



Technische Kommunikation für TGT-E

Inhaltsverzeichnis

Lehrplan	2	Bemaßung	9	Kegelrollenlager.....	13
Vorüberlegungen (Lehrplan 2005).....	2	Bemaßungsarten.....	9	Festlager / Loslager.....	13
		Für die Fertigung	9	Festlager / Loslager.....	13
		Für die Qualitätskontrolle.....	9	Zeichnungselemente.....	13
		Für die CNC-Fertigung.....	9	Schnitte.....	13
		Für die Montage	9	Projektion.....	13
		Bemaßungsregeln.....	9	spezielle Elemente.....	13
		Schnittdarstellungen	10	Maschinenelemente.....	13
		Vollschnitt.....	10		
		Halbschnitt.....	10		
		Schnittverlauf.....	10		
		Teilausschnitt 1.....	10		
		Profilschnitt.....	10		
		Teilausschnitt 2.....	10		
		symmetrische Werkstücke.....	10		
		Gesamtzeichnungen			
		Wasserhahn	11		
		Feuerzeug	11		
		Stoßdämpfer	11		
		Faustsattelscheibenbremse	11		
		Fliehkraftkupplung	11		
		Aufgabe für die Schüler.....	11		
		Funktionsweise der Kupplung.....	11		
		Zeichnung.....	11		
		Einzelteilzeichnung.....	11		
		Tischbohrmaschine	12		
		Funktion, Kraftverlauf.....	12		
		Zeichnerische Elemente.....	12		
		Verwendung der Linienarten.....	12		
		Grundregeln.....	12		
		Schnitte.....	12		
		Maschinenelemente.....	12		
		Riementriebe.....	12		
		Zahnräder.....	12		
		Bohrspindel	13		
		Stückliste.....	13		
		Kraftfluss.....	13		
		Schnittbewegung.....	13		
		Maschinenelemente.....	13		
		Passfeder.....	13		
		Keilwellen / Keilnaben.....	13		
		Vorschub.....	13		
		Kegelverbindung.....	13		
		Zahnstange / Zahnrad.....	13		
		Kegelrollenlager.....	13		
		Rillenkugellager (Rikula).....	13		
		Bewegungen.....	13		
		Toleranzen und Oberflächen			
		Toleranzen	14		
		Zweck.....	14		
		Begriffe	14		
		Formeln.....	14		
		Toleranzangaben.....	14		
		Abmaßtolerierung.....	14		
		Allgemeintoleranzen.....	14		
		ISO-Toleranzsystem.....	14		
		30 Nennmaß	14		
		h6 Toleranzklasse	14		
		6 Toleranzgrad.....	14		
		h Lage der ISO-Toleranzfelder.....	14		
		Merkmale des ISO-Toleranzsystems.....	14		
		Auswahl von Toleranzen.....	15		
		Passungen	16		
		Aufgaben.....	16		
		Begriffe	16		
		Höchstpassung.....	16		
		Mindestpassung.....	16		
		Passungsarten.....	16		
		Spielpassung.....	16		
		Übergangspassung.....	16		
		Übermaßpassung.....	16		
		Passungssysteme.....	16		
		Einheitsbohrung H.....	16		
		Einheitswelle h.....	16		
		bevorzugte Toleranzen.....	16		
		Passungsauswahl	17		
		TabB „Passungsauswahl“.....	17		
		Passungsauswahl bei Wälzlagern (radial).....	17		
		Umfangslast.....	17		
		Punktlast.....	17		
		Fest- und Loslager.....	17		
		Notizen	18		
		Ideen.....	18		
		Allgemeine Regeln.....	18		
		Einbringen.....	18		
		Sonstige Darstellungen.....	18		
		Literaturverzeichnis	18		
		Einführung			
		Gesamtzeichnung lesen	3		
		Gesamtzeichnung TG-Zug.....	3		
		Gesamtzeichnung Fkk.....	3		
		Elemente einer technischen Zeichnung	3		
		Zeichentechnik.....	3		
		Linien.....	3		
		Kanten.....	3		
		Elemente.....	3		
		Sonstiges.....	3		
		Zeichnungsvereinfachung.....	3		
		Bemaßung.....	3		
		Maßlinien.....	3		
		Maßangabe.....	3		
		Formangaben.....	3		
		Toleranzen.....	3		
		Oberflächenangaben, Härteangaben	3		
		Zusatzinfo.....	3		
		Schriftfeld.....	3		
		Stückliste.....	3		
		Entwicklung von techn. Zeichnungen	5		
		Frühe technische Zeichnungen.....	5		
		Zentralperspektive.....	5		
		Nachteile der Zentralperspektive.....	5		
		Parallelprojektion.....	5		
		Projektionsmethoden			
		Normalprojektion	6		
		Linien.....	6		
		Ansichten.....	6		
		Zusammenhang zwischen den Ansichten.....	6		
		Parallelprojektion	7		
		Isometrische Projektion.....	7		
		Dimetrische Projektion	7		
		Kabinettpjektion	7		
		Kavalierverspektive.....	7		
		Militärperspektive.....	7		
		Zentralprojektion	8		
		Fluchtpunktperspektive.....	8		
		Perspektive mit 2 Fluchtpunkten.....	8		
		Froschperspektive.....	8		
		Vogelperspektive.....	8		
		Perspektive mit 3 Fluchtpunkten	8		
		Zeichnungsinformationen			



Lehrplan

Vorüberlegungen (Lehrplan 2005)

Die Bedeutung der Mathematik für den Ingenieur ist allgemein bewusst, die Bedeutung des technischen Zeichnens weniger: Zeichnungen helfen dem Ingenieur nicht nur beim Verstehen eines Problem, vor allem sind sie immer noch DAS Kommunikationsmittel der Technik, das erst die Trennung von Entwurf und Ausführung, also von Ingenieur und Handwerker ermöglicht hat, und ebenso die schnelle Verbreitung technischer Entwicklungen. Nur mit technischen Zeichnungen kann ein Ingenieur seine Ideen mit geringem Aufwand weitergeben¹. Konsequenterweise enthielten die frühen Lehrpläne der im 19. Jhd.u.Z. gegründeten Gewerbeschulen und ihrer Vorbilder, der ecoles polytechniques, praktisch nur Mathematik und Zeichnen.

Die Zeiten haben sich geändert², und in aktuellen Lehrplänen für TG wird gerne am technischen Zeichnen gespart – wenn auch nicht formal: Zeichnung lesen bleibt im Lehrplan, nur ein wenig(?) eingeschränkt durch neue Inhalte wie Konstruktion. Zeichnungen anfertigen bleibt erhalten, wird aber in das Fach CAD verlagert, und ändert dort seine Qualität. Das hat mehrere Konsequenzen:

- Das nicht für jeden leichte Thema Zeichnen wird zusätzlich mit der Bedienung eines komplexen Programmes erschwert, dessen Erlernen viel Zeit in Anspruch nimmt, die man früher für das Zeichnen verwenden konnte
- Möglicherweise lernt ein Schüler dabei sogar, mit CAD brauchbare Zeichnungen zu erstellen, aber er lernt nicht mehr, Skizzen anzufertigen. Man stelle sich einen Ingenieur vor, der einem Facharbeiter oder einem fremdsprachigen Kollegen nicht mal schnell eine Idee mit einer Skizze veranschaulichen kann³.
- Dabei ist zweifelhaft, was mit CAD gewonnen ist:
 - Der klassische Konstrukteur hat seine Ideen skizziert und die detaillierte Ausführung dem technischen Zeichner überlassen. Das ist zwar heute nicht mehr so, zeigt aber doch, dass für den kreativen Teil ein Bleistift genügt und betriebliche Praxis nicht identisch mit optimalen Lernvorgängen sein muss.
 - Natürlich ist heutzutage auch die Bedienung von Computern eine so genannte Schlüsselkompetenz, aber CAD-Programme sind sehr speziell und werden den wenigsten Schülern je wieder beigegeben – da kann man schon fragen, ob für Schlüsselkompetenz nicht die 6 bis 8 weiteren Programme genügen, die am TG unterrichtet werden.
- 3D-CAD ist nicht einfach eine neue Technik, sondern verändert den Denkprozess: Das klassische Konstruieren findet im Kopf statt, und Papier und Bleistift halten das Ergebnis fest. Beim Konstruieren mit 3D-CAD wird der gedankliche Prozess auf den Bildschirm verlagert – Zeichnen von Hand und per 3D-CAD-Pro-

gramm stehen also in etwa so zueinander wie Buch und Film.

Man müsste also 2D-CAD unterrichten, das wiederum nicht mehr Stand der Technik ist...

Die Frage ist, wie man den Lehrplan und wünschenswerte Inhalte in Übereinstimmung bringt.

Mögliche Maßnahmen

- Unterscheidungsmerkmale erklären und auf intuitives Verständnis vertrauen, aber nicht Linienarten lehren und abfragen
- Auch in LPE 02 Fertigungstechnik und im CAD-Unterricht konsequent mit Zeichnungen arbeiten, um Zeichnung lesen zu vertiefen
- Wenn möglich, trotz der Zeitknappheit Skizzieren von Hand üben lassen
- Maschinenteile zeichnen lassen [Riedler 1913]
- Umfangreiche Hausaufgaben

Seitenumbruch

¹ Zwar wurden ganze Kathedralen und Flotten mit nicht mehr als einer Grundrisskizze gebaut, aber damals musste ein Dombaumeister oder ein Schiffsbauer die ganze Bauphase begleiten, womit ihm die Zeit genommen wurde für die sonstige Nutzung seiner konstruktiven Erfahrungen. Als sich endlich Spezialisten herausbildeten, z.B. die Festungsbaumeister Daniel Specklin (1536-1589, Arbeiten in Ulm, Ingolstadt, Colmar, Belfort, Breisach uvam.) und Sébastien de Vauban (1633 – 1707, Arbeiten in Belfort, Huningue, Breisach, Philippsburg, uvam.), erstellten sie Konstruktionspläne und Kalkulationen, wiesen vielleicht noch die Bauaufsicht ein, und kamen dann nur in schwierigen Fällen zu gelegentlichen Kontrollen zurück [Fischer 1996].

² [Riedler 1913] S.13: „Es ist die verderblichste Irreleitung der Jugend, ihr zu sagen oder auch nur die Meinung aufkommen zu lassen: die Detailausführung, die Rücksichtnahme auf die praktische Ausführung, die Herstellung von Werkzeichnungen und insbesondere die richtige Behandlung der Maasszahlen sei eine 'Fabrikangelegenheit', gehöre nicht an die Hochschule...“

³ Das ist übrigens eine Fähigkeit, die jedem helfen kann, spätestens wenn der Möbelschreiner wissen will, wie man sich die neue Küche wünscht → mehr als Spezialwissen.



Einführung

Gesamtzeichnung lesen

1) Sprachen, z.B. Französisch, Java oder Zeichnen, erlernt man m.E. nicht durch Lesen einer Grammatik, sondern am schnellsten durch Analyse eines komplexen Textes.

Grundgedanke:

Die Schüler sollen die Funktion einer komplexen Maschine anhand ihrer Zeichnung ermitteln und quasi nebenher die zeichnerischen Elemente und einige Konstruktionselemente kennen lernen. Ziel ist es, nicht schnell veraltende Zeichnungsnormen, sondern Verständnis zu lernen.

Erst mit Aufkommen der technischen Zeichnung wurde es möglich, Kopf- und Handarbeit, Ingenieur und Handwerker, zu trennen. Außerdem erleichtern Zeichnungen die Verbreitungen von technischem Wissen ([Villard 1230], da Vinci ..)

Elemente einer technischen Zeichnung

zeigt Funktion, Fertigung, Prüfung

Zeichentechnik

Projektionen
Schnitte
Brüche

Linien

unterscheiden sich nach Linienarten und -breiten

Kanten

sichtbar, verdeckt,
Grenzlage, Lichtkante

Elemente

Verzahnung, Gewinde

Sonstiges

Mittellinie, Schnittverlauf, Schraffur, Bruchlinie

Zeichnungsvereinfachung

Kegel, Keilwelle, Grat, Zentrierbohrung, Freistich,
Schweißsymbole

Bemaßung

Maßlinien

Maßangabe

Formangaben

Durchmesser, Quadrat, Radius, Kugel, Kegel

Toleranzen

Maßtoleranzen (direkte Angabe, Allgmeintoleranzen,
ISO-Toleranzsystem)
Formtoleranzen (z.B. Geradheit)
Lagetoleranzen (z.B. Rechtwinkligkeit)

Oberflächenangaben, Härteangaben ..

Zusatzinfo

Schriftfeld

Titel, Zeichnungsnummer, Urheber, Änderungen, Werkstoff

Stückliste

verbindet Gesamt und Einzelteilzeichnung
Grundlage für Materialplanung (Bestellung)

Seitenumbruch

Gesamtzeichnung TG-Zug

[TG-Zug_Gesamtzeichnung_AB](#)

[TG-Zug_Gesamtzeichnung_mit_Lücken](#)

[TG-Zug_Gesamtzeichnung](#)

[TG-Zug_Gesamtzeichnung_gefärbt](#)

Gesamtzeichnung Fkk

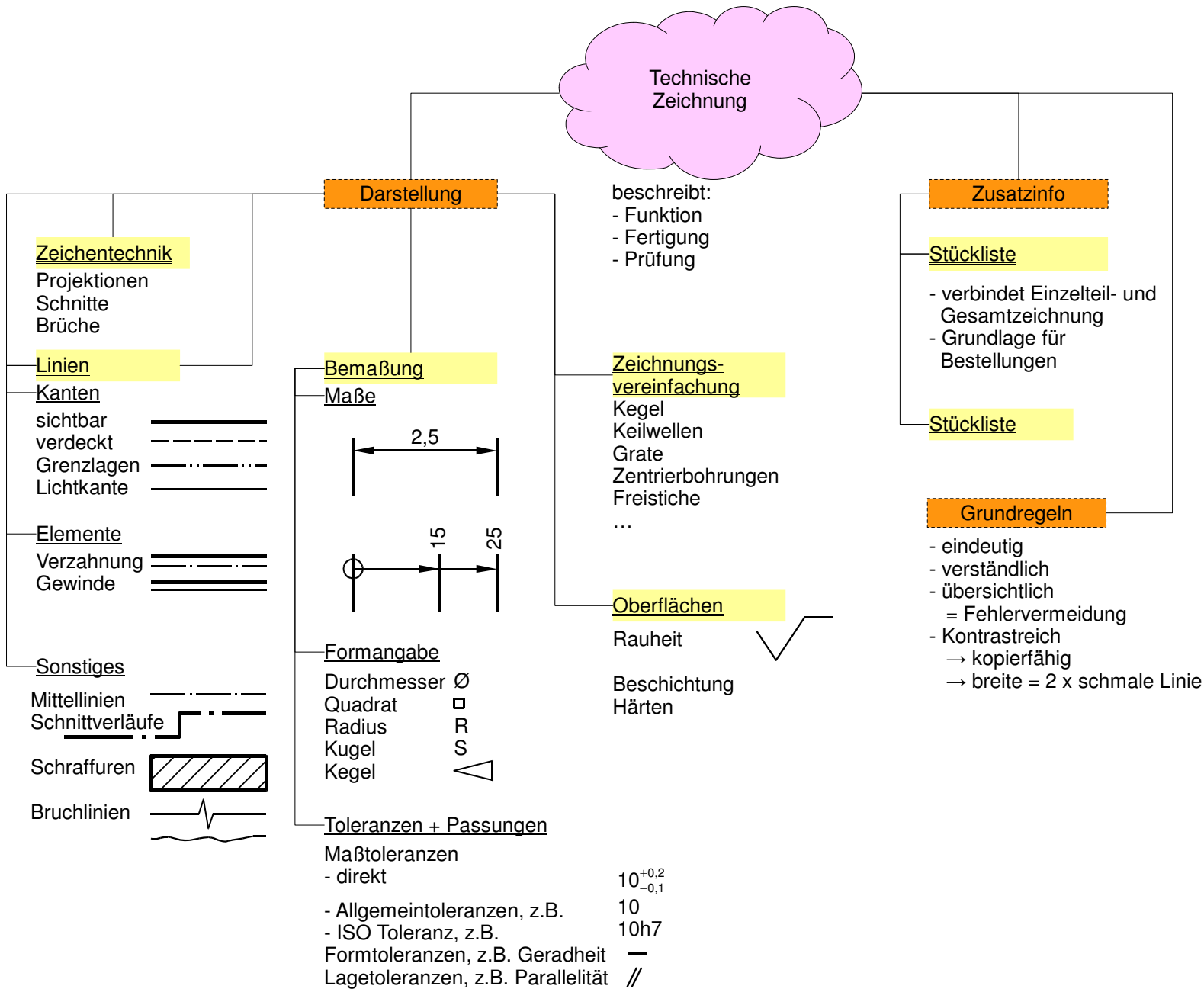
[AB Fkk](#)

Sprachen, z.B. Französisch, Pascal oder Zeichnen, erlernt man nach meiner Erfahrung nicht durch Lesen der Grammatik, sondern am schnellsten durch Analyse eines komplexen Textes.

Grundgedanke:

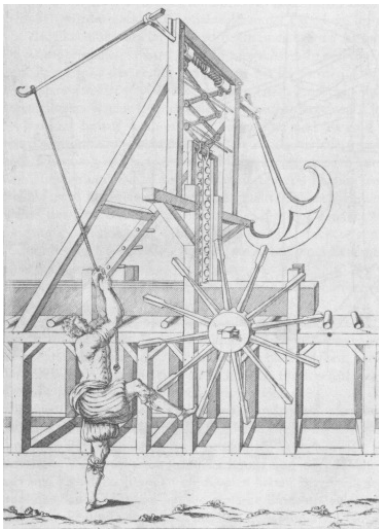
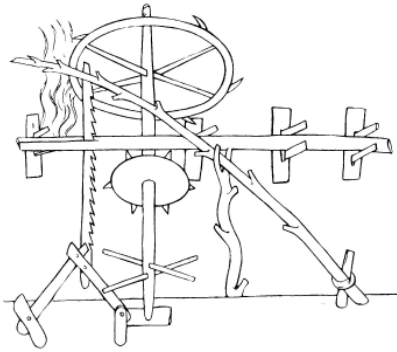
Die Schüler sollen die Funktion einer komplexen Maschine anhand ihrer Zeichnung ermitteln und quasi nebenher die zeichnerischen Elemente und einige Konstruktionselemente kennen lernen.

Ziel ist es, nicht schnell veraltende Zeichnungsnormen, sondern Verständnis zu lernen.



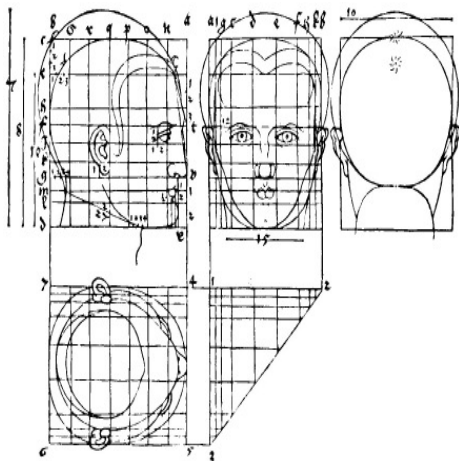


Entwicklung von techn. Zeichnungen



Fo Motorrahmen aus [Ferguson 1992]

Eigenes Beispiel



[Kaiser 2006] S.108ff Kap. „Zeichnerische Darstellungstechniken als Schlüsselkompetenz.“

Frühe technische Zeichnungen

FO Plotzsäge aus [Villard 1230] (eine frühe Sammlung von technischen Zeichnungen)

1) Welche Maschine ist dargestellt und wie funktioniert sie?

- Es handelt sich um eine Säge. Der Antrieb erfolgt durch ein Wasserrad (oben), dessen Drehbewegung über Nocken (gekreuzte Stangen unten) und ein Gatter auf das Sägeblatt übertragen wurde. Der Rückhub der Säge wird durch eine Feder (diagonal verlaufender Baumstamm) bewerkstelligt. Das Wasserrad treibt auch den Vorschub (Sternscheibe in der Mitte) des Werkstückes (Baumstamm), wie der Vorschub eingestellt wird, ist nicht ersichtlich.
- Eine Weiterentwicklung dieser Säge (Klopfzsäge) war im Schwarzwald bis ins 19. Jhd u.Z. im Gebrauch. Die Sägen wurden gebaut, wo Wasser verfügbar ist, und liefen nach Einrichten des Sägegutes und des Vorschub völlig selbsttätig über viele Stunden. Eine Klopfzsäge kann in Fröhdn besichtigt werden.

2) Bewerten Sie die Brauchbarkeit der Zeichnung

- Villard hinterließ mit seinem Skizzenbuch einige der frühesten Zeichnungen. Dem Fachmann gibt sie Hinweise auf die Funktion der Maschine, aber sie ist so ungenau, dass ein Verständnis schwierig und ein direkter Nachbau unmöglich ist.

Zentralperspektive

Als Erfinder gilt Filippo Brunelleschi (1377-1446). In der Zentralperspektive laufen alle zur Bildfläche senkrechten Linien in einem Punkt zusammen. Andere Perspektiven sind: 2- / 3-Punktperspektive, Frosch- / Vogelperspektive,

FO Gattersäge aus *Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques* von Jacques Bessons (1578, perspektivisch gezeichnet)

3) Welche Maschine ist dargestellt und wie funktioniert sie?

- Säge: Antrieb von Hand, Energiespeicherung im Pendel, Übertragung von Dreh- in Längsbewegung über Gewinde und Nürnberger Schere in Schnittbewegung; Vorschub per Fuß.
- Die perspektivische Zeichnung ist wesentlich leichter zu verstehen und gibt die Maschine in der richtigen Anordnung und Proportion wieder. Sie genügt aber noch nicht, um die Maschine in der richtigen Größe und in allen Details zu bauen.
- Früher gab es noch keinen ausgeprägten Graben zwischen Kunst und Technik. Rembrandt und Kollegen hielten sich für Handwerker, Brunelleschi (1377-1446) der als Erfinder der Perspektive gilt, baute die Kuppel des Domes in Florenz [Kaiser 2006] S.78ff ausführlich), Leonardo daVinci (1452-1519) malte die Mona Lisa und war als Ingenieur tätig usw. Noch [Matschoss 1901] verwendet die Begriffe Windkunst, Wasserkunst und Rosskunst für Windmühlen, Wasserräder und Pferdegöpel. Man darf annehmen, dass die moderne Unterscheidung zwischen Kunst und Technik künstlich ist.

FO Wasserrad aus [Agricola 1548], mit „Stückliste“

FO Ramellis

Andere Perspektiven:

- Festungen in Kavalierverspektive
- Städteansichten von Merian [Kaiser 2006] S.92 (Comar)

Nachteile der Zentralperspektive

FO Motorrahmen nach [Ferguson 1992]

4) Beschreiben Sie den Aufbau des Motorrahmens.

- In der perspektivischen Darstellung ist nicht erkennbar, aber die Lager hinter- oder nebeneinander liegen → für technische Zwecke nicht ausreichend.

Parallelprojektion

5) Wie sieht eine moderne technische Zeichnung aus?

So modern ist die Parallelprojektion gar nicht:

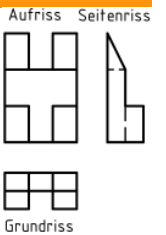
FO Orthogonalprojektion von Albrecht Dürer (1471-1528)

FO Normalprojektion aus [Leupold 1725] Tafel XXXII (Kraan)

Die Parallelprojektion erlaubt, einen technischen Gegenstand detailliert und exakt zu beschreiben.

Erst die technische Zeichnung hat es ermöglicht, Kopf- und Handarbeit, Ingenieur und Handwerker, zu trennen.

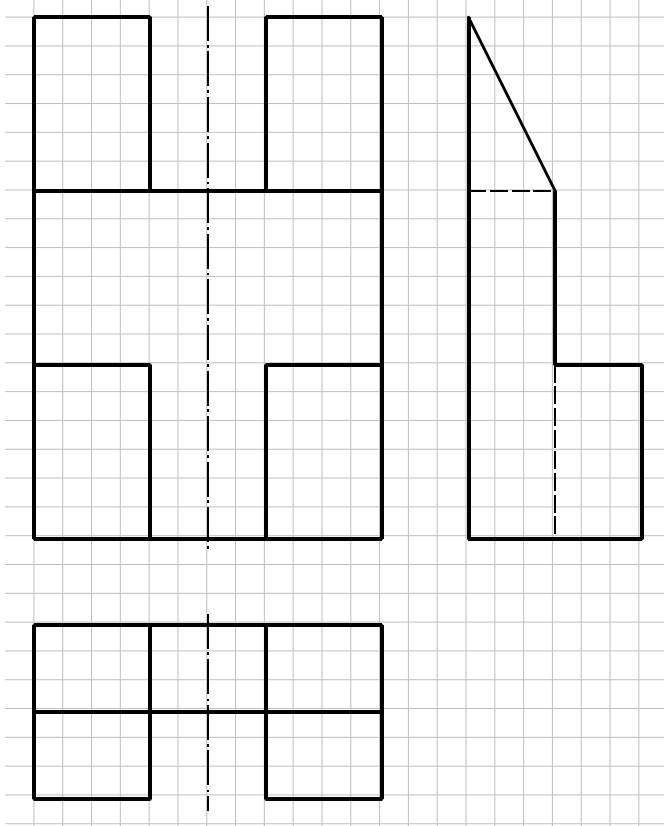
Der Ingenieur muss seine Teile nicht mehr selbst bauen (wie Thomas Newcomen) und der Handwerker muss die Funktion der Maschine nicht mehr kennen (James Watt ließ Einzelteile in unterschiedlichen Werkstätten fertigen, um die Funktion von Maschinen nicht preiszugeben – Beleg?).



Projektionsmethoden

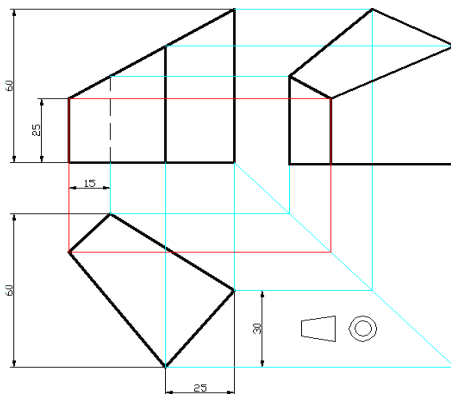
Normalprojektion

auch: Orthogonalprojektion



Vertiefung

Zusammenhang zwischen den Ansichten



Vertiefung

AB Kartonmodell neu erstellen (nicht TG)
Weitere Übungen in Moscovich 2001 Nr. 490, 494

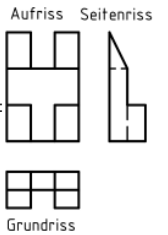
Normal meint in der Technik meistens rechtwinklig, vergleiche *Normalkraft*. Das griech. Wort *orthogonal* bedeutet ebenfalls *rechtwinklig*.

Variante I: Tafelanschrieb (ca. 60 min)

AM Modelle des Amigo für Schüler und Lehrer (groß)

1) Amigo zeigen: Was wird gezeichnet?

- Aufriss, Seitenriss, Grundriss allmählich an die Tafel zeichnen und parallel abzeichnen lassen. Dabei Lernziele ansprechen und zeigen:



Variante II: Folie (ca. 15 min)

FO 3-Tafelprojektion des Amigo

1) Amigo in Projektionsmethode 1

- Erklärung wie oben, nur schneller

Linien

- Sichtbare Kanten sind breit
- Begründung: heben das Wichtige mit breiten Linien hervor.
- Verdeckte und gedachte Kanten sind dünn
- Begründung: Sind sonst auch nicht sichtbar und sollen das Auge nicht vom Gewohnten ablenken.
- Strichstärken unterscheiden sich deutlich (Faktor 2)
- Begründung: TZ müssen eindeutig sein.
- Linien haben meist zwei Unterscheidungsmerkmale (Strichstärke und Linienart)
- Gedachte Kanten enden nicht an einer anderen Kante
- Begründung: Gedachte Kanten wie Mittellinien sind nicht real und haben auch kein festgelegtes Ende, Überstand wird zur Unterscheidung genutzt
- Strichstärken und Linienarten siehe TabB

Ansichten

- Seitenansicht liegt genau neben, Draufsicht genau unter der Vorderansicht
- Begründung: Nur so können Linien in verschiedenen Ansichten zugeordnet werden; Zusätzliche Ansichten werden durch „Klappen“ erzeugt und man klappt nicht um die Ecke
- Nicht mehr und nicht weniger Ansichten als nötig
- Begründung: Ökonomie. 3-Tafel-Projektionen sind ein Sonderfall
- Projektionsmethoden siehe TabB

AM weitere Klötzchen

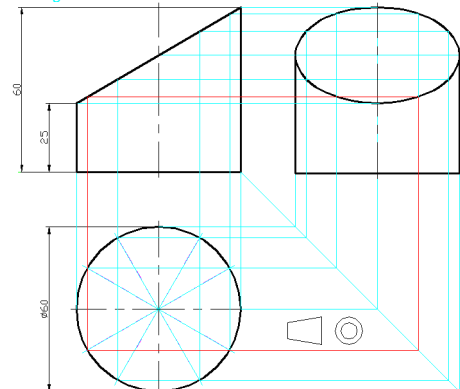
2) zeichnen Sie ein anderes Klötzchen mit 3 Ansichten

- 3) Wdhg. zur Ültg: SA muss genau neben der VA liegen. Diese kann man zur Konstruktion von Ansichten nutzen:

FO Projektion bei Dürer

4) Einfaches Beispiel per Folie oder TA erklären

FO Prisma mit schrägem Schnitt



- 5) Wenn überhaupt, nur kurz im Unterricht üben, Schwergewicht auf Hausaufgabe legen. Hinweis: Aufgaben aus den Arbeitsblättern sind klassenarbeitsverdächtig.

FO Zylinder mit schrägem Schnitt

AB Ansichten konstruieren

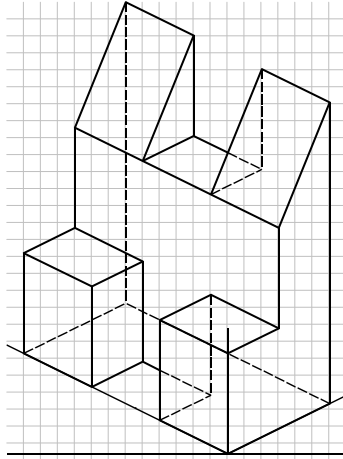
AB Ansichten zuordnen



Parallelprojektion

- = Axonometrische Darstellungen
- = einfache bildliche Darstellungen

Isometrische Projektion



$$x:y:z = 1 : 1 : 1$$

$$30^\circ : 30^\circ : 90^\circ$$

Bei Handskizzen können die 30°-Winkel mit 1:2 Kästchen angenähert werden. Die Längen kann man aus der Waagerechten senkrecht übertragen. Längen und Winkel von schrägen Kanten, hier an den Ohren, können nicht einfach übertragen werden. Es empfiehlt sich, die Anfangs- und Endpunkte mit senk- und waagerechten Linien zu konstruieren.

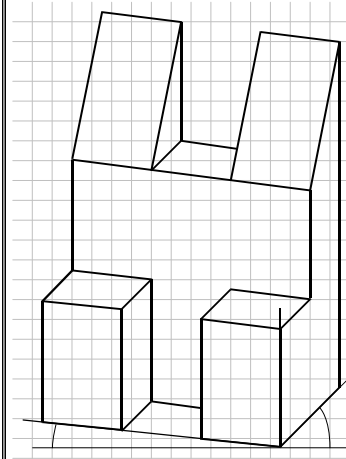
DIN ISO 10209-2 → [Klein 2008] S.351, [EuroTabM]

- 1) *Darstellung in Normalprojektion ist für den Ungeübten oft schwierig. Wie kann das Teil „für Doofe“ dargestellt werden?*

FO Axonometrische Projektionsverfahren

- 2) *Projektion mit AmigO vorführen. An der Tafel nur*
In allen Fällen die Grundrichtungen mit einer dünnen Hilfslinie einzeichnen. Bei Handskizzen hilft das, die Richtungen einzuhalten. Beim Zeichnen mit dem Geodreieck sollte man die Richtungen mit den Parallelen auf dem Geodreieck übertragen. Die Winkel jedesmal zu messen gibt kleine Abweichungen, die dem Auge auffallen.

Dimetrische Projektion



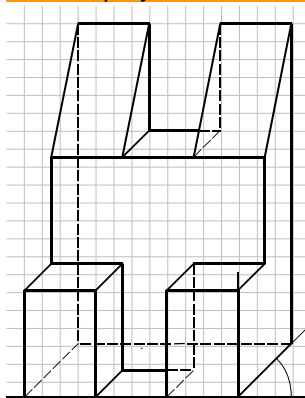
$$x:y:z = 1 : 1 : 0,5$$

$$42^\circ : 7^\circ : 90^\circ =$$

Ingenieurprojektion: Ist von den Parallelprojektion diejenige, die dem realen Aussehen am nächsten kommt, aber relativ aufwändig zu zeichnen.

Den 7°-Winkel kann man mit 1:10 Kästchen annähern. Alte oder sehr gute Geodreiecke haben Markierungen bei 7° und bei 42°.

Kabinettsprojektion



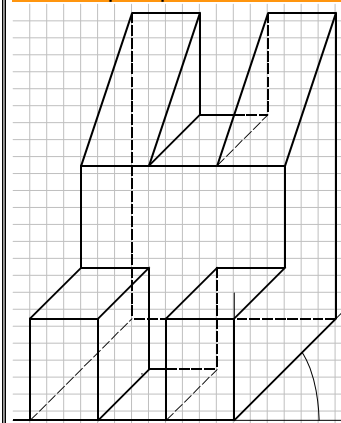
$$x:y:z = 1 : 1 : 0,5$$

$$45^\circ : 0^\circ : 90^\circ$$

(nicht genormt)

3) kann entfallen

Kavaliersperspektive



$$x:y:z = 1 : 1 : 1$$

$$45^\circ : 0^\circ : 90^\circ$$

(nicht genormt)

4) kann entfallen

Entwickelte sich aus Zeichnungen für den Festungsbau (16. Jhd). Verzichtet auf Verkürzung, da nicht Illusion, sondern geometrische Formen von Bedeutung sind [Kaiser 2006] S.111ff.
Als Urheber gilt Bonaventura Cavalieri (1598–1647). Eselsbrücke zum militärischen Hintergrund: *Kavalier* (*chevalier*, *cavallerie* oder *caballero*) bedeuten ursprünglich Ritter.

Vertiefung

- 5) *Zeichnen Sie ihr eigenes Klötzchen in xyz-Projektion*

AB Übungen zu (Parallel-)Projektionen

AB Freihandskizzen üben an multiplen Prismen

- 6) *HA: Reale (Maschinen-)Teile skizzieren lassen in Normalprojektion mit Bemaßung und Parallelprojektion, möglichst detailreich, z.B.:*
Werkzeuge: Hammer, Zange, Schraubendreher, Gabel- oder Ringschlüssel
Gebrauchsgegenstände: Flasche, Tasse, Messer, Gabel, Löffel, Kapselheber, Wäscheklammer,
Maschinenteile: Fahrradteil, Luftpumpe,
Sonstiges: Legosteine
Teile aus dem Baumarkt: Befestigungswinkel, Clip, Unterlagscheibe,

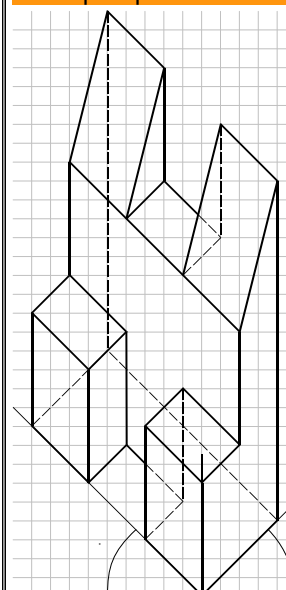
[Riedler 1913] S.79: „Plastische Versinnlichung ist für den Arbeiter nicht notwendig, wohl aber zur Übung des Anfängers. Das ist eine der wichtigsten Übung; der Anfänger soll sich aber der einfachsten Mittel und nicht zeitraubender Malereien bedienen, er soll stattdessen Maschinenteile perspektivisch in Skizzen freihändig darstellen. Solche Übung muss dem Entwerfen vorangehen und führt zur Hauptsache: zur Formvorstellung...“

- 7) *Sie sind in einem Land, dessen Sprache Sie nicht sprechen, und benötigen ein Teil. Sie haben ein Tante-Emma-Kaufhaus gefunden, in dem es alles gibt, aber nur der Verkäufer weiß, wo. Ihr Wörterbuch gibt den Fachausdruck nicht her, ein Muster haben Sie nicht. Skizzieren Sie dem Verkäufer das Teil.*

- 8) *Jeder zeichnet ein Teil, Zeit: 5 min, nummerieren. Anschließend laufen die Skizzen um und jeder muss in einer Liste notieren, was er sieht. Wer hat die beste Erkennungsquote?*

Kabelbinder, Lüsterklemme, Kabelschuh, Hutmutter, Keilriemen, Zündkerze, Ringschlüssel, Durchschlag, Zange

Militärperspektive



= planometrische Ansicht

$$x:y:z = 1 : 1 : 1$$

$$45^\circ : 45^\circ : 90^\circ$$

(nicht genormt)

9) nicht unterrichten

Eine der isometrischen Projektion ähnliche Projektion ist die planometrische Ansicht bzw. Militärperspektive mit Winkeln von 45° statt 30° (nicht genormt). Bei der Militärperspektive ist der Grundriss längen- und winkeltreu. Die schrägen Kanten können



Zentralperspektiven sind in keinem mir bekannten Lehrplan für technisches Zeichnen enthalten, aber an dieser Stelle ist es kaum noch ein Aufwand, mit diesem schönen Thema über den Tellerrand der Technik zu schauen. Wobei dies nicht ganz stimmt, denn im Studiengang Technisches Design werden Fluchtpunktperspektiven gelehrt. Das Thema kann an den Schluss der Unterrichtseinheit oder des Schuljahres verschoben werden.

Zentralprojektion

Zentralperspektive= bildliche Darstellung, bei denen sich parallele Linien in zentralen Punkten schneiden.

Fluchtpunktperspektive

Projektion ergänzen

Perspektive mit 2 Fluchtpunkten

Projektion ergänzen

Froschperspektive

Projektion ergänzen

Vogelperspektive

Projektion ergänzen

Perspektive mit 3 Fluchtpunkten

Projektion ergänzen

Vertiefung

1) *Parallelprojektionen sind einfach zu erstellen und stellen eindeutig dar, erzeugen im Betrachter aber keine Illusion des realistischen Aussehens. Wie kann das Teil realistischer dargestellt werden ?*

Als Erfinder gilt Filippo Brunelleschi (1377-1446). In der Zentralperspektive laufen alle zur Bildfläche senkrechten Linien in einem Punkt zusammen. Andere Perspektiven sind: 2- / 3-Punktperspektive, Frosch- / Vogelperspektive.

FO Gattersäge aus Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques von Jacques Bessons (1578, perspektivisch gezeichnet)

2) *Projektion mit AmigO vorführen*

Eine ähnliche Projektion ist die planometrische Ansicht bzw. Militärperspektive mit Winkeln von 45° statt 30° (nicht genormt).

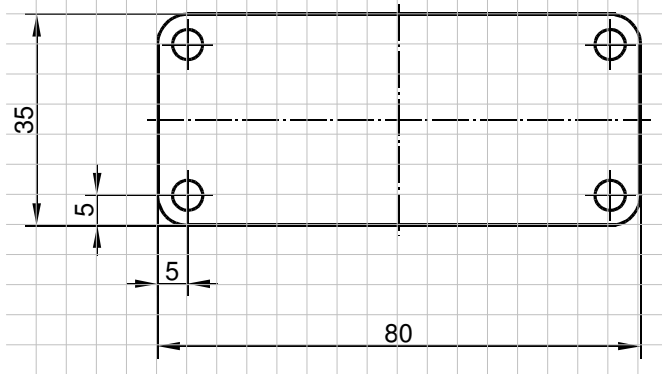


Zeichnungsinformationen

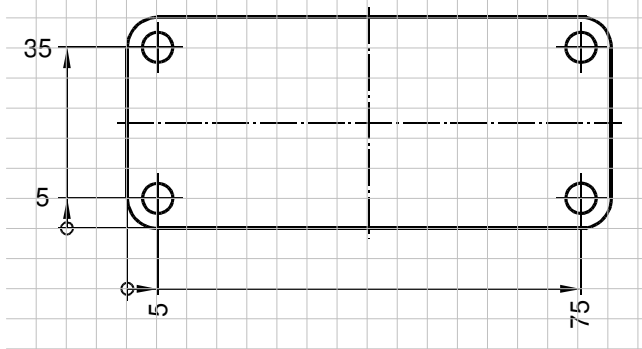
Bemaßung

Bemaßungsarten

Für die Fertigung



Für die CNC-Fertigung



Bemaßungsregeln

nur Grundsätze, nicht im Details

Vertiefung

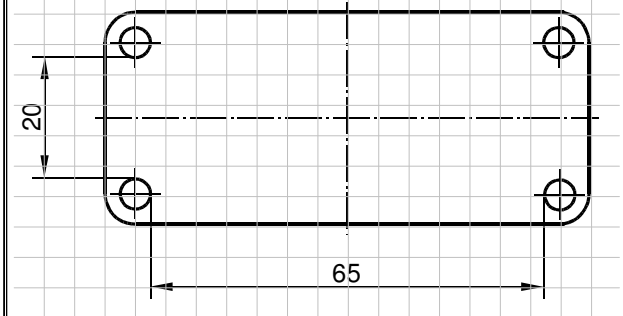
1) Darstellung ist besonders für die Fertigung unvollständig. Was fehlt ?

2) Bemaßungsarten am Beispiel Messingschild

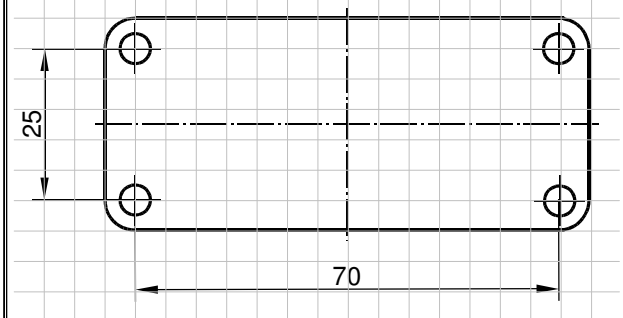
FO zielorientierte Bemaßungsarten

- fertigungsbezogen, funktionsbezogen, prüfbezogen

Für die Qualitätskontrolle



Für die Montage



AB Bemaßungsübung 01: Welche Bemaßung ist weniger geeignet?

AB Bemaßungsübung 02: Welche Bemaßung ist falsch?

AB Bemaßungsübung 03: Bemaßen Sie die benannten Elemente

3) AmigO bemaßen

4) Bemaßen Sie Ihr eigenes Klötzchen xyz-bezogen

5) Hausaufgaben:

Bemaßungsübungen Teil 4: Bemaßen Sie das Werkstück

Bemaßungsübungen Teil 5: Zeichnen Sie 3 Ansichten, und bemaßen Sie sie.



Schnittdarstellungen

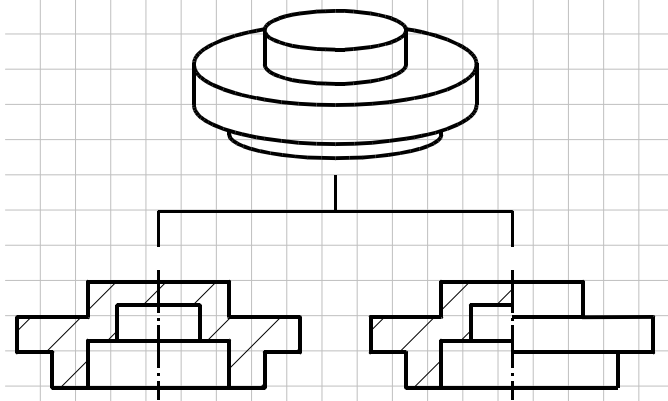
[EuroTabM] „Schnittdarstellungen“
AM Legosteine

- 1) Beim Zeichnen des Legosteines bleibt das Innere verborgen. Wie kann es veröffentlicht werden ?
- 2)

Vollschnitt

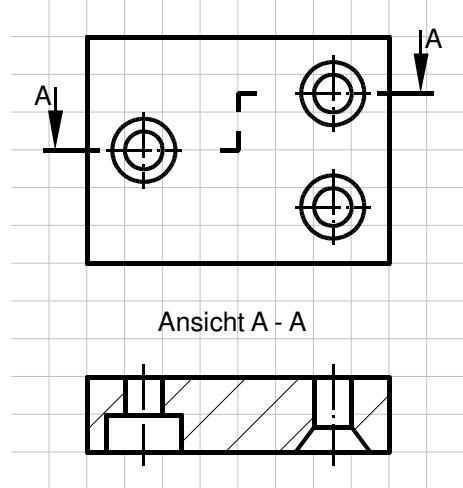
Halbschnitt

Innenansicht eines Lego-Nupsis



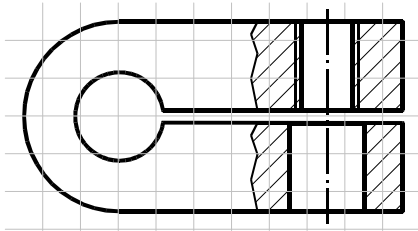
Schnittverlauf

Bohrplatte



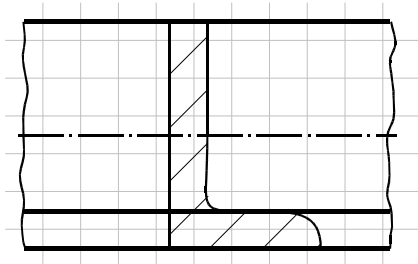
Teilausschnitt 1

Klemmstück



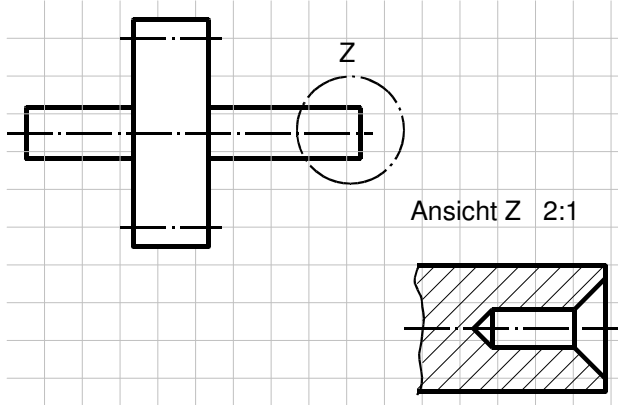
Profilschnitt

Winkelisen, L-Stahl



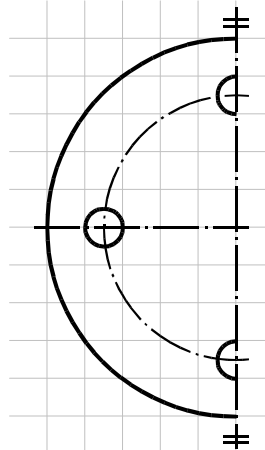
Teilausschnitt 2

Zentrierspitze mit Zentrierbohrung



symmetrische Werkstücke

Deckel



Vertiefung

Skizzieren Sie einen Duplo 4x2 Stein

AB Schnittdarstellung Regeln
AB Schnittdarstellung Übungen



Gesamtzeichnungen

Wasserhahn

Es existieren zwei Filme mit der Maus über Wasserhähne. Der ältere zeigt Zweihebelmischer mit Schwerkraftguss, der zweite Einhebelmischer mit Druckguss und weitere Bearbeitung mit Robotereinsatz. Mit diesen Filmen könnte man die Entwicklung der Fertigungstechnik zeigen.⁴

Vertiefung

- 1 Regie
- 2 Regie

Video Wasserhahn (Maus)
Gesamtzeichnung Wasserhahn
AM Wasserhahn

Feuerzeug

muss noch gezeichnet werden

Inhalte

Vertiefung

- 1 Regie
- 2 Regie

Warum haben Einwegfeuerzeug zwei Gaskammern?

Stoßdämpfer

muss noch gezeichnet werden

mot 09/2009, 17/2008

Vertiefung

- 1 Regie
- 2 Regie

Faustsattelscheibenbremse

muss noch gezeichnet werden

mot / Jufa 8/1993

Vertiefung

- 1 Regie
- 2 Regie

Fliehkraftkupplung

Aufgabe für die Schüler

Funktionsweise der Kupplung

- Beschreiben Sie den Verlauf des Drehmomentes von der Antriebswelle bis zur Abtriebswelle.
- Wie wird das Drehmoment von Antrieb zur FKK / von der FKK zum Abtrieb übertragen

Zeichnung

- Färben Sie die Flächen der Zeichnung ein. Jede Positionsnummer der FKK erhält eine eigene Farbe.

Einzelteilzeichnung

- Zeichnen Sie eine der Positionsnummer 1, 2, 3 (oder 4) vollständig mit Bemaßung.
- Verwenden Sie Zeichnungsvereinfachung. (TG)

Zeitbedarf 90'

Vertiefung

Zeichnung im Groben lesen
Aufbau und Funktion der FKK kennenlernen
Technische Elemente kennenlernen:

Zeichnung im Feinen lesen

1) ?

Einzelteil aus Gesamtzeichnung lesen

- 2) Um herauszufinden, welche Zeichnung mit dem geringsten Aufwand herzustellen ist, muss der Schüler jedes Teil lesen.
- 3) Oft wird die Pos. 3 gewählt, weil die Schüler nicht erkennen, dass dieses Teil außerhalb der Schnittflächen weitergeht. Hier ist ein Tipp nötig.
- 4) Das Teil 4 sollte am TG ausgenommen werden, denn die Teile 1 und 2 sind so gross, dass man auf einem DIN A4-Blatt aus Platzgründen gezwungen ist, Zeichnungsvereinfachungen anzubringen.

Seitenumbruch

⁴ Vorher sollte das Urheberrecht geklärt sein. Ggfs. ist eine Klassenfahrt in die USA hilfreich, dort geht Bildung vor Profit durch Urheberrecht.



Tischbohrmaschine
Tischbohrmaschine Gesamtzeichnung
Funktion, Kraftverlauf

Quelle: [HTFKM 1990]
 AB Tischbohrmaschine Gesamtansicht
 1) Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktion der Bohrmaschine. Halten Sie sich bei der Erkundung an ein Schema, z.B. den Kraftfluss.
 FO Keilriemenverstellgetriebe, Stahlschubgliederband

E-Motor
 Wandelt elektrische Energie in mechanische um
Keilriemenverstellgetriebe
 ⇒ Riemenscheiben rechts
 ⇒ Zahnriemen zur stufenlosen Umdrehungsfrequenzregulierung ist eigentlich ein Keilriemen (Reibschluss), die „Zähne“ erhöhen den Wirkungsgrad durch verringerte Walkarbeit
 ⇒ Riemenscheiben links.
 Funktion der Drehzahlregulierung: Drehknopf verschiebt über Zahnstange die obere linke Keilriemenscheibe. Die Welle kann unten gelagert werden, weil sich die Zugkräfte ungefähr aufheben.
Flachriemen
 ⇒ Keilriemenscheibe ⇒ Kegelverbindung
 ⇒ Riemenscheibe ⇒ Flachriemen (um Antrieb des automatischen Vorschubes herum) ⇒ Antriebsscheibe der Bohrspindel.
Antriebsscheibe der Bohrspindel
 ⇒ Antriebshülse ⇒ Bohrspindel
Keilriemen
 Flachriemenscheibe ⇒ Keilriemen ⇒ Antrieb des automatischen Vorschubes ⇒ Passfeder ⇒ Welle ⇒ Schneckenrad ⇒ Schnecke ⇒ vermutlich Abschaltung des Vorschubes ⇒ kleineres Zahnrad ⇒ Zahnstange an der Pinolenhülse ⇒ Kegelrollenlager (18) ⇒ Bohrspindel (6)

FO Keilriemenverstellgetriebe, Stahlschubgliederband
 2) Funktion des Keilriemenverstellgetriebes ?
 Einsatz in Rollern mit Automatgetriebe, DAF und Stahlschub-Gliederband (ZF, Mercedes). Vorteil stufenlos verstellbarer Getriebe ist die Möglichkeit, den Motor bei konstanter Drehzahl laufen zu lassen. Dies kann den Wirkungsgrad, Drehmoment oder Emissionen optimieren. Regulierung ist keine Regelung, sondern eine Steuerung.
 3) Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktion der Bohrmaschine. Halten Sie sich bei der Erkundung an ein Schema, z.B. den Weg der Energie.
 FO Keilriemenverstellgetriebe, Stahlschubgliederband
 - Die Form mindestens einer Riemenscheibe ist konvex, damit sich der Riemen zentrieren kann
 - Details siehe unten

Das Vorschubgetriebe dient dazu, während der schneidenden Drehbewegung den Bohrer ins Material zu treiben. Die Vorschubgeschwindigkeit hängt direkt von der Drehzahl ab.
 4) Könnte man mit dem automatischen Vorschub eine Spirale bohren ?
 Wegen des Riemenschlupfes sind Drehzahl und Vorschub nicht synchronisiert. Nötig ist dies bei (Leitspindel-)Drehmaschinen, auf denen Gewinde gedreht werden.

Zeichnerische Elemente
Verwendung der Linienarten

1) Beim Lesen einer Zeichnung lernen wir viele Zeichennormen nebenher. Welche Unterschiede in den Linien finden Sie ?
 2) Welche Bedeutung können haben Strichpunktlinien usw.

nicht vollständig	breit (2x)	schmal (1x)
Volllinien	sichtbare Kanten	Schraffuren, Hinweispfeile, Bemaßung, Bruchlinien (Freihand oder Zick-Zack), Gewinde, Lichtkanten
Strichlinien		unsichtbare Kanten
Strichpunktlinien	Schnittverlauf	Mittellinien, Verzahnung

Grundregeln

Zweifache Ergonomie: optische und arbeitstechnische, wobei zu bemerken ist, dass die wichtigsten Vereinfachungen im Zuge von CAD erfolgten (ununterbrochene Maßlinien, Toleranzen auf einer Höhe usw.)

wichtig und häufig ⇔ schwarz und einfach
 möglichst mehrere Unterscheidungsmerkmale
 gedachte Linien enden nicht an Kanten
 Unsichtbare Linien werden nur gezeichnet, wenn sie zum Verständnis notwendig sind.
 hoher Kontrast wegen der alten Kopiertechniken (Tusche, Linienbreiten, Normschrift)

Dicke, Linienart, Ende der Linie, andere Zusätze wie Pfeile usw.
 Mittellinien, Lichtkanten, Schnittverläufe
 z.B. Kegel in der Bohrspindel, aber nicht Keilriemen hinter der Keilriemenscheibe.

Eindeutigkeit und Verständlichkeit sind oberstes Gebot

AM Zeichnung Bahnhof von 1907
 Mittellinien, Lichtkanten, Schnittverläufe
 Zeichnungsnormen sind ein Anhalt und werden nirgendwo genau eingehalten, Überall gibt es firmenspezifische oä. Eigenheiten.

Schnitte

breite Strichpunktlinie, sehr große Buchstaben
 gekreuzte Schraffur (Keilriemen) bedeutet nichtmetallische Werkstoffe. Dünne Teile werden geschwärzt (O-Ringe, Sicherungsringe).

dienen dem Blick ins Innere.
 Schnittebene liegt in der Mitte oder ist gekennzeichnet.
 Geschnittene Flächen werden schraffiert
 Verschiedene Teile erhalten verschiedene Schraffuren.
 Begrenzung des Schnittes mit Bruchlinie
 Normteile und Wellen werden nicht geschnitten

Weil es nicht interessant ist und einfacher zu zeichnen und zu lesen ist.
 FO AB
 3) Markieren Sie alle geschnittenen Stellen.
 AB Tischbohrmaschine Getriebe

Vertiefung

Maschinenelemente

Riementriebe

Flachriemen, Keilriemen (Zahnriemen), Synchronriemen

Zahnräder

Stirnräder, Zahnstange, Kegelräder, Schnecken



Bohrspindel

AB Aufgabe 1

Kraftfluss

Schnittbewegung

Flachriemenscheibe ⇒ Passfeder (27) ⇒ Mitnehmerhülse (2) ⇒ Keilnaben- / -wellenprofil ⇒ Bohrspindel (6) ⇒ Konus, Kegelerbindung ⇒ Bohrfutter

Vorschub

Vorschubgetriebe ⇒ Zahnrad / Zahnstangenprofil ⇒ Pinolenhülse (5) ⇒ Kegelerrollenlager (18) ⇒ Bohrspindel (6) ⇒ Konus, Kegelerbindung ⇒ Bohrfutter

AB Aufgabe 2

Bewegungen

Gehäuse (1) ist fest
Mitnehmerhülse (2) dreht sich mit Bohrerndrehzahl, axial fest, überträgt Drehbewegung von Flachriemenscheibe auf die Bohrspindel
Pinolenhülse (5) ist axial beweglich, dreht sich aber nicht. Überträgt Vorschubbewegung vom Vorschubgetriebe auf die Bohrspindel und führt die Bohrspindel in ihren Lagern.
Bohrspindel (6) dreht und hebt sich, überträgt Schnitt- und Vorschubbewegung auf das Werkzeug.

AB Aufgabe 3

Kegelerrollenlager

überträgt axiale Vorschubkräfte.
Lagerspiel / Lagerluft wird über die Sechskantmutter (16) eingestellt.

AB Aufgabe 4

Festlager ist das Kegelerrollenlager
Loslager ist das Rikula, das in der nabe beweglich ist.

AB Aufgabe 5 und 6

AB Aufgabe 7

Festlager ist das Kegelerrollenlager
Loslager ist das Rikula, das in der nabe beweglich ist.

Zeichnungselemente

Schnitte

breite Strichpunktlinie für Schnittverlauf

Projektion

spezielle Elemente

Gewinde, Verzahnung, Keilwelle

Maschinenelemente

Wellen-Naben-Verbindung

Die 5 Maschinenelemente der Antike: Finden Sie Keile

AB Tischbohrmaschine Bohrspindel, Stückliste

1)

Beschreiben Sie den Kraftfluss unter Verwendung genauer Begriffe

Stückliste

Passfeder können wegen der relativ kleinen Scherfläche und großen Flächenpressung keine großen Kräfte übertragen und sind gegen wechselnde Kräfte empfindlich, sind aber billig. Keilwellenverbindungen können größere Kräfte übertragen und sind axial verschieblich. Die Verschiebung geschieht hier beim Vorschub der Bohrspindel. Die Keilwelle muss hier größere Kräfte übertragen, weil sie bei gleichem Drehmoment den geringeren Radius hat. Kegelerrollenlager können sehr große Kräfte übertragen und können schnell eingespannt werden. Wegen der notwendigen genauen Fläche sind sie relativ teuer. Zum Ausspannen gilt die Austreiberöffnung.

Maschinenelemente

Passfeder

billig, leicht lösbar, empfindlich gegen wechselndes Drehmoment

Keilwellen / Keilnaben

höhere Drehmomente, axial beweglich möglich, guter Rundlauf möglich

AM Werkzeugkegel

Kegelerbindung

hohe Drehmomente, schnell zu wechseln, selbstzentrierend

Zahnstange / Zahnrad

setzt Kreis- in Längsbewegung um. Andere Prinzipien: Kurbeltrieb, Reibrad, Nockenwelle, Malterserkreuz, Kugelumlaufspindel

AM Zyrola, Rikola

Kegelerrollenlager

überträgt hohe axiale Kräfte

Rillenkugellager (Rikula)

vielseitig, billig

Axiale – radiale – tangentiale - Kräfte

Spiel nennt man in der Technik die Luft zwischen zwei Bauteilen. Es ist bei Teilen mit relativer Bewegung nötig, weil sonst der Verschleiß zu hoch wird.

FO Brücke, Lagerungen

Festlager / Loslager

Jede Lagerung wird von 1 Festlager axial festgelegt, alle anderen Lager sind axial bewegliche Loslager, die Klemmung z.B. durch Wärmeausdehnung verhindern.

FO Brücke, Lagerungen

Festlager / Loslager

Jede Lagerung wird von 1 Festlager axial festgelegt, alle anderen Lager sind axial bewegliche Loslager, die Klemmung z.B. durch Wärmeausdehnung verhindern.

Tabellenbücher

2) Viele zeichnerische Elemente kann man verstehen, ohne die Zeichnungsnormen zu kennen. Andere Elemente muss man kennen. Beispiel doppelte Linien: Welche Bedeutung hat die doppelte Linie in der Schraube (Teil 22, Gewinde), im rechten Teil der Pinolenhülse (Pos. 5; Verzahnung) und im oberen Teil der Pinolenhülse (Pos. 6, unsichtbare Linie, hier für Keilwelle).

AB Wellen-Naben-Verbindung



Toleranzen und Oberflächen

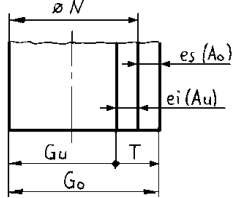
Umfang für das TG deutlich reduzieren

Toleranzen

Zweck

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

Begriffe



Beispiel Welle \varnothing
 Umstellen auf Schließzylinder?

- 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

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

Toleranzangaben

Abmaßtolerierung z.B. 10±0,1

leicht lesbar, (zu) vielseitig

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

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

für Maße ohne besondere Funktion

ISO-Toleranzsystem z.B. 30h6

- 30 Nennmaß
- h6 Toleranzklasse
- 6 Toleranzgrad

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

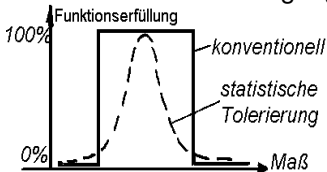
h Lage der ISO-Toleranzfelder

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



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

Vertiefung

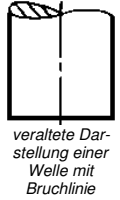
FO Schließzylinder, Schließzylinder aus Türschloss ausbauen lassen

- 3) Wie genau kann man ein Maß des AM fertigen ?
- 4) Warum fertigt man nicht grundsätzlich so genau wie möglich ?
- 5) 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

- 6) Hinweise zum technischen Zeichnen, je nach Stand in AP und verfügbarer Zeit als Erklärung während des Skizzierens des TA oder als Wiederholungsfragen
- Wellen werden mit einer Freihandlinie geschnitten (früher Bruchschleife) und alle Durchmessermaße werden mit \varnothing gekennzeichnet (früher nur, wenn die Form nicht als Kreis erkennbar war). Maßpfeile schlank, Mittellinie schmale Strichpunktlinie, Maßlinien und Maßhilfslinien schmale Volllinien, nur sichtbare Kanten als breite Volllinien.



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

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

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

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

8) Ütg: 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.

- 9) Ütg: 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“

- 10) Bedeutung von 30h6 = 30-0,013; Ablesbeispiele aus dem TabB

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

- 12) Vergleiche die Toleranz mit den IT-Grundtoleranzen

[EuroTabM] „Grundtoleranzen“

- 13) Welche qualitative und wirtschaftliche Aussage macht der Toleranzgrad ?

- 14) Welche Aufgabe hat der Buchstabe ?

FO Lage der ISO-Toleranzfelder

Nur TG bei ausreichender Zeit:

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

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

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

EurM50, S.34, „Toleranzklasse“ Anwendungsgebiete:

Diagramm vorgeben, Qualitätskurve entwickeln

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

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

AB Übungen zu Toleranzen und Passungen für TG



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.

QZ 8/)) S.1018
 DIN EN ISO 14253-1 Messunsicherheit / Fertigungstoleranz

Gewerbeschule Lörrach	Maß-Toleranzaufgaben			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>7. Wie genau muss das Maß $\phi 8$ gefertigt werden? → Klassische Zweierpaar des Techniker Seylla und Chergobdi</p> <p>Toleranz</p> <ul style="list-style-type: none"> zu eng = zu teuer zu weit = funktioniert nicht <p>Methoden</p> <p>Grenzmaß (Klarissa) Abmaßtoleranz $\phi 8 \pm 0,1$ $T = 0,2$</p> <p>gut ↑ schlech ↓</p> <p>Abmaßtoleranz $\phi 8 \pm 0,1$ $T = 0,2$</p> <p>statistische Tolerierung</p> <p>gut ↑ schlech ↓</p> <p>Abmaßtoleranz $\phi 8 \pm 0,1$ $T = 0,2$</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Passung für das Zusammenstecken (weitere Teile) - Füllmaß - Nennmaß - Abmaß - Anmaß</p> <p>Passungstabelle</p> <p>Spitzspannung Übergangspannung Passspannung Passungssystem Einleitbohrung alle Werten h (siehe)</p> <p>Einleitbohrung alle Bohrung H (siehe Werkzeug + Profilität)</p> <p>Normale Fertigungstoleranz 8 oder sogar 105</p> <ul style="list-style-type: none"> - Norm wird und Funktion bewahrt - Fertigung wird genau - Stückproben werden analysiert - SPK - geeignet <p> $6\sigma = 3 \cdot 10^{-3} = 0,3\% \text{ Ausschuss}$ $8\sigma = 6 \cdot 10^{-5} = 0,006\% \text{ "}$ $10\sigma = 6 \cdot 10^{-7} = 0,00006\% \text{ "}$ $= 60 \text{ ppm}$ $= 0,6 \text{ ppb}$ </p> </div> </div>				
Datum:	Schüler:	Klasse:	Geprüft:	Blatt:

Druck-Reimer & Co. GmbH



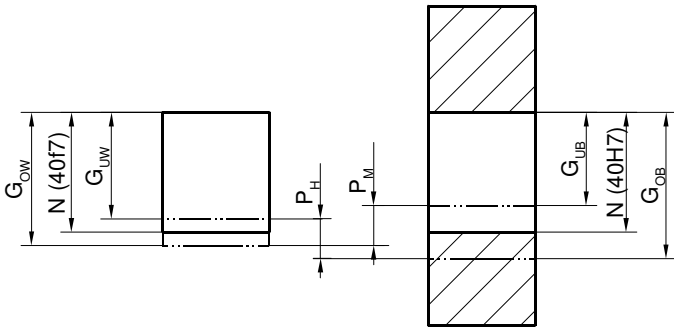
Passungen

Aufgaben

- Führungen
- Pressverbindungen
- Abdichten
- Austauschbarkeit

Begriffe z.B. Ø

Innenmaß Ø40H7, AußenmaßØ40f7



Höchstpassung $P_H = G_{OB} - G_{UW} = ES - ei$

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

Passungsarten

Spielpassung $0 < P_M < P_H$

Übergangspassung $P_M < 0 < P_H$

Übermaßpassung $P_M < P_H < 0$

Passungssysteme

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

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).

Wie nennt man zwei passende Toleranzen? => 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 WK1 eingeführt (in Deutschland?).

= Welle Ø40f7 / Bohrung Ø40H7. Schreibweise Ø40H7f7 auf einer Zeile ist für CAD zulässig, sonst ist 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 EuroTabM39 S94 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.

größte Bohrung - kleinste Welle; Ø40: 0,075µm ; Ø4: 0,026

kleinste Bohrung - größte Welle, Ø40: 0,025µm ; Ø4: 0,006µm

auch: positive Passung

auch: negative Passung; ,veraltet: Presspassung

FO Übungen zu Passungen

FO Lage der ISO-Toleranzfelder

1) Wdh.: Ein Hauptvorteil des ISO-Toleranzsystems ist die sinnvoll eingeschränkte Auswahl. Aber es gibt immer noch zahlreiche Möglichkeiten, z.B. eine Übergangspassung zu wählen (JS/js oder ZB/b) => Um diese einzuschränken, geht man von H bzw. h-Toleranzfeldern aus.

Alle Bohrungen erhalten die Toleranzfeldlage H, die Welle wird angepasst.

FO ISO-Passungssystem

Die Welle erhält die Toleranzfeldlage h, die Bohrungen werden angepasst

z.B. Lager, aufgeschrumpftes oder axial bewegliches Zahnrad

EuroTabM39 S96ff „Passungen“

2) Auch bei Einheitswelle und Einheitsbohrungen gibt es noch zu viele Möglichkeiten, => deshalb soll man einige bevorzugen (im Tabellenbuch fett gedruckt).

AB Übungen zu Toleranzen und Passungen Seite 2



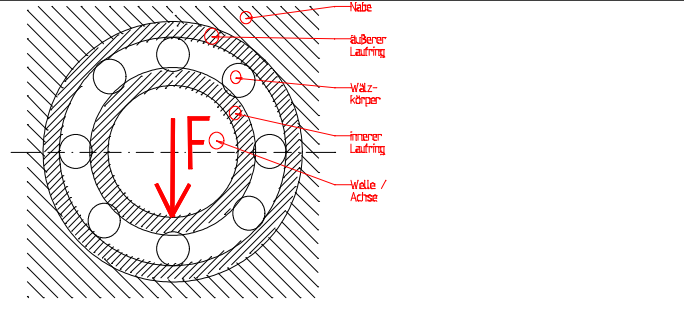
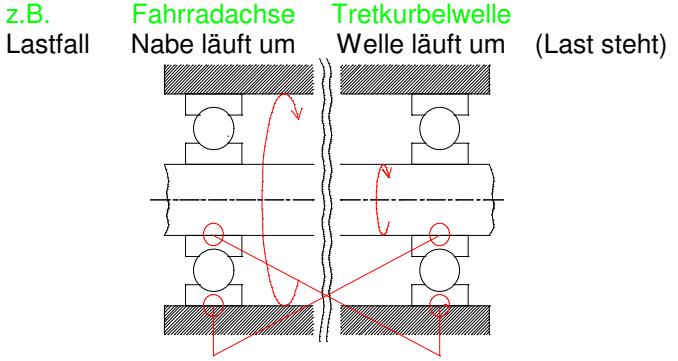
Passungsauswahl
TabB „Passungsauswahl“

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.

B)
Ültg: Bei Wälzlagern 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 Wälzlagern sind in so etwas ähnlichem wie H bzw. h-Toleranzen genormt (SkF Hauptkatalog 1984-12, S.53ff, Bild S.71).

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 Wälzlagern (radial)



Umfangslast **Punktlast**

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

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

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

Übungen
AB Passungsauswahl bei Wälzlagern
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.



Notizen

Zeichnung lesen üben, indem weiterhin kleine Einzelteilzeichnungen aus Gesamtzeichnungen gezogen werden

Einarbeiten(Ferguson 1992) gibt interessante Hinweise auf die Bedeutung des bildhaften Denkens und Zeichnens für Konstruktion und Kreativität.

Umsetzung z.B. durch

- Vorgabe: eine Reihe technischer Zeichnungen, z.B. aus Ferguson: Klopfsäge ohne und mit Fluchtpunkt, 3-Seiten-Darstellung von Dürer, axonometrische Projektion, 3-D-Ansichten, Stücklisten usw.
 - Skizzieren Sie auf einem Entwurfsblock das gegebene Teil
 - Gegeben ist ein Teil aus Papier, das nachgebaut werden kann. Nur Spieler A darf das Teil sehen, nur Spieler B darf es nachbauen. A soll B erklären, wie es aussieht. Dies kann auch in Gruppenarbeit erfolgen: 2 oder mehr Gruppen trennen sich, erhalten ein Teil und müssen eine Beschreibung anfertigen, damit eine andere Gruppe dieses Teil (aus Papier) fertigen kann. Wenn ein Gruppenmitglied den abgeschlossenen Bereich verläßt, werden die Teile eingesammelt.
 - Gegeben ist ein Problem (z.B. Regalböden müssen an Regalwänden befestigt werden). Finden Sie eine Lösung und fertigen sie Skizzen so an, dass die notwendigen Einzelteile gezeichnet werden können und der Zusammenbau klar wird.
 - Welche Eigenschaften muss der Werkstoff haben: Werkstoffkunde.
 - Wie kann das Teil gefertigt werden: Arbeitsplan.
- CAD ist ein Werkzeug für technische Zeichner, nicht unbedingt für kreative Köpfe. Der Ingenieur benötigt Handskizzen.

Ideen

Verknüpfen mit Fertigungstechnik:
Gesamtzeichnungen lesen und Frage stellen: Wie kann man das herstellen?
Wasserhahn, Heizungspumpe, Kurbeltrieb..
Werkstoffe einführen..
Projekt Bleistiftspitzer

Sendung mir der Maus

Allgemeine Regeln

- Verspätete Abgabe von Hausaufgaben kostet innerhalb des ersten Tages 0,5 Noten, danach 1 ganze Note Abzug.
- Alle Hausaufgaben können wiederholt werden. Bei wiederholter Vorlage muss die ursprüngliche Zeichnung wiederum beigelegt werden. Wenn nicht alle angestrichenen Fehler verbessert sind, fange ich gar nicht erst an zu korrigieren.

Einbringen

Zentrierung
Freistiche
Gewindefreistich
Grate, Kantenform
Härteangaben
Schweiß / Löt Nähte
Durchdringungen
Abwicklungen

Sonstige Darstellungen:

Funktionsblockdiagramm
Aufbauübersicht
Explosionszeichnungen
Strukturstufen / Montageplan
Strukturmerkmale

Literaturverzeichnis

- Agricola 1548: Georg Agricola, De Re Metallica libri XII - 12 Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, fourierverlag ,
Decker 2009: Decker et al., Maschinenelemente, Carl Hanser Verlag München, 2009
EuroTabM: Ulrich Fischer ua., Tabellenbuch Metall, Europa-Lehrmittel Haan-Gruiten,
Ferguson 1992: Eugene S. Ferguson, Das innere Auge - von der Kunst des Ingenieurs, Birkhäuser Basel, 1993
Fischer 1996: Albert Fischer, Daniel Specklin aus Strassburg, Festungsbaumeister, Ingenieur und Kartograph, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen, 1996
HJTabKfz: Elbl, Föll, Schüler, Tabellenbuch Fahrzeugtechnik, Holland+Josenhans Stuttgart, 2004
HTFk1M 2007: Reiner Haffer u.a., Fachkenntnisse 1 Industriemechaniker, Handwerk und Technik Hamburg, 2007
HTFk2M 2008: Reiner Haffer u.a., Fachkenntnisse 2 Industriemechaniker, Handwerk und Technik Hamburg, 2008
HTFkM 1990: Christof Braun u.a., Fachkenntnisse Metall - Industriemechaniker, Handwerk und Technik Hamburg, 1990
HTGkM 2007: Reiner Haffer u.a., Grundkenntnisse Industrielle Metallberufe, Handwerk und Technik Hamburg, 2007
Kaiser 2006: Walter Kaiser, Wolfgang König, Geschichte des Ingenieurs, 2006
Klein 2008: Dieter Alex ua., Klein Einführung in die DIN-Normen, Beuth Verlag Berlin, 2008
Leupold 1725: Jacob Leupold, Theatrum Machinarium, oder: Schau-Platz der Heb-Zeuge, Leipzig, 1725
Matschoss 1901: Conrad Matschoss, Die Geschichte der Dampfmaschine, Springer Berlin, 1901
Moscovich 2001: Ivan Moscovich, Über 500 Brain Games - Denkspiele aus Wissenschaft, Natur und Technik, Tandem Verlag , 2007
Riedler 1913: Alois Riedler, Das Maschinen-Zeichnen, Julius Springer Berlin, 1913
Roloff/Matek 1995: Matek et al., Maschinenelemente, Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig, 1995
Villard 1230: Villard de Honnecourt, Bauhüttenbuch, ca. 1230

Einbauen: [HTGkM 2007], [HTFk1M 2007], [HTFk2M 2008]