

Technisches Zeichnen

Arten:

- Zeichnung \Rightarrow bildliche Darstellung aus Linien
- technische Zeichnung \Rightarrow technische Zwecke (Masse etc.)
- Skizze \Rightarrow freihändig, nicht messstättlich
- Entwurf-Zeichnung \Rightarrow konstruktives Entwerfen, Entschieden

Aufgaben:

- Konstruktions-Zeichnung \Rightarrow Gegenstand / Bauteil in Endzustand
- Einzelteil-Zeichnung \Rightarrow Einzelteile ohne räumliche Zuordnung zu anderen Teilen
- Gesamt-Zeichnung \Rightarrow Maschine, Anlage oder Gerät in zusammengebauten Zustand
- Fertigungs-Zeichnung \Rightarrow Darstellung des Teiles mit Angaben für Fertigung
- Zusammenbau-Zeichnung \Rightarrow Erläuterung von Zusammenbauvorgängen

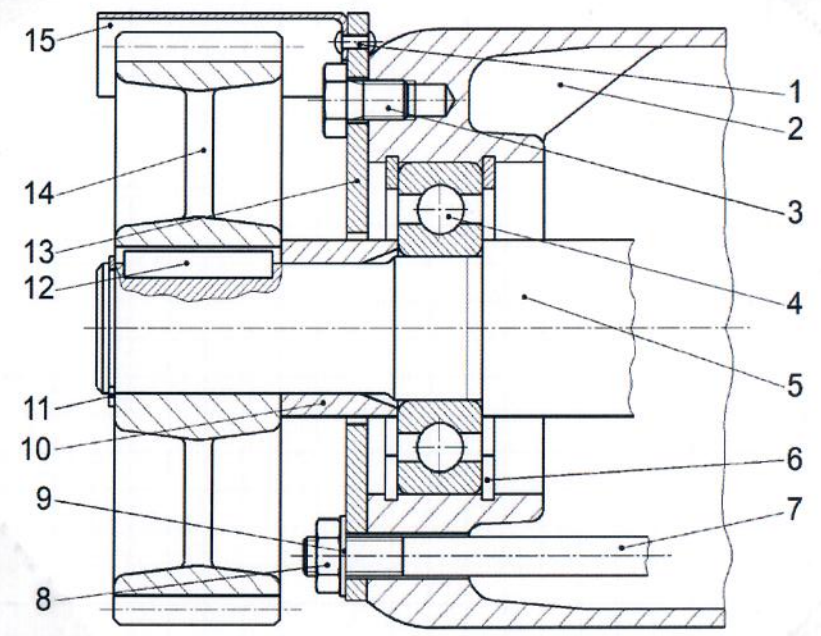
Regeln & Normen \Rightarrow Dokument Zeichnerische Darstellung

Getriebe

Zeichnungen mit Beschriftungen \Rightarrow

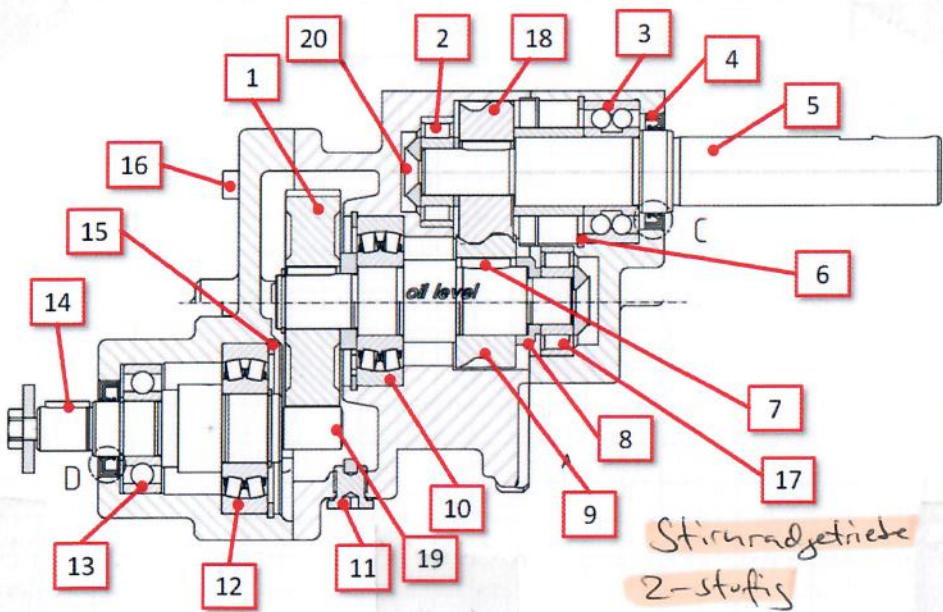
Hauptfunktion: Drehmoment / Drehbewegung ändern
 $T_1 \neq T_2$ & $n_1 \neq n_2$

Nebenfunktion: Drehmoment / Drehbewegung leiten
 $T_1 = T_2$ & $n_1 = n_2$



Teil einer Maschine

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1 Niete | 9 Unterscheibe |
| 2 Gehäuse | 10 Distanzhülse |
| 3 Schraube kurz | 11 Sicherungsring Welle |
| 4 Rillenkugellager | 12 Passfeder |
| 5 Welle | 13 Befestigungsplatte |
| 6 Sicherungsring Gehäuse | 14 Zahnrad |
| 7 Schraube lang | 15 Gehäuseschutz |
| 8 Mutter | |



Stirnradgetriebe
2-stufig

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1 Schrägstirnrad | 11 Verschlussstopfen (Lug) |
| 2 Zylinderrollenlager | 12 Pendelrollenlager |
| 3 Schrägkugellager | 13 Rillenkugellager |
| 4 Wellendichtring | 14 Passfeder |
| 5 Welle | 15 Sicherungsring |
| 6 Sicherungsring | 16 Zylinderboltschraube |
| 7 Passfeder | 17 Zylinderrollenlager |
| 8 Distanzbush | 18 Schrägstirnrad |
| 9 Schrägstirnrad | 19 Schrägstirnrad |
| 10 Pendelrollenlager | 20 Senkschraube |

Übersetzungen:
 Verhältnis der Zahnrad:
 i größer 1 \Rightarrow langsamer \Rightarrow Drehmoment steigt \Rightarrow d steigt
 i kleiner 1 \Rightarrow schneller \Rightarrow Drehmoment sinkt \Rightarrow d verringern
 $i_{tot} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_n$

Vorteile 2-stufiges Getriebe:
 - Versatz Welle möglich
 - gleiche Drehrichtung Eingang & Ausgang

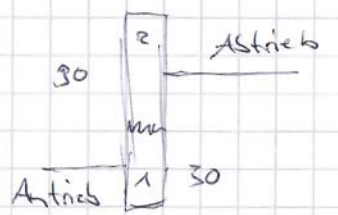
Schäden Zahnrad:
 zu hohe Flächenpressung \Rightarrow Grübchenbildung
 zu hohe Zahnfußbelastung \Rightarrow Zahnbruch
 zu hohe Pressung beim Zahn \Rightarrow Fressen
 Ursachen \Rightarrow Überlast, ungenaue Schienung, Materialfehler, Verschmutzung, zu wenig Betriebsspiel

Wirkungsgrade η :
 Stirnradgetriebe \Rightarrow 93-99%
 Keilradgetriebe \Rightarrow 97%
 Hypoidgetriebe \Rightarrow 85-96%
 Schneckengetriebe \Rightarrow 30-38%

Funktionen Getriebegehäuse:
 - Lagerkräfte aufnehmen
 - Wärme ableiten
 - Öl vorrat speichern (bei Tauchschmierung)
 - Öl Leita (Ölfangtaschen)
 - Geräusche dämpfen

Übersetzungsverhältnis Seiden:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{90}{30} = \underline{\underline{3}}$$



Ketten- & Riemengetriebe Einleitung:

Zwischenglieder

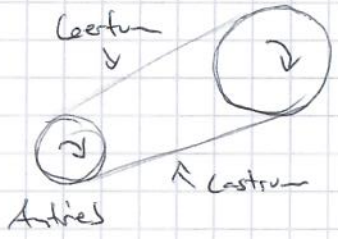
- | | |
|--------------|---------------|
| Formschluss | Riemenchluss |
| - Ketten | - Flachriemen |
| - Zahnriemen | - Keilriemen |
| | - Rundriemen |

Ketten:

- Gliederketten \Rightarrow Lastketten, Rundgliederkette
- Gelenkketten \Rightarrow Antriebskette, Förderketten
- Vorteile \Rightarrow grosse Achsabstände, Kraftübertragung ^{ohne Schlupf}, geringe Belastung Welle & Lager, einfache Montage, hohe Umgebungstemperaturen, schmutzige Umgebung, hoher Wirkungsgrad 97-98%, kostengünstig
- Nachteile \Rightarrow Kettenlärm, Schwingungen, Schmieröl nötig, empfindlich auf UV-Strahlung, Seilmark Geruchstoff

Riemen:

- Vorteile \Rightarrow elastische Kraftübertragung, leise, Stoss- & Schwingungsdämpfend, einfach, geringer Wartungsaufwand, keine Schmieröl, grosse Übersetzungen möglich, hohe Geschwindigkeit
- Nachteile \Rightarrow Schlupf, keine konstante Übersetzung, grosse Wellenquerkraft, grösseres Platzbedarf, empfindlich (Schmutz, Öl, Feuchtigkeit)



Vorspannung nötig, bei zu grossen Leertrommel bei Zahnriemen werden Zähne überprungen

Vegetariergetriebe:

- sehr Energieeffizient

Schneckengetriebe:

- meist aus verschiedenen Werkstoffen
- selbsthemmend, nur einseitig betreibbar
- grosse Reibung, grosser Energieverlust
- für Stellsysteme

Differenzial:

- Leistungsabteilung auf zwei Räder, bei Kurven
- bei Fahrzeugen

Windkraftanlage:

- i kleiner 1
- Windrad dreht sehr langsam
- Getriebe überträgt ins schnelle
- Motor sollte schnell drehen

Leistung:

- $P = M \cdot \omega$, höheres Drehmoment \Rightarrow Leistungsverlust durch Material
- $P = U \cdot I$, höherer Strom \Rightarrow Leistungsverlust durch Wärme

Funktion Öl:

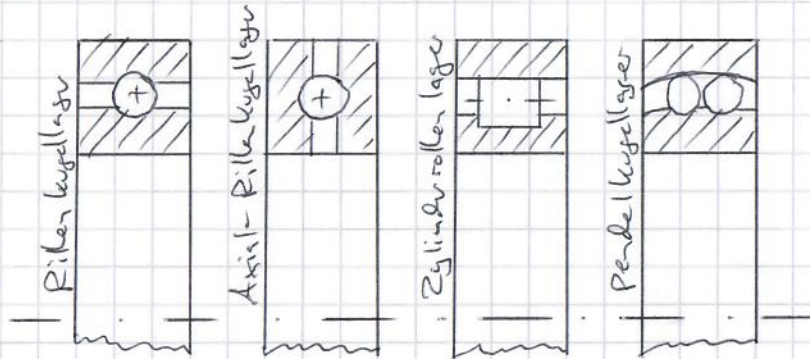
- weniger Reibung
- Kühlung, bei grossen Getriebe extern gekühlt

Lager

Funktion:

- Bewegung ermöglicht (Rotation & Translation)
- Kräfte übertrage (radial & axial)

Arten:



Wieo schmieren?

- Schmierfilm für Bewegung
- Wärme ableiten
- vor Verunreinigungen abschichten
- Laufgeräusche dämpfen
- vor Korrosion schützen

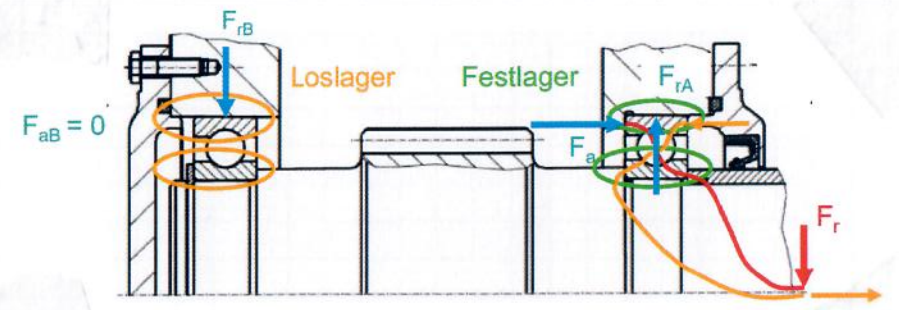
Lagerung:

- zwei Wälzler mit geradem Abstand
 - Fest-Los-Lagerung
 - Schwimmende Lagerung

Entstehung Schäden:

- ungenügende Schmierung
- falsche Kräfteauslegung
- Korrosion
- Verschmutzung
- Temperatur

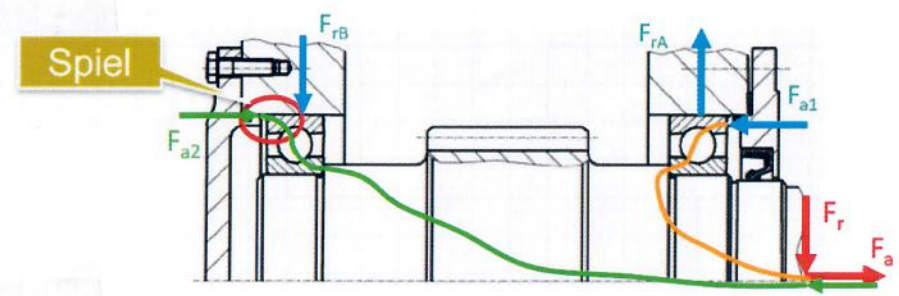
Fest-Los-Lagerung:



Festlager
=> radiale & axiale Kräfte

Loslager
=> radiale Kräfte
=> Ausgleich Wärmeeinschränkung
=> Kompensation Fertigungstoleranzen in axiale Richtung

Schwimmende Lagerung:



- beide Lager selbsthaltend
- beide Lager axiale & radiale Kräfte
- einfache Montage
- kostengünstig
- genutzt wenn keine enge axiale Führung nötig

Wellen-Naben-Verbindungen

Maschinenelemente zur Verbindung von Wellen mit Zahnrädern, Riemenrädern, Hebel ...

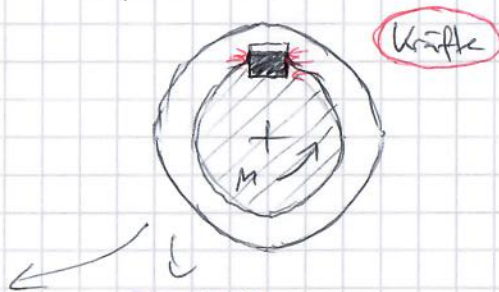
Funktion:

- + Drehmomentübertragung
- + radial & axiale Kräfte übertragen

form-schlüssige WNV:

- Passfeder
- Schlittenfeder
- Querstift
- Längsstift
- Vielnutprofil
- Stirnverzahnung
- Polygonverbindungen

Bsp.: Passfeder



Vorteile

- ⇒ einfache Herstellung
- ⇒ leichte Montage
- ⇒ keine Formwänderung
- ⇒ gute Selbstzentrierung

Nachteile

- ⇒ schlecht für weiche Drehmomente
- ⇒ Verschleiß
- ⇒ begrenzte Belastbarkeit

Kraftschlüssige WNV:

- Keilverbindungen
- Keil-Pressverband
- Ringfederspannelement
- Spannhülzen

Stoffschlüssige WNV:

- Kleben
- Löteten
- Schweißen

Auswahlkriterien:

- Drehmoment & Kraft
- Verlauf der Belastung (gleichförmig, schubend, wechselnd)
- Betriebsbedingungen
- Platzverhältnisse
- Kosten

Elektrotechnik

Wichtige Grundgrößen:

- $I = \frac{Q}{t}$ ⇒ Strom ⇒ Ampere A
- $U = R \cdot I$ ⇒ Spannung ⇒ Volt V
- $R = \frac{U}{I}$ ⇒ Widerstand ⇒ Ohm Ω
- $P = U \cdot I = \frac{W}{t}$ ⇒ Leistung ⇒ Watt W
- $Q = I \cdot t$ ⇒ Ladung ⇒ As = Coulomb C
- $W = P \cdot t$ ⇒ Energie ⇒ Wh

Widerstandserschaltungen:

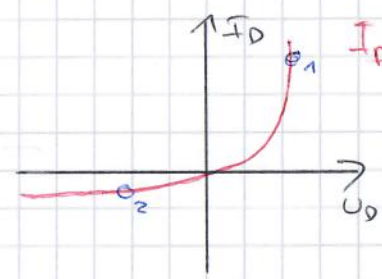
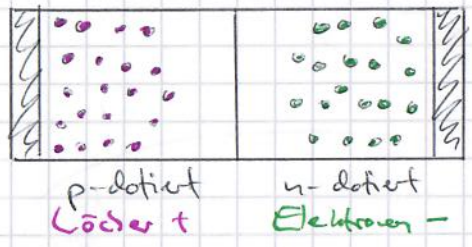
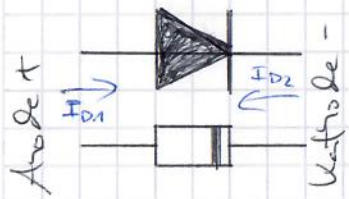
Serie

Parallel

$$R = R_1 + R_2$$

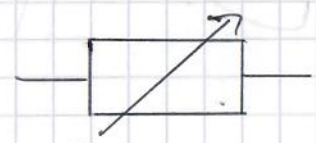
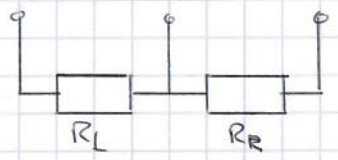
$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Diode:



$$I_D = I_S \cdot (e^{\frac{U_D}{U_0}} - 1)$$
 Sperrstrom
 1 Diode leitet
 2 Diode sperrt

Drehpotenziometer:

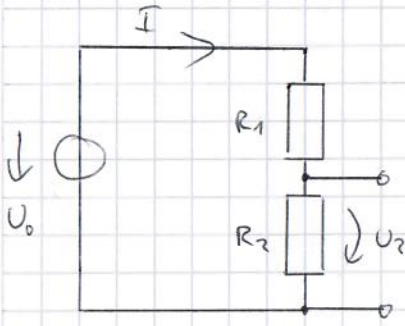


$$R_L = R_0 \cdot \frac{\alpha}{\alpha_{max}}$$

$$R_R = R_0 \cdot (1 - \frac{\alpha}{\alpha_{max}})$$

$$R_0 = R_L + R_R$$

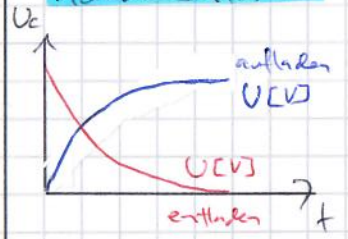
Spannungsteiler:



$$I = \frac{U_0}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = U_0 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

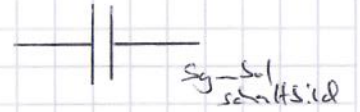
Kondensator:



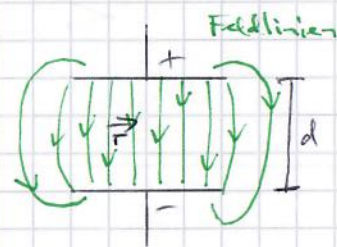
$$I_C = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$

$$\tau = RC$$

Kapazität C in Farad = $\frac{As}{V}$



Ladung / elektrisches Feld:



\vec{E} = elektrisches Feld
 Q = Ladung auf der Platte
 A = Querschnittsfläche der Platte
 ϵ = elektrische Feldkonstante
 $= 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{U}{d} = \frac{Q}{\epsilon A}$$

Spule:



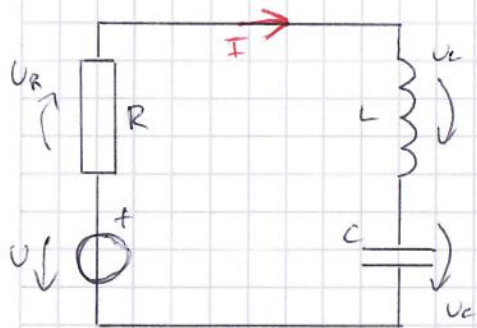
$$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

ist Magnetfeld in Stromflussrichtung \vec{B} ,
 mit rechter Handregel \Rightarrow Fingerschlag



LC-Schwingkreis:



$$U_R = R \cdot I$$

$$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt}$$

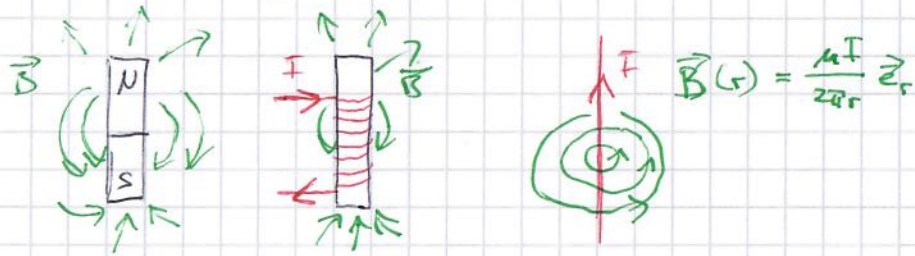
$$I = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$

$$U = U_R + U_L + U_C$$

Resonanzfrequenz im LC-Schwingkreis
(Si klären R)

$$\Rightarrow \omega_c = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad / \quad T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Magnete & Magnetfelder:



$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\phi$$

\Rightarrow Lorentzkraft $\vec{F}_L = q(\vec{v} \times \vec{B})$
 \Rightarrow Wirbelstrom für Bremsen & Motoren

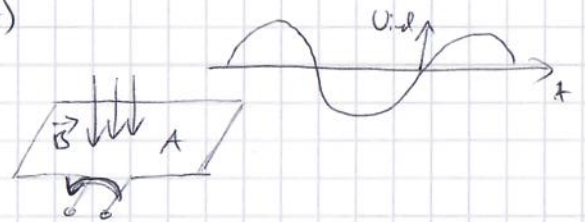
Induzierte Spannung:

Leiterschleife legt sich in Magnetfeld
 \Rightarrow induzierte sinusförmige Spannung

$$U_{ind} = U_0 \cdot \sin(\omega t)$$

$$\Phi = \iint_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

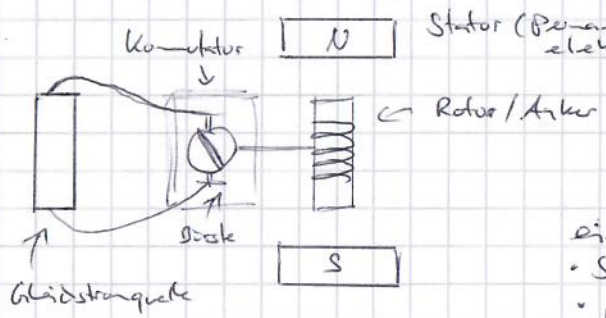
$$U_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$



Generator:

\Rightarrow induzierte Spannung
 \Rightarrow mit Eisenkern wird das Feld konzentriert
 \Rightarrow mechanische Energie wird zu elektrischer Energie

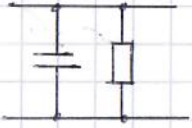
Gleichstrommotor / Kommutatormaschine:



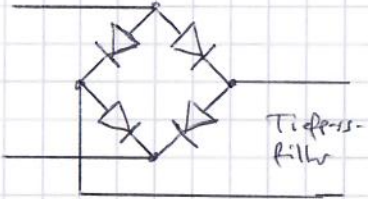
\Rightarrow Low-Cost-Anwendung
 \Rightarrow Modellbau

- einfach regelbar:
- Strom
 - Magnetfeld
 - Drehfeld
 - Rotationsgeschwindigkeit

Kommutator als Generator:



Tiefpassfilter
=> Trägheit Kondensatoren zum glätten



elektrischer Gleichrichter
=> alle Sinuskurven ins positive

Synchronmaschine:

- => 3-Phasen, 120° verschoben
- => Invertermaschine
- => Magnet im Inneren (Permanent oder Elektro)
- => n & r Pole gleich (Drehfeld & Rotor)

Bürstloser Gleichstrommotor:

- => Synchronmotor
- => statt Bürste -> Elektronik (Kommutator)
- für Festplatten, PC-Lüfter, Modellbau

Asynchronmaschine:

- => wie Synchronmaschine
- => kein Magnet, sondern Würdelfeld

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

s = Schlupf
n_s = Synchronzahl
n_r = Rotordrehzahl

Schrittmotor:

- => Synchronmotor
- => Schrittweise über Zähne (Rotor & Stator)
- => Vorteile: genaue Positionierung, einfache Ansteuerung, lange Lebensdauer, wartungsarm, keine Bürsten
- => Nachteile: keine hohe Drehzahl, nur kleine Leistung
- => für Drucker, Festplattenlaufwerke, Roboter

Bauweise mit Vor- & Nachteilen:

Gleichstrommaschine
+ einfache Bauweise, billig
- Bürsten
=> Modellbau

Synchronmaschine
+ lange Lebensdauer, synchron, Stillstand möglich
- Regelung aufwändig, Lastsprünge problematisch, teuer
=> Generator zur Stromerzeugung

Asynchronmaschine
+ lange Lebensdauer, kurzzeitig überlastbar, Rotor spannungslos
- Drehzahl 0 nicht möglich, Wirkungsgrad schlecht
=> Pumpen, Ventilatoren, etc. (fast überall)

Dreiphasen-Netz:

$$T = \frac{1}{f}$$

- ⇒ Synchronmaschinen in ganz Europa synchron
- ⇒ überall 50 Hz
- ⇒ Asynchronmaschinen werden langsamer, deswegen nur für Motoren
- ⇒ Verluste $\Rightarrow P = I^2 \cdot R$

Transformator:

⇒ ein- oder dreiphasig möglich

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

⇒ Verluste: Wärmeverwicklung & Magnetisierung im Eisen

Zweiphasen-Wechselstrom:

$$U(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega t) \quad / \quad I(t) = \hat{I} \cdot \sin(\omega t)$$

$$U_{eff} = \hat{U} / \sqrt{2} \quad / \quad I_{eff} = \hat{I} / \sqrt{2}$$

$$P(t) = \hat{U} \cdot \hat{I} \cdot \sin^2(\omega t)$$

$$P_{durchschnittl} = U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{1}{T} \int_T P(t) dt$$

Phasenverschiebung:

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\varphi) \quad \text{Wirkleistung}$$

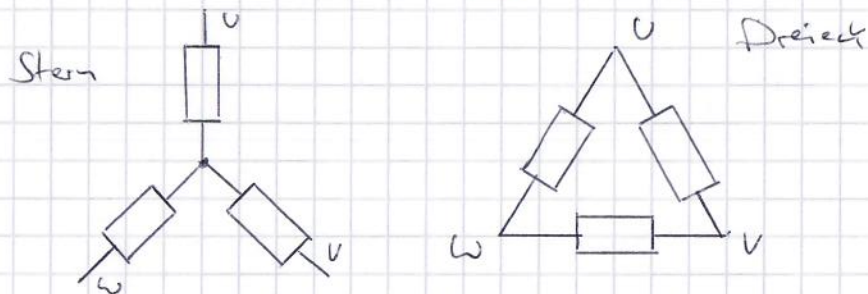
$$S = U_{eff} \cdot I_{eff} \quad \text{Scheinleistung}$$

$$Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin(\varphi) \quad \text{Blindleistung}$$

induktive Last \Rightarrow Strom läuft der Spannung nach

kapazitive Last \Rightarrow der Strom eilt der Spannung voraus

Dreiphasen-Wechselstrom:



$$U_{eff} = \hat{U} / \sqrt{3} \quad / \quad I_{eff} = \hat{I} / \sqrt{3}$$

Statik

Allgemein:

Grenzfell, Bewegung = Null \Rightarrow Zustand der Ruhe

- \Rightarrow Geometrie der Kräfte (Zerlegung)
- \Rightarrow Gleichgewicht der Kräfte (Zustand der Ruhe)

Kräfte:

$$F = m \cdot a \quad \text{in } N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

Einzelkraft, Linienkraft, Flächenkraft, Volumkraft

Gleichgewichtstraktion \rightarrow in Ruhe oder gleichförmiger Bewegung stellt

Moment:

definiert Ges. eines Punktes / einer Achse

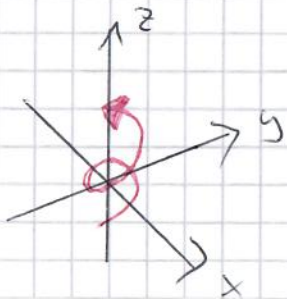
$$M = F \cdot l \quad \text{in } Nm$$

rechte Handregel:

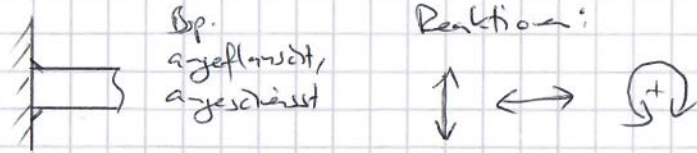
Daumen x

Zeigefinger y

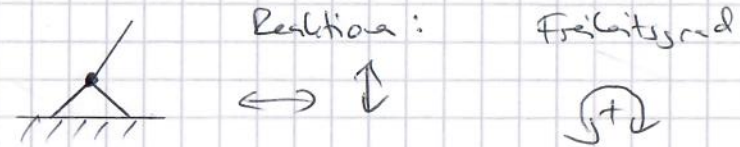
Mittelfinger z



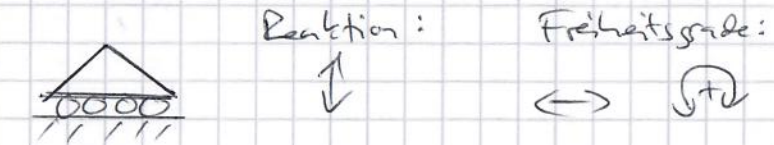
3 Auflagerreaktionen, kein Freiheitsgrad:



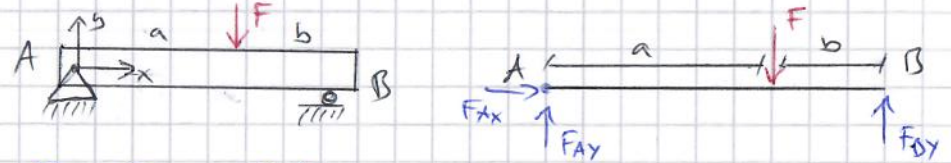
2 Auflagerreaktionen, 1 Freiheitsgrad:



1 Auflagerreaktion, 2 Freiheitsgrade:



Beispielaufgabe:



$$F_x = F_{Ax} = 0 \text{ N}$$

$$F_y = F_{Ay} + F_{By} - F = 0 \text{ N} \quad / \quad M_A = F_{By} (a+b) - F \cdot a = 0 \text{ Nm}$$

$$F_{By} = \frac{F \cdot a}{a+b} = \underline{1142.86 \text{ N}}$$

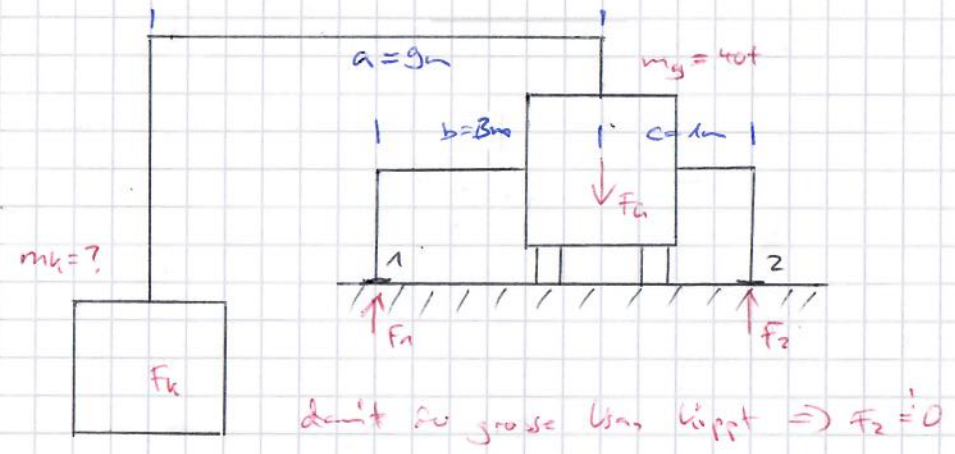
$$F = 2000 \text{ N}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

$$b = 1.5 \text{ m}$$

$$F_{Ay} = F - F_{By} = \underline{857.14 \text{ N}}$$

Weitere Beispielaufgabe (Lern):



$$\sum F_y = F_k + F_a - F_1 - F_2 = 0 \text{ N}$$

$$\sum M_A = F_k \cdot (a-b) + F_a \cdot b$$

$$F_k = \frac{F_a \cdot b}{a-b} = 156'200 \text{ N}$$

$$G_k = \frac{F_k}{a+b} = \underline{20 \text{ t}}$$

Spannungen

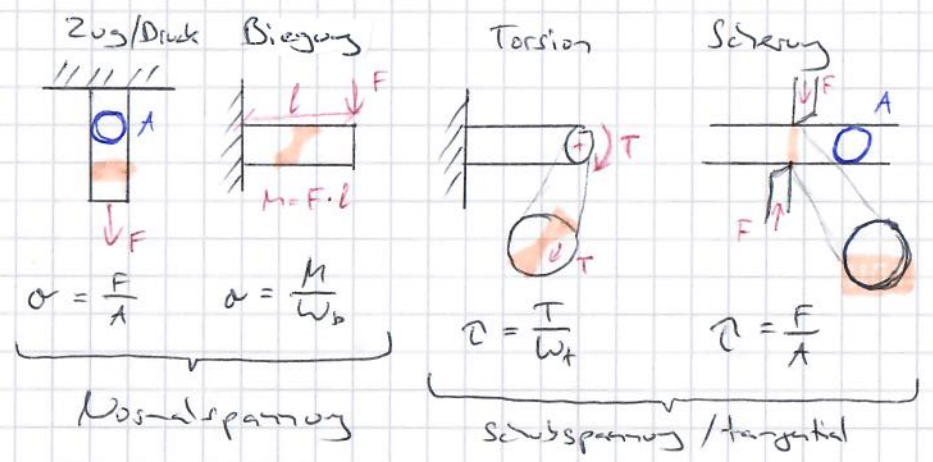
Allgemein:

Flächenkraft $\Rightarrow \frac{F}{A} \hat{=} \frac{N}{m^2} = \text{MPa}$

Flächenkraft innerhalb eines Körpers nennt man Spannung

σ Normalspannung / τ Schubspannung
 senkrecht zum Querschnitt / parallel zum Querschnitt

4 Arten von Spannungen:



Belastungen (zeitlich):

- statisch
- dynamisch \Rightarrow schwellend \Rightarrow wechselnd

Beispielaufgabe:

8 Vierkantstabe $(30 \times 30 \text{ mm}) \times 3 \text{ m}$
 \Rightarrow von 50 Personen $\times 75 \text{ kg}$ tragen
 Werkstoff: S235JR = elastisch zu plastisch 235 MPa

Spannung pro Stab $\Rightarrow F = 50 \cdot 75 \cdot 9,81 = 36'787,5 \text{ N}$

$$\alpha_T = \frac{36'787,5}{30 \cdot 30 \cdot 8} = \underline{5,10 \text{ MPa}}$$

Sicherheit $\Rightarrow S = \frac{235 \text{ MPa}}{5,10 \text{ MPa}} = \underline{46,1}$

Wertstoffe

Allgemein:

- in mindestens 1 Aggregatzustand anwendbar
- technologisch & wirtschaftlich nutzbar
- "umweltverträglich"

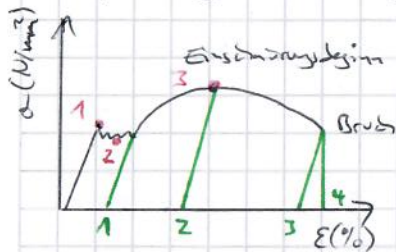
Einteilung:

- Metalle \Rightarrow Edelmetalle & Nicht Edelmetalle
- Nichtmetalle
- Verbundstoffe

Eigenschaften:

- thermisch
- physikalisch
- mechanisch
- chemisch
- technisch
- thermische Leitfähigkeit
- elektrische Leitfähigkeit
- Dichte

Spannungs-Dehnungs-Diagramm:



- A
- 1 \Rightarrow Lineardehnung
 - 2 \Rightarrow Gleichmassdehnung
 - 3 \Rightarrow Bruchdehnung
 - 4 \Rightarrow gesamte Dehnung

- R
- 1 \Rightarrow obere Streckgrenze
 - 2 \Rightarrow untere Streckgrenze
 - 3 \Rightarrow Zugfestigkeit

σ Spannung
 ϵ Dehnung

Metalle:

- Wärmeleitfähigkeit
- elektrische Leitfähigkeit
- Verformbarkeit
- Glanz

Legierungselemente:

Metalle \rightarrow Chrom, Molybdän, Mangan
 Halbmetalle \rightarrow Bor, Silicium
 Nichtmetalle \rightarrow Kohlenstoff, Stickstoff

Legierungen:

- hart, fest, korrosionsbeständig, elastisch

Normalglän:

von grossen heterogenen Körnern zu feinen Körnern
 Versuchen & Härten



Grosskornglän:

feinkörnig zu grobkörnig

Nitrierhärten mit Stickstoffgas

\Rightarrow Verbesserung Dauerfestigkeit im dynamisch beanspruchten Bauteil

Schweißbarkeit:

gut => Stahl, Aluminium, Kupfer
nicht/schlecht => Gusswerkstoffe

Schweißerganzung:

gut => Stahl, Aluminium, Kupfer
nicht/schlecht => Grauguss

Kohlenstoffäquivalent CEV:

- als 0.18% Kohlenstoffgehalt
- CEV unter 0.45% gute Schweißerganzung
- CEV über 0.64% nur mit zusätzlicher Aufwand möglich
- 0.45 - 0.64% mit Vorwärmen möglich

Umweltigenschaften:

- Giftig, Gesundheitsgefährdung
- Rohstoffverbrauch
- Abbau - Abfälle
- Recycling
- Luft- / Wasser - Verschmutzung
- Energieverbrauch

Wirtschaftlichkeit:

- Materialkosten
- Verfügbarkeit
- Lieferzeit
- Fertigungskosten
- Spezialwerkzeuge nötig?
- Prüfaufwand
- Recyclingkosten

Fertigungstechnik

Hauptgruppen:

- 1 => Urformen / Formschnitten
- 2 => Umformen
- 3 => Trennen
- 4 => Fügen
- 5 => Beschichten
- 6 => Stoffeigenschaften ändern (Stoffhärten...)

Drehen:

- Hauptgruppe 3 / Trennen
- Plan drehen, Runddrehen, Schraubdrehen, ...
- Bearbeitung von Wellen, Vorbereitung für Gewinde
- + hohe Massgenauigkeit, gleichbleibende Qualität
- nur runde Werkstücke, Kühlung, teuer

Fräsen:

- Hauptgruppe 3 / Trennen
- Stirnfräsen, Planfräsen, Formfräsen, Schraubfräsen, ...
- Nuten, Dichtungsflächen, Revolverfräse
- + hohe Präzision, automatisierbar
- Baugrößen eingeschränkt, Kühlung

Gießen:

- Hauptgruppe 1 / Urformen
- Schleudergießen, Druckgießen, Spritzguss
- Hülle von Laptop, Motorgehäuse
- + komplizierte Geometrien möglich, große Werkstücke, günstig
- eher ungenau, Schwindung, Nachbearbeitung nötig

U-fornen:

- Hauptgruppe 1 / U-fornen
 - Biegen, Walzen, Tiefziehen
 - Pfannen, Schweißnaht
- + geringe Spannungen, grosse Werkstücke, effizient
- viel Platz nötig, viel Kraft nötig, nur einfaches