \text{ kg}$$

Kupferkabel → Aluminium

Geg: Kupferkabel Ø1,5mm x 1m
Aluminiumkabel Ø1,75mm x 1m

a) Gewicht Kupferkabel ?

$$V_{\text{Cu}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot (1,5 \text{ mm})^2}{4} \cdot 1 \text{ m} = 1767,1 \text{ mm}^3$$

$$m_{\text{Cu}} = V_{\text{Cu}} \cdot \rho_{\text{Cu}} = 1767,1 \text{ mm}^3 \cdot 8,96 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3} = 15,8 \text{ g}$$

b) Gewicht Aluminiumkabel ?

$$V_{\text{Al}} = \dots = \frac{\pi \cdot (1,75 \text{ mm})^2}{4} \cdot 1 \text{ m} = 2405,3 \text{ mm}^3$$

$$m_{\text{Al}} = V_{\text{Al}} \cdot \rho_{\text{Al}} = 2405,3 \text{ mm}^3 \cdot 2,7 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3} = 6,5 \text{ g}$$

c) Gewichtersparnis in Prozent ?

$$m_{\text{Spar}} = m_{\text{Cu}} - m_{\text{Al}} = 15,8 \text{ g} - 6,5 \text{ g} = 9,3 \text{ g}$$

$$\%_{\text{Spar}} = \frac{m_{\text{Spar}}}{m_{\text{Cu}}} = \frac{9,3 \text{ g}}{15,8 \text{ g}} = 58,98 \%$$

Goldraub → m (V, ρ)

a) Geg: 5'000'000 € in Gold Ges: Masse m
Preis ca 10000€ / kg

Weg: Wert, Preis → Masse m
Masse m, Dichte ρ → Volumen V
Dreisatz, Formel

Lsg: ca. 500kg

b) Geg: 500kg Gold Ges: Volumen V

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

aus Dreisatz entwickeln, siehe rechts

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

Goldraub 2 → m (V, ρ)

Geg: a) Aktenkoffer voll 500€-Scheinen

b) Aktenkoffer voll Gold

Ges: Welchen Koffer bevorzugen Sie ?

Lsg Goldkoffer bringt ca. 10 Mio, wiegt 365 kg
Geldkoffer bringt knapp 20 Mio €.

Gold 3

Geg: Weltweiter Goldbestand beträgt ca. 170'000 t

Ges: Welche Kantenlänge hätte die Menge als Würfel.

Einarbeiten: Eine Senftüte in einer mit Wasser gefüllten Plastikflasche steigt und sinkt mit dem Druck auf die Flasche.

[Schneider21] Bautabellen S.3.15 verwendet den Begriff 'Wichte' [kN/m³] statt 'Dichte' [t/m³].

Variante 1

Ein:

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

5) Lösungsweg festlegen

6) Volumen (a) berechnen lassen

7) Dichte von Stahl (a) aus dem Tabellenbuch

8) Ermittlung der Masse durch den Dreisatz anschreiben

Dichte = 7,85kg/m³ bedeutet:

$$7,85 \text{ kg} \quad \hat{=} \quad 1 \text{ dm}^3$$

$$525 \times 7,85 \text{ kg} \quad \hat{=} \quad 525 \text{ dm}^3$$

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

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

Wie kann man sie zur Gleichung ergänzen?

Ggfs: Lehrer ergänzt die Einheiten :

$$m = V \cdot \rho = 525 \text{ dm}^3 \cdot 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 4121 \text{ kg}$$

Spezifische Leitwerte einbeziehen

1) Eine Goldräuber möchte mit dem letzten Coup ausgesorgt haben und beschließt, für 1Mio € 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 = 19,3kg/m³ bedeutet:

$$19,3 \text{ kg} \quad \hat{=} \quad 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ kg} \quad \hat{=} \quad 1 \text{ dm}^3 / 19,3$$

$$500 \text{ kg} \quad \hat{=} \quad 500 \times 1 \text{ dm}^3 / 19,3$$

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

6) Volumen des Aktenkoffers an Hand einer Schülertasche schätzen.

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

7) Volumen der gepackten Tausender an Hand eines Buches schätzen

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

Die Erdkruste enthält durchschnittlich ca 4g Au / 1000 t, örtlich bis mehrere g Au / t.
Gold als Lebensmittelzusatz hat die Nr. E175.

**Formel 1**

Ein F1-Fahrzeug muss laut Reglement mindestens .. kg wiegen. Ein Rennstall schafft es, 50 kg darunter zu bleiben. Um das Reglement zu erfüllen, wird am Fahrzeug ein Bleigewicht angebracht.

- Wie viel Platz benötigt das Bleigewicht in Liter?
- Wo wird das Gewicht angebracht?

Motorblock

Ein Motorblock wird aus 25 dm³ Gusseisen gegossen. Wie viel Gewicht wird gespart, wenn man ihn aus 30 dm³ Al gießt?

Frostschutzspindel → ρ (V, m)

Geg: $m = ..$ Ges: Dichte ρ
Eintauchtiefe = Frostschutzgehalt
 $d =$

Weg: Eintauchtiefe, Durchmesser $\Rightarrow$ Volumen V
Volumen, Masse $\rightarrow$ Dichte ρ
Dichte ρ , Tabelle, Diagramm $\rightarrow$ Frostschutzgehalt

Lsg:

Würfel mit 1l Wasser → ρ (V, m)

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

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

- Das Gewicht wird möglichst tief angebracht, damit der Schwerpunkt tief liegt.
Quer zum Fahrzeug wird es mittig angebracht.
Längs zum Fahrzeug etwa mittig, damit das Fahrzeug nicht so zu stark über- bzw. untersteuert.
Übersteuern: Das Fahrzeug geht stärker in die Kurve als eingelenkt, bzw. das Heck kommt herum.
Untersteuern: Das Fz geht weniger in die Kurve als eingelenkt, bzw. will geradeaus fahren.

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

Werte für Frostschutzspindel und Batteriesäureheber ermitteln

- 2) Ggfs Frostschutzspindel ohne Skale verwenden und alle Maße durch die Schüler ermitteln lassen.

Sektgläser

Geg: 1 volles Sektglas (kegelförmig)
5 halbhoch volle Sektgläser

Lsg:



Fehlend

Autonomes Fahren

Level

M+S (Matsch + Schnee)

- Level 0: Ausschließlich Fahrer fährt
- Level 1: unterstütztes Fahren, z.B. Tempomat
- Level 2: einzelne Situation werden durch den Automaten durchgeführt, z.B. Einparken
- Level 3
- Level 4: Automat macht alles, kann aber Unterstützung anfordern
- Level 5: Vollautomatisches Fahren



Schweißen

Alternative Einführung

Versuch Stiftschweißen

7 Stabstifte bündeln, den mittleren herausstehen lassen, mit der Hand fest zusammen drücken und so gegen den Tisch schlagen, dass der herausstehende Stift zwischen die anderen geschoben wird: Stifte verschweißen durch die Reibungshitze.

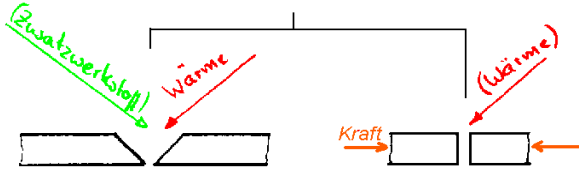
1) Warum bleiben die Stifte aneinander kleben?

ist das Verbinden oder Beschichten von Werkstoffen mit oder ohne Zusatzwerkstoff. Der Werkstoff wird dabei flüssig.

Merkmale

- + freie Gestaltung, einfache Ausführung
- + Gewichtseinsparung
- + keine Gussmodelle erforderlich
- Gefügeänderung in der Schweißzone
- Verzug und Schrumpfung am Bauteil
- nicht für alle Metalle geeignet

Einteilung der Schweißverfahren



Schmelzschweißen

mit Wärme und ggf. Zusatzwerkstoff

Gas- und Lichtbogenschweißen (A-Schweißen)

Lichtbogenschmelz-Sch. (E-Schweißen)

- Unterpulver-Sch.
- Lichtbogen-Sch.
- Schutzgasschweißen

Pressschweißen

mit Wärme und Kraft

Widerstandspressschw. Punktschweißen

Reibschweißen

Im Einzelnen

Pressschweißen

.. mit elektr. Strom

z.B. Punktschweißen

.. durch Bewegung

z.B. Reibbolzenschweißen

rotationssymmetrische Teile werden aneinander gepresst, ein Teil wird gedreht. Aufschmelzen durch Reibungswärme, für Hohlshaftventile, Kunststoffe, aus dem Vollen gefrästes Turbinenrad und die Welle fügen (ABB, Baden, 1995) usw..

.. durch elektr. Gasentladung o.ä.

z.B. mit magnetisch bewegtem Lichtbogen

.. durch Gas

z.B. Feuerschweißen

Uraltverfahren: Teile werden im Feuer erhitzt und aufeinander geschmiedet, funktioniert auch bei Gusseisen, inzwischen verdrängt.

Gießpressschweißen

Schmelzschweißen

.. durch elektrischen Strom

.. durch Strahl

z.B. Lichtstrahlschweißen

.. durch Flüssigkeit

z.B. Gießschmelzschweißen

AM Bimetallventil

1) Wie werden Schaft und Teller bei Bimetallventilen gefügt?

2)

Um optimale Werkstoffe für die thermische Belastung am Ventilteller und für die Reibung am Schaft einsetzen zu können, werden manche (Auslass-)ventile aus 2 verschiedenen Werkstoffen durch Reibschweißen gefügt. Ventilsitz und Schaftende können durch Auftrags-schweißen verschleißfest gemacht werden. Man nennt dies panzern.

Definition: Schweißen (thermisches Fügen) ist das stoffschlüssige Vereinigen oder Beschichten von Werkstoffen in flüssigem oder plastischen Zustand unter Anwendung von Wärme und / oder Kraft, ohne oder mit Zusatzwerkstoff. (EuroM50 S190). In Ausnahmefällen bleibt der Werkstoff fest (Diffusionsschweißen, Kaltverschweißen, z.B. von Parallelendmaßen) oder teigig (Kunststoffe).

nicht unterrichten

Wärme kann durch Druck, Reibung, elektrischen Strom, Gasflamme, Holzkohlenfeuer u.v.a.m. eingebracht werden.

Zusatzwerkstoff kann auch beim Schmelzschweißen entfallen.

Beim Pressschweißen kann die Wärme entfallen, wenn genügend Druck vorhanden ist, z.B. beim Sprengschweißen.

FO zu Schweißverfahren

Schweißverfahren, die nicht vertieft werden, können hier an Hand der Folien erläutert werden.

Mbm, Kfz nur Pressschweißen durch elektr. Strom

FO Einteilung der Schweißverfahren (Schal S158f)

FO Punktschweißen (Schal S166 bis 169)

Bauteile werden zusammengepresst und Strom hindurch geschickt. An der Berührungsstelle ist der höchste Widerstand, die Werkstoffe werden dort am heißesten und (ver-)schmelzen.

z.B. Buckelschweißen für Monierstahlgeflechte.

FO Reibschweißen (Schal S163)

z.B. Sprengschweißen für unterschiedlichste Werkstoffe untereinander, z.B. Ta (Smp. 2800°C) mit Cu (Smp. 1083°C).

Bauteile werden mit kleinem Spalt gefügt. Dann wird ein Lichtbogen dazwischen gezündet und magnetisch geführt, für Rohre.

z.B. Diffusionsschweißen

Teile werden gepresst und bei Luftabschluss bis knapp unter die Soliduslinie erhitzt. Die Verbindung erfolgt durch Diffusion (etwa wie Lötten ohne Lot), für Reaktor- und Luftfahrttechnik.

Gießfuge wird z.B. mit Thermit (ausgegossen und?) erwärmt, Fe wird Zusatzwerkstoff, Al₂O₃ schirmt Luft ab und schwimmt obenauf.

Elektroden schmelzen ab, auf der Schmelze liegt Schlacke (Schweißnaht ist beidseitig eingeformt). Die Wärme entsteht nicht durch Lichtbogen, sondern durch Widerstand in der Schlacke ähnlich dem Unterpulverschweißen. Vorteil: billig bei hoher Schweißleistung, wenig Pulververbrauch.

Wärme durch fokussiertes Licht, für Glas, Keramik, Kunststoffe, auch Metalle.

ähnlich Gießpressschweißverfahren ohne Pressung, für Langschienen der Bundesbahn über mehrere Kilometer

**Schutzgasschweißen**

Schutzgas schirmt das Metall und die Elektrode gegen Luft ab und sorgt für guten Stromfluss

Merkmale

- + alle Stromarten möglich
- + Stumpfnähte usw. leicht zu schweißen, auch vertikal und über Kopf.
- + wenig oder kein Verlust an Legierungselementen, deshalb gute Eigenschaften der Schweißnaht.
- + glatte, saubere Oberfläche, kein Flussmittel nötig
- + fast alle gebräuchlichen Metalle schweißbar

Kfz: Wichtigste Verfahren in der Kfz Werkstatt?
Meister: Einfachstes Verfahren für den Heimwerker?

nicht unterrichten

Wechselstrom oder Gleichstrom in beiden Polungen

Einteilung der Schutzgasschweißverfahren**Video Schutzgasschweißen**

Schüler in drei Gruppen teilen (WIG, MIG und MAG); Auftrag:

- Was heißt WIG, MIG und MAG?
- Welche Elektrode wird eingesetzt?
- Welches Schutzgas wird verwendet?
- Wofür wird das Verfahren angewendet?

	WIG Wolfram-Inertgas-Schw.	MIG Metall-Inertgas-Schweißen	MAG Metall-Aktivgas-Schweißen
	MSG (Metall-Schutzgasschweißen)		
Elektrode	Dauer-Elektrode aus <u>Wolfram</u> Wolfram ist sehr hitzebeständig (Glühfaden einer Glühbirne) und wird kaum verbraucht. Wechsel- oder Gleichstrom mit negativer Polung (positive Elektrode wird geschont.)	abschmelzende <u>Metallelektrode</u> (= Zusatzwerkstoff) Zusatzwerkstoff dient gleichzeitig als Elektrode und muss ständig von der Rolle nachgeführt werden. Dadurch erspart man sich thermische Probleme mit der Elektrode und kann praktisch jede Stromart verwenden, aber man bekommt Probleme durch ständiges Ändern des Abstandes der Elektrode zum Werkstück, Elektrodenform, Stromstärke usw.	
Schweißgas	Inertes Schutzgas: reagiert nicht mit dem Werkstoff (z.B. Ar, He, H ₂) Inert: Vergleiche Edelmetalle (Gold läuft nicht an) und Edelgase (reagieren nicht) Alle Gase rein oder gemischt, reiner H ₂ nur noch selten.	Inertes Schutzgas (z.B. Ar, He)	Aktives Schutzgas: reagiert mit dem Werkstoff (z.B. Ar mit CO ₂ oder O ₂) - billig, verbrennt aber Legierungselemente CO ₂ ist thermisch instabil, zerfällt im Lichtbogen und setzt O ₂ frei. H ₂ wird zur Reduktion eingesetzt. N ₂ mit 1 .. 30% H ₂ -Anteil dient dem Wurzel-schutz.
Anwendung, Merkmale	+ hochwertige Schweißverbindung für alle Metalle, besonders für Leichtmetalle, Wechselstrom und Cr- und CrNi-Stähle Gleichstrom - teuer, langsam - besonders mit Zusatzwerkstoff schwer handzuhaben	+ für NE-Metalle	+ für un- und niedriglegierte Stähle weil hier keine Legierungselemente verbrannt werden können, mit viel Ar auch für hochlegierte Stähle + leicht zu lernen + leicht anzuwenden + hohe Schweißleistung + billig (Karosseriebleche)

Aufbau einer MIG / MAG-Schweißanlage**FO MIG-MAG-Schweißanlage**

EuroKfz25 S.85 Bild 1 und 2 „Schweißbrenner, MAG-Schweißen“

Besprechung an Hand Fachbuch und Folie, ohne TA

- Welche Bauteile hat eine MIG/MAG-Schweißanlage und Brenner
- Welche Aufgaben haben die Teile?

- Ar, CO₂, O₂; schirmen Schweißstelle gegen Luft ab; verlangsamen Auskühlen und verbessern Plasmaaufbau
- die Anlage kann für MIG- und MAG-Schweißen verwendet werden, es muss nur die Gasflasche ausgetauscht werden.

Flaschendruck muss von > 100bar auf Arbeitsdruck reduziert werden (Acetylen 0,25 .. 0,5 bar; Sauerstoff 2,5bar; Schutzgas?). Wie funktioniert das?

In Partnerarbeit mit Fachbuch Funktion erarbeiten und dann besprechen.
Lernziel: Zeichnung lesen, Funktion beschreiben, Druckregelventile kennenlernen (sind häufig im Kfz!)

FO Druckminderer

EuroKfz25 S.81 Bild 1 2 „Schweißen“

- begrenzt Schutzgasverbrauch
- Draht wird nachgeführt
- Geschwindigkeit, Strom und Werkstoff müssen aufeinander abgestimmt sein
- Elektrodendraht, Stromzufuhr, Schutzgas, eventuell Kühlung (falls der Elektrodenquerschnitt für die Stromstärke nicht ausreicht).

führt Strom zurück. Man muss die Polung beachten, weil durch die kinetische Energie der Elektronen die Temperatur der +Seite höher als die der - Seite ist. Je nach Ort des Anbringens kann der Rückstrom den Lichtbogen beeinflussen (Blaswirkung).

- steuert Schweißstrom
- abstimmen mit Drahtwerkstoff, Werkstückdicke und Geschwindigkeit

führt Drahtelektrode

Strom und Drahtvorschub werden gleichzeitig geschaltet

Schutzgase**Druckminderer****Antrieb für Drahtvorschub****Schlauchpaket****Polklemme****Schweißspannung****Drahtführungsseele****Schalter**

**Einstellungen beim MIG-MAG-Schweißen***Matrix und Beschriftung vorgeben; Hitze, Schweißleistung und Anwendung fragend entwickeln. Lichtbogenarten*

Schweißspannung	Drahtvorschub	Drahtvorschub klein ⇒ kleine Schweißleistung	Drahtvorschub groß ⇒ große Schweißleistung
Schweißspannung klein 14 - 25 V, bis 125 A ⇒ kleine Hitze		dünne Bleche Zwangslagen ⇒ Kurzlichtbogen	
Schweißspannung groß 25 - 40 V, 125 - 350 A ⇒ große Hitze			dicke Bleche, keine Wurzelnähte ⇒ Sprüh-/Langlichtbogen

Vergleiche Stromstärken:
 Glühbirne 100 W mit 0,5A bei 220V
 Glühbirne 100W mit 8 A bei 12W
 Anlasser 150 ... 250 A

Schweißspannung und Drahtvorschub müssen auf Blechdicke und Werkstoffe abgestimmt sein.

Schweißrichtung

Gemeint sind die Werkstoffe der Werkstücke und der Elektrode.
 nur bei Meister:

[Video MAG 1 Lichtbogenarten](#)

anschließend Lichtbogenarten eintragen.

Gleichartiges Problem bei E- und A-Schweißen

[FO Schweißrichtung](#)

Gefahren beim Schweißen

Gefährlich ist zwar der Strom und nicht die Spannung, aber ab ca. 40V kann tödlicher Strom im Körper entstehen

Bei Kontakt mit elektrischen Spannungen ab ca. 40V können im Körper gefährliche Ströme entstehen. Diese führen zu Verbrennungen oder zu Muskelkrämpfen (z.B. Herzstörungen).

⇒ **Schutzkleinspannung 40V**

Auch bis 40V können tödliche Ströme entstehen, wenn ungünstige Umstände vorliegen:

- kurze Wege (Brust - Herz - Rücken, Schläfe - Hirn - Schläfe)

⇒ **besondere Vorschriften in engen Räume, z.B. Karosserien**

Der Schüler soll verstehen, dass bereits geringe Spannungen gefährliche Ströme entstehen lassen können.

Warum stellt man die Spannung nicht höher ein ?

Impulse: Elektrostatische Entladung haben bis 100000V und sind ungefährlich, die Autobatterie bringt beim Anlassen 200 A und ist ungefährlich.



Gasschmelzschweißen

Merkmale

- + unabhängig von Strom
- + Reduktionswirkung
- Flamme hat wenig Energie (bis ca. 4mm Stahl)

Sicherheitsregeln

AB Sicherheitsregeln im Umgang mit Gasen

AB Sicherheitsregeln beim Umgang mit Gasflaschen

Gasverbrauch

Aufbau der Anlage

Sauerstoffflasche

Acetylenflasche

Druckminderer

Sicherheitsvorlagen

Flammrückschlagventil

Acetylen-Sauerstoff-Flamme

neutrale Flamme

Gas : $O_2 = 1 : 1 \dots 1,1$

Der optimale Arbeitsbereich liegt 2 .. 5mm vor dem hell leuchtenden Flammenkegel

- größte Temperatur
- schwach reduzierende Wirkung des CO für Fe

Sauerstoffüberschuss

- oxidiert Fe-Werkstoffe, Schlackeneinschlüsse
- + verhindert Verdampfen von Zn in CuZn-Legierung

Acetylenüberschuss

- kühlt Fe auf $\Rightarrow$ Versprödung
- für Hartlöten, Al, Mg und GG

Flamme einstellen

Sauerstoff zuerst ein und zuletzt aus

Schweißrichtung

Wichtig ist das vollständige Aufschmelzen der Fugenflanken.

Nachlinksschweißung (NL)

für Bleche bis 3mm wg. der geringen Wärmeabgabe

Nachrechtsschweißung (NR)

für Bleche ab 3mm wg Schutz des Schweißbades vor Luft und schneller Auskühlung

Zusatzwerkstoff

Schweißstabklassen I bis VI farbig gekennzeichnet, Anwendung und Eigenschaften siehe TabB

Schweißgeeignete Werkstoffe

- Allg. Baustähle, Feinkornbaustähle, niedriglegierte Stähle mit C max. 0,2% gut schweißbar
- hochlegierte Stähle, GG, Al nur bedingt schweißbar (mit Flussmitteln)

Schweißsinnbilder in techn. Zeichnungen

Kennzahl 3 bzw. 311

nicht Kfz

Autogenschweißgeräte bleiben auch in der Kfz-Werkstatt unverzichtbar zum Erwärmen zum Schrauben usw.. (Kraftband 127/95; Tips zur Einrichtung einer Werkstatt.)

Bearbeitung zuerst, weil die Sicherheitsregeln einige Besonderheiten begründen, z.B. dass Acetylen durch den Sauerstoff angezogen wird, weil Acetylen bei Drücken über 2bar explosionsartig zerlegt. Bei niedrigen Drücken kann aber nicht genug Acetylen strömen

Formeln und Werte: [EuroTabM] „Druckgasflaschen“

FO Gasschmelzschweißausrüstung

und Schlauch sind blau, kein Fett oder Öl verwenden,

gelb oder weiß, Schlauch rot

Acetylen verbrennt unter starker Wärmeabgabe: $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O + 624kcal$; früher hergestellt aus Calciumcarbid: $CaC_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$; Calciumcarbid entsteht im Lichtbogen elektr. Öfen aus Koks und gebranntem Kalk: $CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO - 110,5kcal$

FO Druckminderer

reduziert Flaschendruck auf Arbeitsdruck

Sauerstoff 2,5 bar; Acetylen 0,03 .. 0,8 bar

FO Sicherheitsvorlage

verhindert bei Flammrückschlag, dass Gas in die Flasche tritt.

Die Gasaustrittsgeschwindigkeit muss größer als die Zündgeschwindigkeit sein. Wird sie unterschritten, kann es zum Flammrückschlag kommen.

FO Brenner

FO Acetylen-Sauerstoff-Flamme

Auch andere Brenngase möglich, Acetylen ist bevorzugt, weil es die höchsten Verbrennungstemperaturen erzeugt.

Wie wird das Verdampfen verhindert?

Weil Sauerstoff Acetylen ansaugen soll

TA siehe Blatt (einarbeiten)

gilt für Rechtshänder

FO Schweißrichtung

Brenner zeigt in Richtung Fuge, Blech wird vorgewärmt, schnelles Schweißen möglich

Brenner zeigt in Richtung der fertigen Schweißnaht, Schweißnaht kühlt langsamer ab
Wenn das Schweißbad bzw. das Blech zu schnell abkühlt, kann es zum Abschreckhärten mit Verspröden kommen.

EuroTabM39 S268 „Gasschweißen“

EuroTabM39 S268 „Gasschweißen“

Martensitbildung

EuroTabM39 S88 „Schweißsinnbilder“



Lichtbogenhandschweißen

= E-Schweißen

Wärmequelle: elektrischer Lichtbogen

Zusatzwerkstoff: Stabelektrode

Sicherheitsregeln

AB Sicherheitsregeln beim Lichtbogenschweißen

Aufbau der Anlage

Schweißstromquellen

Schweißtransformator (AC in AC)

- + einfach, verschleißarm, leise, kaum Blaswirkung
- nicht für alle Elektroden, schlechte Zündeigenschaften, sehr gefährlich, deshalb übliche Leerlaufspannung max. 80V~

Schweißgleichrichter (Drehstrom in DC)

- + Leerlaufspannung bis max. 100V -
- + kurzschluss sichere Bauart ist für enge Räume zugelassen (Leerlaufspannung max. 42V-)
- + sehr gute Schweißeigenschaften, für alle Elektroden, Polung wählbar
- Blaswirkung, teuer

Schweißumformer (Schweißaggregat, Motor erzeugt DC)

- + wie Schweißgleichrichter
- laut, Wartung nötig, Leerlaufverluste

Gleich- oder Wechselstrom

Stromstärke 60-1000A, abhängig von Elektrode und Werkstückdicke.

Leerlaufspannung

- ist aus Sicherheitsgründen begrenzt:
→ enge Räume → Betriebsspannung = 15 .. 50V ~

Stabelektrode

Kerndraht = Zusatzwerkstoff

Umhüllung

- stabilisiert Lichtbogen (Gas)
- schirmt Schmelze gegen Luft ab (Gas)
- verringert Schrumpfspannungen (Schlacke)
- führt bei Bedarf Legierungselemente zu.
- beste Nahtgüte bei basischer Umhüllung.

Lagerung: trocken bei mindestens 18°C

Auswahl, Kennzeichnung, Elektrodenbedarf siehe TabB

Blaswirkung

Magnetfeld um die Elektrode und den Strompfad im Werkstück drängt den Lichtbogen ab.

Abhilfe:

- andere Richtung für die Stabelektrode
- Polklemme an andere Stelle
- Wechselstrom

Bei genügender Spannung über der Luft oder durch Erhitzen der Luft (Stabelektrode berührt Werkstück kurz) wird diese ionisiert und leitend. Es entsteht ein Lichtbogen. Siehe auch geöffnete Lichtschalter. Temperaturen am Minuspol ca. 3600°C, am Pluspol (meist Werkstück) ca. 4200°C (durch kinetische Wirkung der Elektronen).

Bez.- HJTabKfz16 S108 "Schweißarbeiten"

- EuroM50 S196,203 "Schweißen"

- EuroTabM37 S259 "Schutz vor gefährliche Körperströmen"

FO Lichtbogenschweißanlage

Gleichstrom kann durch das Magnetfeld in Elektrode und Werkstück zur Ablenkung des Lichtbogens führen (Blaswirkung).

Wechselstrom bewirkt einen instabilen Lichtbogen (Zusammenbruch bei jedem Nulldurchgang).

Vgl. Haushaltsströme (16A Hauptsicherung), Anlasser, Halogenlampe

Wdh. Wirkung auf den Körper
Edison wollte Gleichspannung einführen (leichter handzuhaben, aber schwerer zu transportieren) und argumentierte mit der Sicherheit. Zur Demonstration traktierte er einen Hund mit Gleich- und Wechselstrom, bei Wechselstrom verendete der Hund.

EuroTabM39 S272ff „Stabelektrode“

EuroM50 S195



Vorgänge beim Schweißen

Wärme kann bewirken

- Schrumpfkkräfte beim Abkühlen:
- Spannungen: Werkstoff muss zäh sein
- Verformung: bei Konstruktion berücksichtigen
- Härten und Verspröden bei zu schnellem Abkühlen: C-Gehalt niedrig oder Wärmebehandlung
- Gefügeveränderung: geeignete Legierung und/oder Wärmebehandlung

Schweißflamme, Schutzgas

- entkohlen, aufkohlen
- Verbrennung der Legierungselemente

Schweißgeeignete Werkstoffe

- unlegierte Stähle: $C < 0,22\%$, $P < 0,05\%$, $S < 0,05\%$ problemlos; darüber geeignete Zusatzwerkstoffe verwenden
- legierte Stähle: benötigten artgleichen Zusatzwerkstoff. Können nicht durch Gasschweißen geschweißt werden.
- Stahlguss: mit jedem Schweißverfahren, vorwärmen gegen Aufhärten
- Gusseisen: kann kaum Zugspannungen aufnehmen, genaue Kenntnis der Spannungsverhältnisse erforderlich
- Kupfer mit WIG und MIG, bei Wandstärken $> 5\text{mm}$ vorwärmen wegen der guten Wärmeleitung
- Leichtmetall(-Legierungen): mit WIG (Wechselstrom) oder MIG, Schweißstellen müssen metallisch blank sein

[EuroTabM] "Schweißen"



Kleben

Kleben ist das Verbinden von Werkstücken aus gleichen oder unterschiedlichen Werkstoffen mit Hilfe eines artgleichen oder artfremden Zusatzwerkstoffes (Kleber) mit oder ohne Anwendung von Druck und/oder Wärme unter Ausnutzung von Adhäsionskräften

Unterscheidung nach Art des Klebstoffes.

Lösungsmittelkleber

härten durch Verdunsten des Lösungsmittels aus

- schrumpfen während des Abbindens
- erfordern hohe Fügekräfte über längere Zeit

Reaktionskleber

Polymerisationskleber

härten durch chemische Reaktion mit der Umgebung

- z.B. Luftfeuchtigkeit (z.B. Sekundenkleber)
- Luftabschluss (z.B. Loctite)
- UV-Strahlung
- Wärme

[EuroTabM39 S275 „Kleben“:

Eigenschaften von Klebstoffen: Endfestigkeit bis 35 N/mm², chemisch beständig, dichtend, spröde oder elastisch je nach Typ

Polyadditionskleber, Polykondensationskleber

härten durch chemische Reaktion der Komponenten untereinander entweder

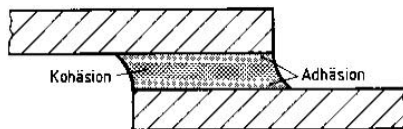
- nach dem Vermischen (Zweikomponentenkleber, Mischungsverhältnis beachten)
- oder der Kleber ist fertig vorgemischt, und die Reaktion beginnt erst bei über 200°C.

Schmelzklebstoffe

haften ohne chemische Reaktion.

Haftmechanismen

Die Kohäsion ist meist schwächer als Adhäsion,



Arbeitsregeln

- sauber, trocken, fettfrei
- schmale Fugen bevorzugen.
- Benetzungsvermögen fördert Adhäsion.
- hochviskose Kleber oder Klebekitt vermeiden bei großen Rautiefen klebstofffreie Zonen
- Einfluss der Temperatur beachten
- verschiedene Haftmechanismen verlangen sorgfältige Vorbereitung je nach Klebertyp.

Herstellerangaben beachten

Fertigungsablauf

- Haftgrund vorbereiten
- Klebstoff vorbereiten (z.B. mischen, erwärmen)
- Kleber auftragen, ggf. Ablüften des Lösemittels
- Fügen und Fixieren der Teile (ev. Erwärmen, Füge-
druck)
- Aushärten
- Nachbehandeln (z.B. Reinigen, Lackieren)

Einzelheiten siehe Herstellervorschriften

- 1) ?
- 2) ?

Ein: z.Zt. gibt es 3 verschiedene Fz-Typen aus Alu mit verschiedenen Fügeverfahren. Beim Lotus Elise besteht das Chassis aus Al-Profilen, die mit Epoxyd-Harz verklebt sind. Vorteil ggü. dem Schweißen ist der geringe Wärmeverzug und die geringere benötigte Wandstärke (Gewicht). Bei Audi werden die Knoten vergossen, bei Renault verschweißt.

Leimlösungen bestehen meist aus organischen Substanzen (Eiweiß, Stärke) oder Kunststoffen in einem Lösungsmittel (meist Wasser) und härten durch Verdunsten des Lösungsmittels aus.

Dispersionen bestehen aus feinsten wasserunlöslichen Feststoffen in Wasser (z.B. Weißleim: PVC in Wasser).

Lösungsmittelkleber bestehen aus dem Grundstoff (meist Kunststoff), der vollständig im Lösungsmittel aufgelöst ist.

Sie erfordern höhere Fügekräfte über längere Zeit

Alle Reaktionskleber härten ohne Lösungsmittel.

Beispiele:

Cyanoacrylate reagieren mit der Luftfeuchtigkeit und härten sehr schnell aus (Sekundenkleber). So können nur kleine Flächen bearbeitet, aber schnell weiter bearbeitet werden. Vgl. Verarbeitungshinweise von Uhu Sekundenkleber: „Durch Anhauchen einer Klebestelle wird die Klebung beschleunigt“.

Polyacryl-Di-Ester härten aus, sobald keine Luft mehr an das Harz gelangen kann (anaerob). Besitzt hohe Kapillarwirkung und kann daher engste Fugen füllen (z.B. Loctite)

Methacrylate benötigen einen Beschleuniger, der eine Kettenreaktion in Gang setzt. Sollte vielleicht besser Starter heißen, das Mischungsverhältnis spielt keine Rolle.

Polykondensationskleber (z.B. Phenolharze) reagieren wie Polyadditionskleber, setzen aber Nebenprodukte frei (z.B. Wasser, Formaldehyd). Der entstehende Dampfdruck erfordert höhere Fügekräfte.

Beispiele

- Epoxidharz-Kleber sind im Maschinenbau am weitesten verbreitet, besonders wegen der guten Adhäsion auf Metallen. Ihre Viskosität ist in weiten Grenzen einstellbar, deshalb sind sie in engen Fugen wie in großen Spalten und bei rauen Oberflächen anwendbar. Festigkeit bis 60N/mm² und höher.

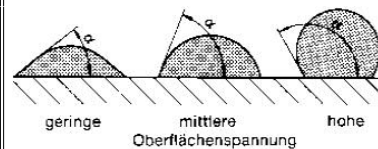
- Polyurethan-Kleber eignen sich besonders für elastische Verbindungen. Ihre Viskosität kann durch Lösungsmittel eingestellt werden, doch müssen diese vor dem Fügen verdunstet (z.B. Kontaktkleber wie Uhu, Pattex usw.).

[EuroTabM] S275 „Kleben“: Eigenschaften von Klebstoffen

bestehen aus thermoplastische Kunststoffe, die geschmolzen werden.

[EuroTabM] S275 „Kleben“: Eigenschaften von Klebstoffen:

wärmebeständig bis max. 150°C, erlauben breite Fugen



Schmutz und Oxid verringert Adhäsion

[EuroTabM] „Kleben“: Vorbehandlung von Fügeteilen bei Klebeverbindungen

geringerer Einfluss der Kohäsion

FO Fugendicke beim Kleben

Als Maß für das Benetzungsvermögen gilt der Randwinkel eines Tropfens (siehe oben)

Obwohl dünnflüssige Kleber bessere Adhäsion erzeugen, aber bei weiten Fugen zu klebstofffreien Zonen neigen.

FO Rauheit und Schmutz beim Kleben

FO Temperatur und Festigkeit beim Kleben

Haftmechanismen: van der Waalsche Kräfte, Adsorption (physikalisch), Chemosorption und sogar Formschluss (durch Rauheit).

[EuroTabM] „Kleben“

Topfzeit = Zeit, innerhalb der der Kleber verarbeitet werden kann.

Viele, wenn nicht gar alle menschliche Gruppen versuchen, sich gegen andere Gruppen abzugrenzen. Das kann mehr oder weniger versteckt durch Kleidung erfolgen, Rituale oder auch durch Sprache, z.B. Fachsprache in Berufsgruppen. Wer sie nicht beherrscht, gehört nicht dazu – wer es nicht glaubt, möge einmal in einem klebstoffverarbeitenden Betrieb den Ausdruck „Tropfzeit“ verwenden..

FO Aushärtezeit beim Kleben



Ein Brunsbadle + Beläge

Alt Sandwich, Brunsbeläge

zB Gehäusendeckel

Rückspiegel Porsche

Flugzeugbau

Elektronik

Schrauben, Schraubb-
verbindungen

Merkmale

+ unterschiedliche
Werkstoffe

+ dichtend

+ einfache Fertigung

+ leicht

+ keine hohen Temperaturen = unbeständig gegen
viele Stoffe

+ kaum Maßveränderung

= begrenzte Festigkeit

= Alterung

= temperaturempfindlich

= Abbindezeit,
Vorsortierung

= unbeständig gegen
viele Stoffe

Warum nicht alles kleben

Gummidichtung am Auto

HT auf Drehmeißel

Brunsbadle

→ AB - Anwendung von Klebstoffen : Einzelarbeit an Hand von Klebverpackungen
TA - - - - -

Wirkungsweise von Klebverbindungen

Schälbarkeit
sehr schlecht

Zugfestigkeit niedrig

Scherfestigkeit
hoch

Adhäsion

Kohäsion

Verbindung zwischen
Kleber und Werkstück

Verbindung im Kleber

weist schwächer ab
Adhäsion

Oberfläche
staub-, fett-, oxidfrei
keine Lufteinschlüsse
möglichst groß

klebefilm muß
dünn sein
0,1 ... 0,3 mm

ent nach Versuchen
mit Tesa film

Zusammenhalt eines
Werkstoffs

- Ko operation,
Kompagnon
Finna & Ka

Versuch Metall kleben

Vgl mit Lötun

Liftg zu konstruktiven Lösungen : Versuch mit Tesafilm

Zugbelastung

Scherbelastung
hohe Festigkeit

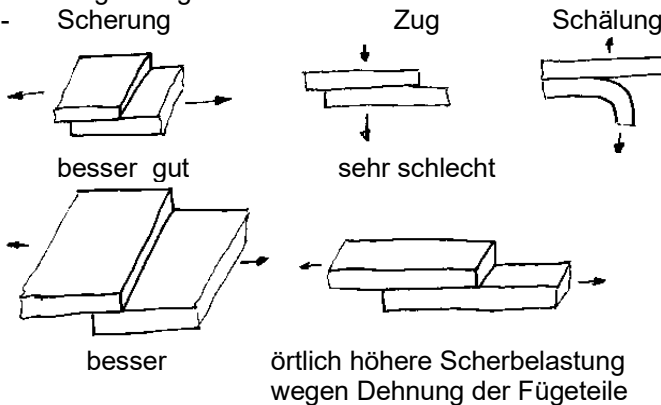
Schälbelastung
sehr niedrige Festigkeit

Vt/g AB



Festigkeit

- möglichst große Flächen kleben
- Scherung



weitere Einflüsse: Kriechen, Alterung

Maßnahmen dagegen:

- Sicherheitszahl 1,5 .. 3
- eigene Versuche

Unfallverhütung

Gefährdungen durch Kleber:

- brennbare oder explosive Lösungsmittel
- Hautreizungen, Augenreizungen, Erblindungen

Maßnahmen

- Belüftung bzw. Absauganlagen
- Körperschutz und -reinigung

Vorschriften, Herstellerangaben und Merkblätter der Berufsgenossenschaften beachten

Merkmale von Klebeverbindungen

- + unterschiedliche Werkstoffe möglich
- + keine hohen Temperaturen bei der Fertigung
- + glatte Außenflächen bei Blechkonstruktionen
- + gas- und flüssigkeitsdicht
- + gleichmäßige Kraftübertragung
- + schwingungsdämpfend
- + leicht
- + kaum Auftrag, aber keine Passmaße erforderlich
- + elektrisch isolierend, Korrosionsschutz
- begrenzte Festigkeit und Warmfestigkeit
- Vorbereitung der Klebeflächen, lange Abbindezeit
- nicht für alle Belastungen geeignet
- Alterung, Kriechen

da die Festigkeit gegenüber dem Werkstück eher gering ist.

Versuch Zug-, Scher- und Schältest mit Tesafilm
AB Konstruktive Gestaltung von Klebeverbindungen

FO Überlappungsverhältnis beim Kleben

bei in Krafrichtungen langen Überlappungen kommt es zur Dehnung der Fügeteile und deshalb zu höheren Scherbelastungen am Anfang und am Ende der Überlappung. Bezogen auf die Fläche sinkt die Scherfestigkeit.

Gilt auch für Schweißverbindungen usw.

Kriechen: stetiges Verformen unter Belastung: Dauerfestigkeit beträgt etwa 20.. 40% der Scherfestigkeit
Alterung senkt die Festigkeit um bis zu 30%

Dermatosen bei Allergikern

zB Bremsbeläge, Fensterdichtungen, Sandwich-Bauweise usw

zB Deckel, Getriebegehäuse

zB Flugzeugbau

zB Schrumpfverbindungen, Schraubensicherungen, zB Führungsflächen von Werkzeugmaschinen mit Kunststoffolie
zB SMD, Elektroindustrie



Ein: kühlen; Lage: kopft; ? was tun, wenn Austausch zu teuer (eig. Fz)

Löten

Vgl. mit kleben und Schweißen

Definition: ist das stoffschlüssige Verbinden von Metallen mit einem Zusatzwerkstoff (Lot)

Merkmale

- für dünne Bleche
- geringe Temperaturbelastung
- thermisch und elektrisch leitfähig
- warmfest
- dicht

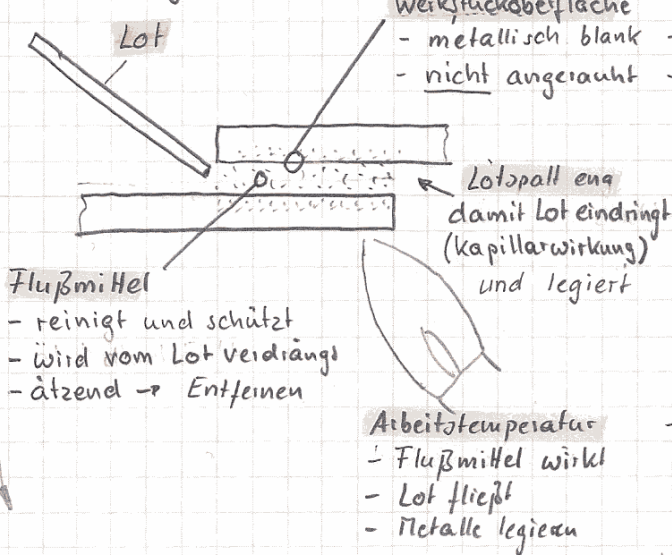
unterschiedliche Dicke

AM Steuergerät
Elektronik

Ullg. was wird zum
Löten benötigt

möglich: Film Lötübung

Lötvorgang



heiße Metalle
oxidieren schnell
an der Luft

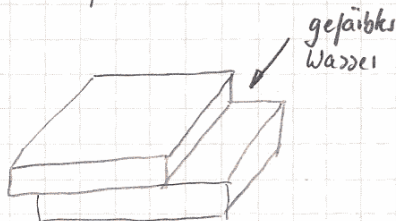
→ andere Anwendungen
z.B. Karosserie, SVP

→ höher als Schmelzbereich
des Lotes

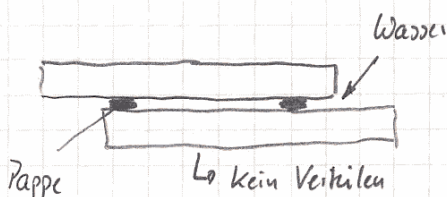
Vt/g:
Vorbereitung /
Nachbereitung

Versuch 1

- OH Projektion
- Glasplättchen sauber



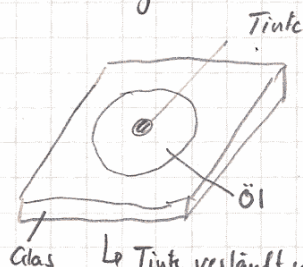
Wasser verteilt sich zw.
Glasplatten



↳ kein Verteilen

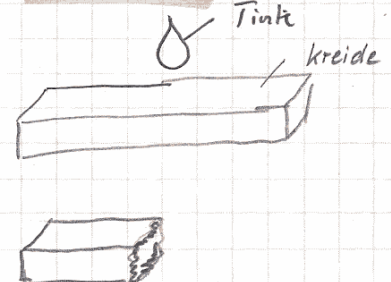
Versuch 2

- OH Projektion



↳ Tinte verläuft nicht
↓
Spülmittel aufklopfen
↓
Tinte benetzt Glas
≡ Flußmittel

Versuch 3



Tinte ist eingezogen
≡ Diffusion

**Lote****FO Zustandsdiagramm Sn-Pb**

EuroTabM39 S276 „Lote“

Weichlote

niedrigschmelzende Lote aus Pb, Zn, Sn und Cd mit Sb, Ag und Cu für höhere Festigkeit.
Sickerlot werden sofort dünnflüssig und sind für enge Spalte geeignet, z.B. Sickerlot L-Sn60Pb (mit 3,5% Sb).
Schmierlote haben einen großen Schmelzbereich.

Hartlote

auf Basis von Cu, Ni oder Ag.

Sonderlote**Flussmittel**

- beseitigen Oberflächenfilme, schirmen die Lötstelle und verhindern die Neubildung
- Lötvorgang soll 2 min nach Aufbringen des Flussmittels beendet sein
- erleichtern das Fließen des Lotes
- sind meist gesundheitsschädlich: Nicht berühren, UVV beachten
- wirken Korrosiv und müssen meist entfernt werden

Bezeichnung nach Wirkung: z.B. F-SW11

F: Flussmittel

S: zum Löten von Schwermetall (alternativ: L)

W: Weichlöten (sonst H)

Löttemperatur muss in der Wirktemperatur des Flussmittels liegen.

Gestaltung von Lötverbindung

Spaltbreite s.o.

Aufrauen ist überflüssig, Riefen nützen nur zum Zentrieren.

Arbeitsschutz**Merkmale**

- + fast jede metallische Werkstoffpaarung möglich
- + relativ geringe Löttemperaturen,
⇒ geringe Spannungen im Werkstück
- + gute elektrische Leitfähigkeit
- + gute thermische Leitfähigkeit
- + für stark unterschiedliche Wandstärken geeignet
- + wärmebeständig, dicht
- + für schwierig erreichbare Stellen geeignet
- begrenzte Festigkeit
- Gefahr elektrochemischer Korrosion
- aufwendige Reinigung der Lötflächen erforderlich
- ev. Wärmebehandlung kann Lötstelle beeinträchtigen

Anwendungen

Lot ist ein zum Löten benutztes Zusatzmetall (reines Metall oder Legierung) in Form von Draht, Blech, Formteilen aus Draht oder Blech, Stangen, Schnitzeln, Körnern, Pulver und Pasten.
Anforderungen: Smp. mind. 50° unter dem der Grundwerkstoffe, gute Haftfähigkeit auf dem Grundwerkstoff; gute Kapillar- und Diffusionseigenschaften; geringer Wärmedehnungsunterschied; Nähe zum Grundwerkstoff in der elektrochemischen Spannungsreihe
Schmelzbereich eines Lotes liegt zwischen Liquidus- und Soliduslinie. Es werden bevorzugt Legierung mit niedrigem Schmelzpunkt verwendet.

Pb, Cd, Sb (lat.: stibium = Antimon) sind gesundheitsschädlich.

Niedrige Arbeitstemperaturen senken Energie- und Lohnkosten, erleichtern den Arbeitsvorgang, verringern Grobkorn- und Zunderbildung. Deshalb setzen sich Silberlote immer mehr durch.

mit besonders niedrigen Schmelztemperaturen (bis 38°C), für Nahrungsmitteltechnik usw.
Das Fieldsche Metall (51 Gew.-% In, 32,5% Bi, 16,5% Sn, Smp: 62°C) benetzt Glas und kann dieses löten.

z.B. Lötlwasser, Lötfett, Kolophonium, Streuborax)

Nicht erforderlich bei Ofenlötung unter Schutzgas oder im Vakuum.

Oberflächenfilme aus geringen Verunreinigungen und Oxiden.

Voraussetzung: ausreichende Reinigung der Werkstücke.

Beim Löten wird das Flussmittel vom Lot verdrängt.

Nicht erforderlich bei Ofenlötung unter Schutzgas oder im Vakuum.
Abschirmen unter Schutzgas verlängert die Lebensdauer, z.B. für dickwandige Werkstücke, die nur langsam auf Temperatur kommen.

verringern Oberflächenspannung des Lotes, vgl. Spülmittel in Wasser

auch „säurefreie“ Flussmittel entwickeln beim Löten Säure!

[Schal 1990]: Konstruktionsbeispiele auseinarbeiten.

Innerhalb des Maßes darf die Spaltbreite schwanken. kritischer sind Parallelitätsfehler, weil sie meist zu stärkerer Veränderung führen (Flussmittel kann nicht abfließen, Lot kann nicht eindringen).

Rändel zur Zentrierung von Bolzen möglich.

AB Gestaltung von Lötverbindungen

- Pb, Cd, Sb (stibium = Antimon) sind giftige Schwermetalle

- Flussmittel enthalten Säuren, auch "säurefreie" Flussmittel entwickeln bei Arbeitstemperatur Säure

- Lote und ihre Dämpfe enthalten giftige Schwermetalle

- Flussmittel wirken ätzend und korrosiv, deshalb Entfernen

Karosserie, Kühler, Elektronik, Installationstechnik, HM-Schneiden, Konserven

wenig Wärmeenergie notwendig, kurze Erwärm- und Lötzeit

Nachteil: Korrosion

Einsatz bei Kühlern und Schneidplättchen

Lot wird eingesetzt oder kann selbst zur Lötstelle fließen

wegen korrosiver Wirkung der Flussmittel

- nur mittlere Festigkeit

- korrosionsanfällig (Flussmittel, Potentialunterschiede,)

- geringe Spalttoleranz erfordert genaue Vorbereitung

- Flussmittel oder Schutzgas erforderlich

Karosserie, Kühler, Elektronik, Installationstechnik, HM-Schneiden, Konserven



Motorbaugruppen

Zahnriementrieb

[Zahnriementrieb_AB](#)

Abgasanlage

[Abgasanlage_AB](#)

Dichtungen am Motor

[Motordichtungen_AB](#)

Drehmomentberechnungen

Zündfolge