



Technische Kommunikation

Unterrichtsplanung für TGTm-E

Inhaltsverzeichnis

Lehrplan (vom 10.09.2010).....	2
Technik und Management.....	2
Computertechnik.....	2
Vorüberlegungen (Lehrplan 2005).....	3
Vorüberlegungen 2.....	3
Ideen.....	3

Einführung

TG 11 – Technik M - (Arbeitsplanung, Fertigung, Werkstoffe I).....	4
--	---

CAD (Locher mit Inventor).....	5
1. + 2. Prismatische Teile.....	5
3. + 4. Runde Teile.....	5
5. Baugruppen.....	5
6. + 7. Zeichnungsableitung.....	5
8. Klassenarbeit.....	5
9. + 10. Reserve.....	5
Inhalte Labor.....	5
Messtechnik.....	5
Toleranzen.....	5
Prüfmittel.....	5

Gesamtzeichnung lesen.....	6
Gesamtzeichnung TG-Zug.....	6
Gesamtzeichnung Fkk.....	6
Elemente einer technischen Zeichnung.....	6
Zeichentechnik.....	6
Linien.....	6
Kanten.....	6
Elemente.....	6
Sonstiges.....	6
Zeichnungsvereinfachung.....	6
Bemaßung.....	6
Maßlinien.....	6
Maßangabe.....	6
Formangaben.....	6
Toleranzen.....	6
Oberflächenangaben, Härteangaben.....	6
Zusatzinfo.....	6
Schriftfeld.....	6
Stückliste.....	6

Entwicklung von techn. Zeichnungen.....	8
Frühe technische Zeichnungen.....	8
Zentralperspektive.....	8
Nachteile der Zentralperspektive.....	8
Parallelprojektion.....	8

Projektionsmethoden

Normalprojektion.....	9
Linien.....	9
Ansichten.....	9
Zusammenhang zwischen den Ansichten.....	9
Parallelprojektion.....	10
Isometrische Projektion.....	10
Dimetrische Projektion.....	10
Kavalierperspektive.....	10
Kabinettprojektion.....	10
Militärperspektive.....	10
Zentralprojektion.....	11
Fluchtpunktperspektive.....	11
Perspektive mit 2 Fluchtpunkten.....	11
Froschperspektive.....	11
Vogelperspektive.....	11
Perspektive mit 3 Fluchtpunkten.....	11

Zeichnungsinformationen

Bemaßung.....	12
Begriffe.....	12
Beispiele.....	12
Bemaßungsarten.....	12
Für die Fertigung.....	12
Für die Qualitätskontrolle.....	12
Für die CNC-Fertigung.....	12
Für die Montage.....	12
Bemaßungsregeln.....	12
Schnittdarstellungen.....	13
Vollschnitt.....	13
Halbschnitt.....	13
Schnittverlauf.....	13
Teilausschnitt 1.....	13
Profilschnitt.....	13
Teilausschnitt 2.....	13
symmetrische Werkstücke.....	13

Zwischenspiel

CNC-Koordinaten.....	14
Fräsrichtung.....	14
Gleichlaufräsen.....	14
Gegenlaufräsen.....	14
Werkstoffbezeichnung.....	14

Toleranzen und Oberflächen

Toleranzen.....	15
Zweck.....	15
Begriffe.....	15
Formeln.....	15
Toleranzangaben.....	15
Abmaßtolerierung.....	15
Allgemeintoleranzen.....	15
ISO-Toleranzsystem.....	15
30 Nennmaß.....	15
h6 Toleranzklasse.....	15
6 Toleranzgrad.....	15
h Lage der ISO-Toleranzfelder.....	15
Merkmale des ISO-Toleranzsystems.....	15
statistische Tolerierung.....	16
Begründung für statistische Tolerierung.....	16
Wie gibt man statistische Toleranzen an?.....	16
Auswirkungen.....	16
Auswahl von Toleranzen.....	16
Passungen.....	18
Aufgaben.....	18
Begriffe.....	18
Höchstpassung.....	18
Mindestpassung.....	18
Passungsarten.....	18
Spielpassung.....	18
Übergangspassung.....	18
Übermaßpassung.....	18
Passungssysteme.....	18
Einheitsbohrung H.....	18
Einheitswelle h.....	18
bevorzugte Toleranzen.....	18
Passungsauswahl.....	19
TabB „Passungsauswahl“.....	19
Passungsauswahl bei Wälzlager (radial).....	19

Umfangslast.....	19
Punktlast.....	19
Fest- und Loslager.....	19
andere Lagerungen.....	19
schwimmende Lagerung.....	19
angestellte Lagerung.....	19
DIN-Normung.....	20
Ist doch Standard.....	20
Notizen.....	20
Ideen.....	20
Allgemeine Regeln.....	20
Einbringen.....	20
Sonstige Darstellungen.....	20
Allgemeines.....	21
GFS.....	21
Beschluss TG 28.06.11.....	21
ProMan Präsentationen.....	21
Ideen / Themen.....	21

Gesamtzeichnungen

Fliehkraftkupplung.....	22
Aufgabe für die Schüler.....	22
Funktionsweise der Kupplung.....	22
Vertiefung.....	22
Zeichnung.....	22
Einzelteilzeichnung.....	22
Schließzylinder.....	22
Wasserhahn.....	22
Feuerzeug.....	22
Stoßdämpfer.....	22
Faustsattelscheibenbremse.....	22
Tischbohrmaschine.....	23
Funktion, Kraftverlauf.....	23
Zeichnerische Elemente.....	23
Verwendung der Linienarten.....	23
Grundregeln.....	23
Schnitte.....	23
Maschinenelemente.....	23
Riemtriebe.....	23
Zahnräder.....	23
Bohrspindel.....	24
Stückliste.....	24
Kraftfluss.....	24
Schnittbewegung.....	24
Maschinenelemente.....	24
Passfeder.....	24
Keilwellen / Keilnaben.....	24
Vorschub.....	24
Kegelverbindung.....	24
Zahnstange / Zahnrad.....	24
Kegelrollenlager.....	24
Rillenkugellager (Rikula).....	24
Bewegungen.....	24
Kegelrollenlager.....	24
Festlager / Loslager.....	24
Zeichnungselemente.....	24
Schnitte.....	24
Projektion.....	24
spezielle Elemente.....	24
Maschinenelemente.....	24
Literaturverzeichnis.....	25



Lehrplan (vom 10.09.2010)

Technik und Management

Vorbemerkungen

Die Arbeitswelt der Zukunft erwartet ein hohes Maß an Flexibilität und vernetztem Denken. Unternehmerischer Erfolg setzt nicht nur das Beherrschen technischer Lösungen voraus, sondern auch verstärkt wirtschaftliche Handlungskompetenz, um bei komplexen Problemstellungen erfolgreiche Entscheidungen treffen zu können.

Im Unterricht des Profulfaches Technik und Management gewinnen die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen, Einsichten und erwerben Fähigkeiten, die ihnen die Denk- und Arbeitsweisen der Technik, verknüpft mit wirtschaftswissenschaftlichen Grundlagen anschaulich erschließen. Die Schüler begreifen, dass das Denken in Systemen eine für die Technik typische Vorgehensweise ist und technische Problemlösungen oft Kompromisse verlangen. Sie lernen die Übertragung und Umsetzung ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse und Verfahren in technische Systeme unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, rechtlicher und sozialer Gesichtspunkte. Lösungsansätze werden analysiert und technische wie wirtschaftliche Bewertungsverfahren durchgeführt. Die technischen und betriebswirtschaftlichen Lehrplaneinheiten sind aufeinander bezogen und werden vernetzt unterrichtet.

Das Profulfach beinhaltet zahlreiche Anknüpfungspunkte zu den Fächern Computertechnik (Eingangsklasse), Projektmanagement sowie dem Wahlfach Wirtschaft und Gesellschaft. Der Computereinsatz unterstützt die Analyse technischer und betriebswirtschaftlicher Sachverhalte und dient ebenso zur Aufbereitung entscheidungsrelevanter Informationen wie zur Informationsbeschaffung und zur Präsentation von Arbeitsergebnissen.

Die technischen und betriebswirtschaftlichen Lehrplaneinheiten sind aufeinander bezogen und werden vernetzt unterrichtet.

Ziele des Unterrichts sind:

- Grundlagenwissen aus den Bereichen Maschinenbau und Betriebswirtschaft am Beispiel ausgewählter Themen zu vermitteln,
- Ingenieur- und wirtschaftswissenschaftliche Arbeitsmethoden, Analysieren, Problem lösen, experimentelles Arbeiten und Bewerten erlernen,
- Umsetzen theoretischer Kenntnisse in die Praxis, Arbeiten im Team, systematische Darstellung und Beurteilung von Ergebnissen in einer Projektarbeit.

In der Eingangsklasse planen und realisieren die Schülerinnen und Schüler den Herstellungsprozess von Bauteilen. Sie berücksichtigen hierbei Konstruktion, Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren. Um diese technischen Inhalte mit betriebswirtschaftlichen Aspekten zu verbinden, erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen des Vertragsrechts, sie organisieren und optimieren die Beschaffung und Lagerung des benötigten Materials sowie die Gestaltung des Fertigungsablaufs. In der Buchführung dokumentieren sie die anfallenden Zahlungsströme und ermitteln den wirtschaftlichen Erfolg in einem Jahresabschluss.

Eingangsklasse

TuM 04 Technische Kommunikation		30 (30) Stunden
Die Schülerinnen und Schüler wenden die Regeln der technischen Kommunikation an. Sie fertigen fertigen einfache Teilzeichnungen an und bemaßen diese.		
Blattformate	Vgl. LPE 7 Realisierung eines technischen Produktes	
Schriftfeld		
Linienarten	Vgl. LPE 10 Fertigung und Lehrplan Computertechnik LPE 4 technische Kommunikation	
Darstellungsregeln		
Bemaßungsregeln		
Schnittdarstellungen		
Teilzeichnungen		

Computertechnik

Vorbemerkungen

Datenverarbeitungssysteme beeinflussen das Leben in unserer Gesellschaft entscheidend. Studium und Beruf setzen Kenntnisse der Datenverarbeitung zwingend voraus. Im Fach Computertechnik gewinnen die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen, Einsichten und Fähigkeiten in der aktiven Nutzung des Computers als Werkzeug zur Lösung technischer und betriebswirtschaftlicher Probleme.

Die Computertechnik ergänzt das Profulfach um informationstechnische Aspekte. Dabei werden die theoretischen Grundlagen durch Anwendung geeigneter Software vertieft. Diese bieten damit auch die Möglichkeit, technische mit betriebswirtschaftlichen Aufgaben zu verbinden, um dies den Schülerinnen und Schülern bewusst werden zu lassen.

CT 04 Technische Kommunikation		30 (30) Stunden
Die Schülerinnen und Schüler wenden die Regeln der technischen Kommunikation an. Sie fertigen Teilzeichnungen mit funktionsbezogenen Eigenschaftsangaben, Gesamtzeichnungen unter Verwendung von Normteilen und Stücklisten an.		
Gesamtzeichnungen	Normteile/Normmaße	
Teilzeichnungen		
– Ansichten	Vgl. Lehrplan Technik und Management LPE 4 Technische Kommunikation	
– Schnittdarstellungen		
– Bemaßung	Eingeführtes CAD-System verwenden	
Stücklisten	Verbindung CAD – CNC	
	IUS	



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 Problems, 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 Programms 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 begegnen – 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 ver-

lagert – Zeichnen von Hand und per 3D-CAD-Programm 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
-

Vorüberlegungen 2

Im Lehrplan 2010 und in den Abi-Prüfungen erscheinen die folgenden Themen, die man schon im Unterricht Technisches Zeichnen vorbereiten kann und aus Zeitgründen wohl auch muss:

- Los- und Festlager
- Gleit- und Wälzlager mit Merkmalen
- Getriebearten mit Merkmalen
- CNC-Fräsplatten und Koordinatenbemaßung
- Funktionsweise von Viertaktmotoren

Ideen

[Riedler 1913]: „In Prüfungsvorschriften sollen nicht Paradeblätter, sondern vor allem Entwurfsskizzen gefordert werden.“

Mögliche Maßnahmen:

Jeder Schüler bekommt eine einfache konstruktive Aufgabe und löst sie. Anschließend werden die Lösungsskizzen einem anderen Schüler ohne schriftliche oder mündliche Erklärung gegeben, der die Konstruktion dann mithilfe der Skizze unter dem Elmo erklären muss.

- Nussknacker
- Locher
- Hebeanlage (100kg über eine Kante von 20m Höhe heben)

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 uvm.) und Sébastien de Vauban (1633 – 1707, Arbeiten in Belfort, Huningue, Breisach, Philippsburg, uvm.), 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

TG 11 – Technik M - (Arbeitsplanung, Fertigung, Werkstoffe I)

SW	LPE	Inhalt	Bemerkungen
1, 2	1.1	Gesamtzeichnung lesen (Projekt) Stückliste	1,5 h je Woche
3, 4	1.1	Funktion und Werkstoffe (Projekt)	
5, 6	1.2	Parallel-, axonometrische Projektion	
7, 8	1.2	Schnittdarstellungen Bemaßung	
9, 10	1.2	Einzelteilzeichnung	
11, 12	1.2	KA Toleranzen	
13, 14		Passungen Los- und Festlager	
15, 16	2.1 2.2	Überblick über die Fertigungsverfahren Gießen	
17, 18	2.2	Sintern, Rapid Prototyping Schmieden	
19, 20	2.3	Spanen CNC	
21, 22	2.4	CNC-Programm KA	Umsetzung in TP
23, 24	3.1 3.2	Werkstoffeigenschaften Werkstoffnormung	
25, 26	3.3	Zugversuch	
27, 28	3.3	Zugversuch	
29, 30	3.4	Härteprüfverfahren	
31, 32	3.5	KA Projekt	



1. + 2. Prismatische Teile

1)

Erste Skizze mit Koordinatensystem, Rechteck, Bemaßung, Extrusion, weitere Skizzen, Bohrungsmittelpunkte, Bohrungen, Symmetrien, Fasen, Abrundung

3. + 4. Runde Teile

5. Baugruppen

6. + 7. Zeichnungsableitung

8. Klassenarbeit

9. + 10. Reserve

Inhalte Labor

Messtechnik

Messschieber

Toleranzen

Prüfmittel

Messschieber
Messschrauben
Endmaße
Toleranzen, Endmaße, anreißen, könen, bohren



Gesamtzeichnung lesen

Gesamtzeichnung TG-Zug

[TG-Zug_Gesamtzeichnung_AB](#)
[TG-Zug_Gesamtzeichnung_mit_Lücken](#)
[TG-Zug_Gesamtzeichnung](#)
[TG-Zug_Gesamtzeichnung_gefärbt](#)

[Schneider21] S.12.72ff: Lichtraumprofile

Gesamtzeichnung Fkk

[AB Fkk](#)

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, Allgemeintoleranzen,
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)

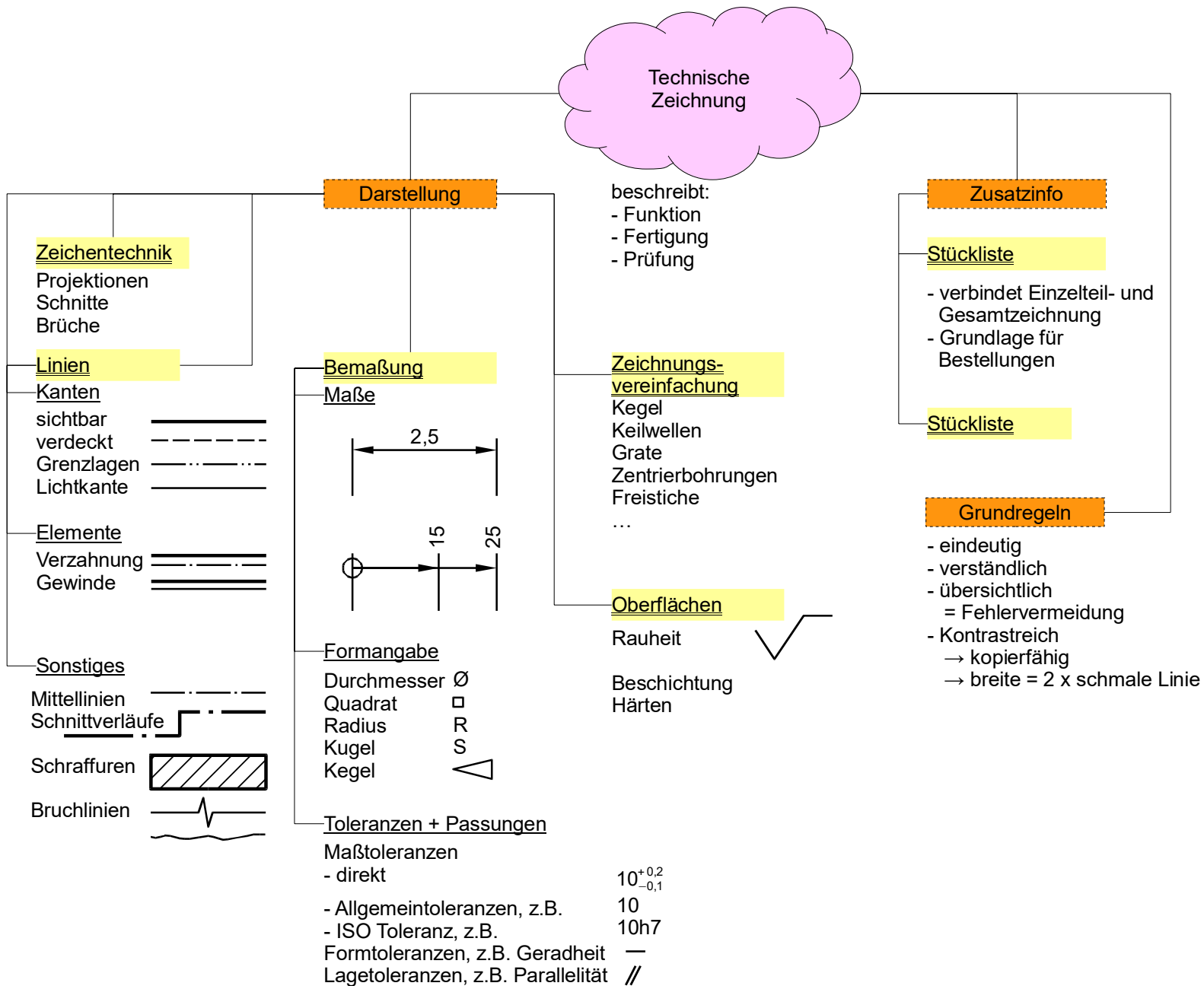
1) Sprachen, z.B. Französisch, Java oder Zeichnen, erlernt man m.E. nicht durch Lesen einer Grammatik, sondern am schnellsten durch Analyse eines komplexen Textes.

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 ..)

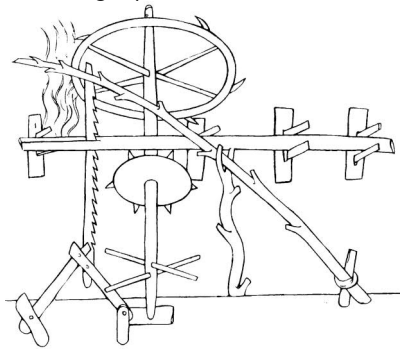
Linienbreiten mit Druckbleistiften oder einfachen Bleistiften unterschiedlicher Härte (H: hart; B[lack]: weich. Bleistiftminen bestehen aus einem Ton-Grafit-Gemisch. Härtere Minen enthalten mehr Ton, weichere mehr Grafit) darstellen.



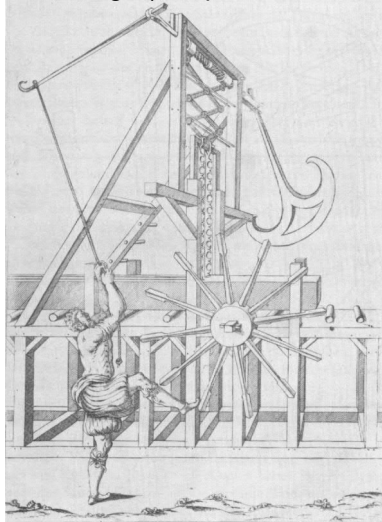


Entwicklung von techn. Zeichnungen

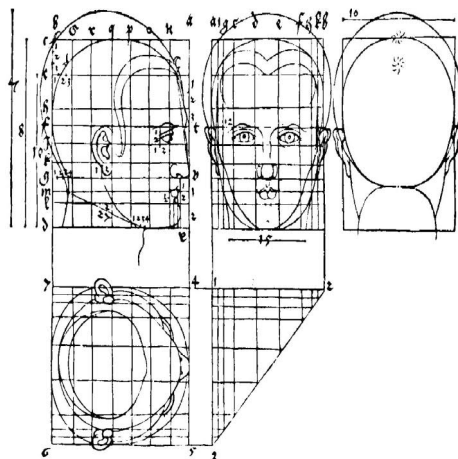
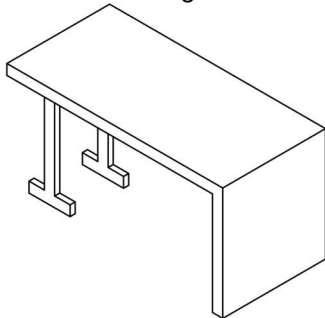
Plotzsäge (Villard d'Honnecourt, ca.1230)



Gattersäge (Jacques Bessons, 1578)



Winkel mit hängenden Haken



[Kaiser 2006] S.108ff Kap. „Zeichnerische Darstellungstechniken als Schlüsselkompetenz.“
[TZ_AB_Projektion_historisch](#)

Frühe technische 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 (Kloppsäge) 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 Kloppsäge kann in Fröhd besichtigt werden.
- 2) Bewerten Sie die Brauchbarkeit der Zeichnung
 - Villard d'Honnecourt hinterließ mit seinem Bauhüttenbuch von ca. 1230 [Villard 1230] eine Sammlung früher technischer 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, Filippo 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 Wind-, Wasser- und Rosskunst für Windmühlen, Wasserräder und Pferdegepöl. Man darf annehmen, dass die moderne Unterscheidung zwischen Kunst und Technik künstlich ist.

[FO Wasserrad aus \[Agricola 1548\], mit „Stückliste“](#)

[FO Ramellis](#)

Andere Perspektiven:

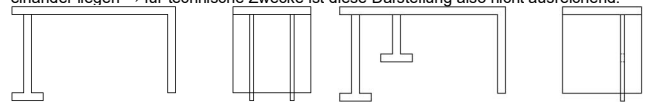
- Festungen in Kavalierperspektive
- Städteansichten von Merian [Kaiser 2006] S.92 (Comar)

Nachteile der Zentralperspektive

Im Bild sind parallele Kanten auch parallel gezeichnet, es handelt sich also um eine axonometrische Projektion statt einer Zentralperspektive. Der Unterschied spielt hier aber keine Rolle.

- 4) Beschreiben Sie den Aufbau des Winkels.

- In der perspektivischen Darstellung ist nicht erkennbar, ob die Haken hinter- oder nebeneinander liegen → für technische Zwecke ist diese Darstellung also nicht ausreichend.



Schlussfolgerung: Weder Zentralperspektive noch Axonometrie sind für eine genaue Wiedergabe geeignet, schon gar nicht mit Maßen. Deshalb verwendete man in der Technik die Orthogonalprojektion mit mehreren Ansichten (oder Datenbanken...)

Parallelprojektion

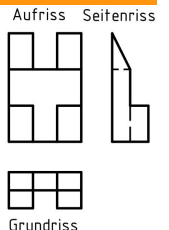
- 5) Wie sieht eine moderne technische Zeichnung aus?

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 seiner Maschinen geheim zu halten - Beleg?).

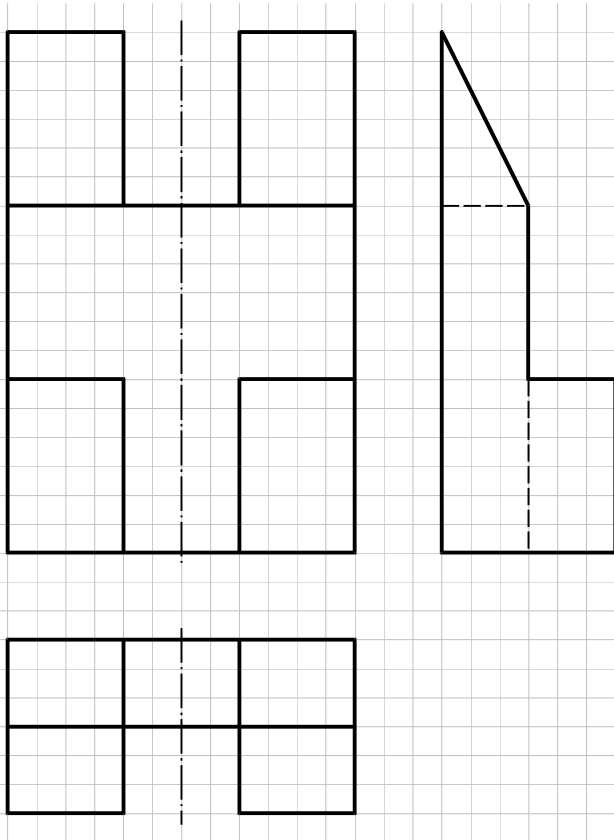
Zwar wurden ganze Flotten und Kathedralen mit nicht mehr als einer Aufrisszeichnung gebaut, aber dazu musste der Baumeister anwesend sein. Aber spätestens seit den Festungsbaumeistern Vauban und Specklin erstellten die Planer nur ausführliche Zeichnungen ihrer Entwürfe und überließen die Ausführung anderen. Folgerichtig wurde in den franz. *ecole polytechnique*, den Vorbildern der Gewerbeschulen, hauptsächlich Mathematik und Zeichnen gelehrt.



Projektionsmethoden

Normalprojektion

auch: Orthogonalprojektion



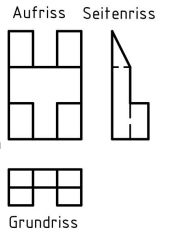
Normal meint in der Technik meistens rechtwinklig, vergleiche *Normalkraft*. Das griech. Wort *orthogonal* bedeutet ebenfalls *rechtwinklig*.

Variante I: Tafelanschieb (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:
- Die Bezeichnung 'Riss' hängt damit zusammen, das mittelalterliche Baumeister die Lage von Säulen oder die Form von Steinen direkt in den Untergrund kratzten; vgl: 'Anreißen'.



Variante II: Folie (ca. 15 min)

FO 3-Tafelprojektion des Amigo

1) Amigo in Projektionsmethode 1

- Erklärung wie oben, nur schneller

Linien

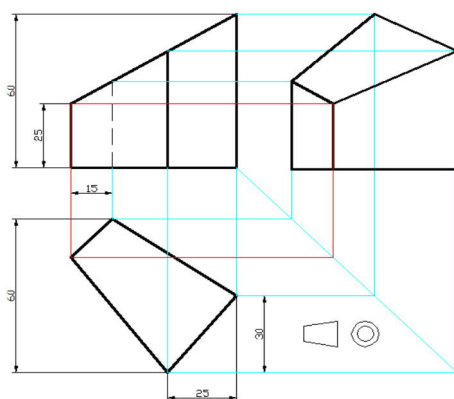
- Sichtbare Kanten sind breit
- Begründung: Heben das Wichtige mit breiten Linien hervor.
- Verdeckte und gedachte Kanten sind dünn
- Begründung: Sind sonst auch nicht sichtbar und sollen das Auge nicht vom Gewohnten ablenken.
- Strichstärken unterscheiden sich deutlich (Faktor 2)
- Begründung: TZ müssen 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

Vertiefung

Zusammenhang zwischen den Ansichten



Vertiefung

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

AM weitere Klötzchen

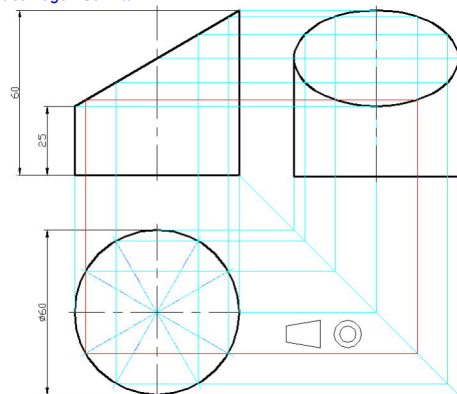
2) zeichnen Sie ein anderes Klötzchen mit 3 Ansichten

3) Wdhg. zur Ütlg: 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

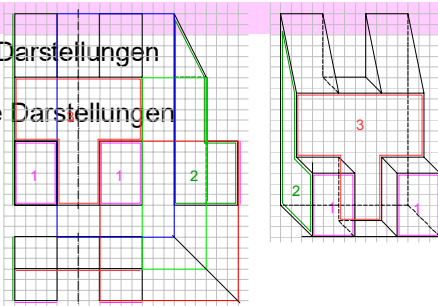
AB Ansichten konstruieren



Parallelprojektion

= Axonometrische Darstellungen

= einfache bildliche Darstellungen



DIN ISO 5456-3 - Projektionsmethoden → [Klein 2008] S.351; [EuroTabM]; [Hoischen/Hesser 33] S.260; [Schneider21] S.14.34ff.

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

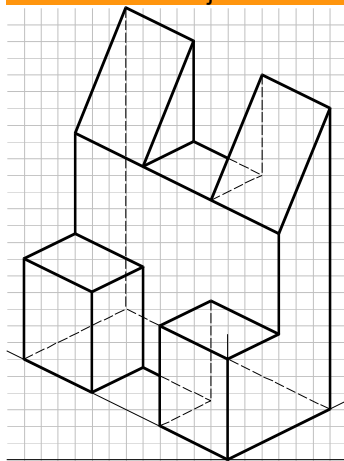
FO Axonometrische Projektionsverfahren

2) *Projektion mit AmigO durchführen. 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 je-
desmal zu messen ergibt kleine Abweichungen, die dem Auge auffallen.

Bei der Parallelprojektion werden parallele Kanten auch parallel projiziert im Gegensatz zur Fluchtpunktperspektive, bei der parallele Kanten in der Projektion auf gemeinsame Punkte zu-
laufen. Axonometrie = Verfahren, das es ermöglicht, räumliche Figuren mithilfe der Parallel-
projektion auf einer Ebene darzustellen

Isometrische Projektion



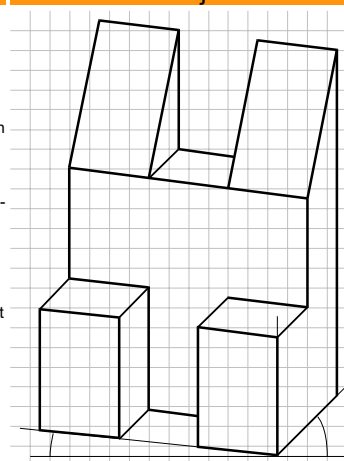
$$x:y:z = 1 : 1 : 1$$

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

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.

Isometrisch = gleiche Maßstäbe → alle Längen werden im gleichen Verhältnis gezeichnet

Dimetrische Projektion



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

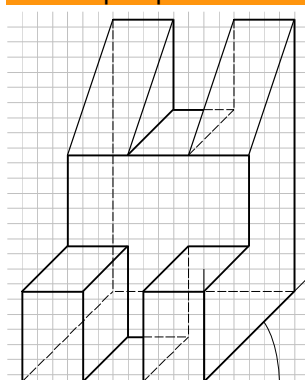
$$42^\circ : 7^\circ : 90^\circ =$$

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

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

Dimetrisch = zwei Maßstäbe → die Längen werden in 2 verschiedenen Verhältnissen gezeichnet (Tiefe verkürzt)

Kavalierperspektive



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

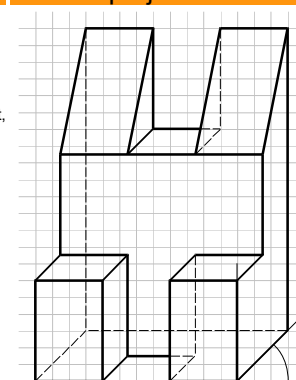
$$45^\circ : 0^\circ : 90^\circ$$

kann entfallen
In Metalltabellen ist diese Methode nicht aufgeführt, aber in [Schneider21] Bautabellen S.14.34.

Die Kavalierperspektive ist eine Schrägaxonometrie mit unverändertem Aufriss (Vorderansicht). Sie 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.

Kabinettprojektion



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

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

kann entfallen
In Metalltabellen ist diese Methode nicht aufgeführt, aber in [Schneider21] Bautabellen S.14.34.

Die Herkunft der Bezeichnung ist mir nicht bekannt.

Vertiefung

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

AB Übungen zu (Parallel-)Projektionen

AB Freihandskizzen üben an multiplen Prismen

4) *HA: Reale (Maschinen-)Teile skizzieren lassen in Normalprojektion mit Bemessung und Parallelprojektion, möglichst detailreich, z.B.:*
Werkzeuge: Hammer, Zange, Schraubendreher, Gabel- oder Ringschlüssel
Gebrauchsgegenstände: Flasche, Tasse, Messer, Gabel, Löffel, Kapselheber, Wäscheklammer, Schuko-Stecker, Locher, Feuerzeug, Wasserhahn, Elmo (siehe vorne); Kugelschreiber, Verkehrsschild (Haltverbotsschild ohne Lackierung), Senftube, Joghurtbecher (leer), Zahnbürste, Tasse, Löffel, CD (ohne Hülle)
Maschinenteile: Fahrradteil, Luftpumpe,
Sonstiges: Legosteine

Teile aus dem Baumarkt: Befestigungswinkel, Clip, Unterlagscheibe, Kabelbinder, Lüsterklemme, Kabelschuh, Hutmutter,

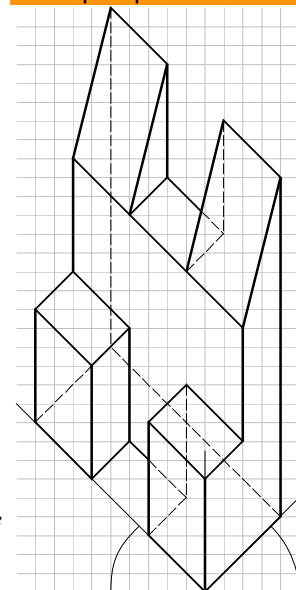
[Riedler 1913] S.79: „Plastische Versinnlichung ist für den Arbeiter nicht notwendig, wohl aber zur Übung des Anfängers. Das ist eine der wichtigsten Übung; der Anfänger soll sich aber der einfachsten Mittel und nicht zeitraubender Malereien bedienen, er soll stattdessen Maschinenteile perspektivisch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

5) *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.*

6) *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?*

Technik: 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 unterrichten

Eine der isometrischen Projektion ähnliche Projektion ist die planometrische Ansicht bzw. Militärperspektive mit Winkeln von 45° statt 30°. Die Militärperspektive ist eine Schrägaxonometrie mit unverändertem Grundriss und wird für Lagepläne im Städtebau verwendet.

In Metalltabellen ist diese Methode nicht aufgeführt, aber in [Schneider21] Bautabellen S.14.34 unter dem Begriff 'normale planometrische Projektion'. Daneben steht die 'verkürzte planometrische Projektion', deren die Tiefenlinien mit 2/3 Länge gezeichnet werden.



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. Nebenbei: 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

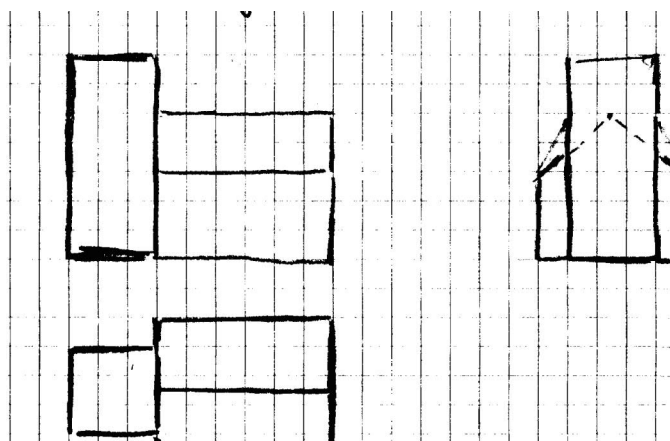
Vogelperspektive

Projektion ergänzen

Perspektive mit 3 Fluchtpunkten

Projektion ergänzen

Vertiefung



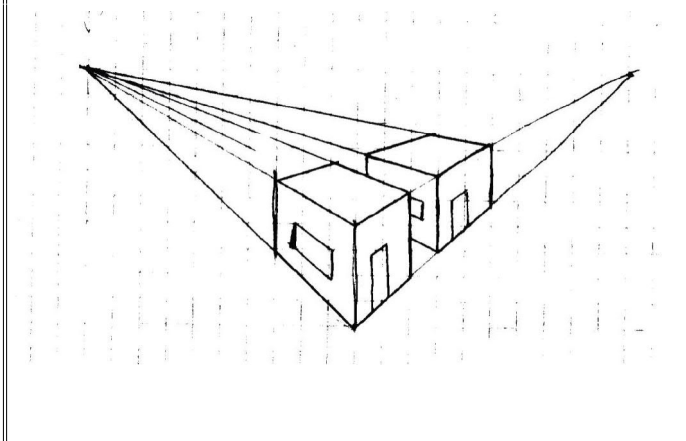
- 1) Parallelprojektionen sind einfach zu erstellen und stellen eindeutig dar, erzeugen im Betrachter aber keine Illusion des realistischen Aussehens. Wie kann das Teil realistischer dargestellt werden?

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).

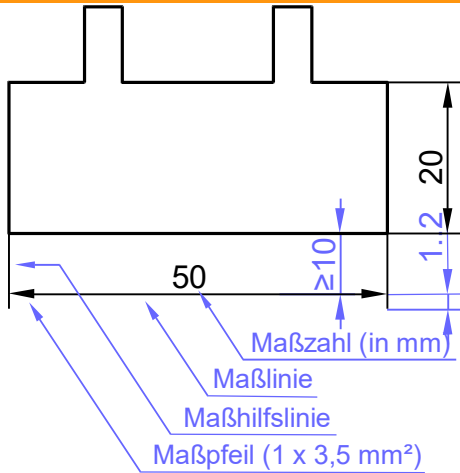




Zeichnungsinformationen

Bemaßung

Begriffe

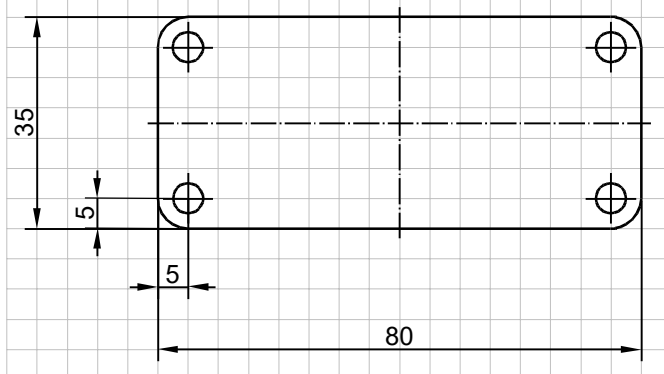


Bemaßungsarten

Beispiel: Namensschild für eine Türe

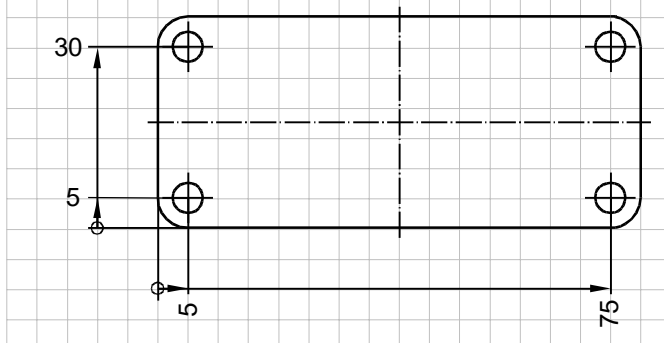
Für die Fertigung

Anreißmaße für einen Höhenreißer



Für die CNC-Fertigung

(Ausgehend vom Werkstücknullpunkt)



Bemaßungsregeln

nur Grundsätze, nicht im Details

Vertiefung

- 5) AmigO bemaßen
- 6) Bemaßen Sie Ihr eigenes Klötzchen xyz-bezogen

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

Maßzahl:

- Normschrift 3,5 mm, Strichstärke 0,5 mm
- von unten oder von rechts sichtbar
- auf der Maßlinie

Maßlinie

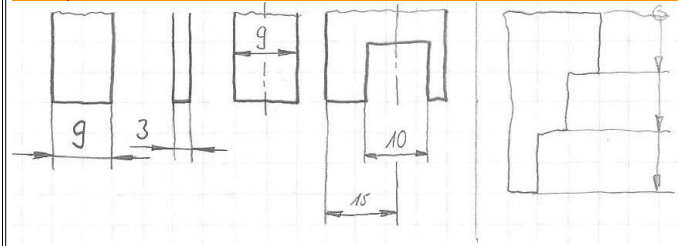
- mind. 10 mm Abstand von Körpern und anderen Linien
- sollen sich mit anderen Linien nicht schneiden

Maßpfeil: ca 3–4 mm lang, max 1 mm breit

Maßhilfslinien

- kann an Körperkanten oder Mittellinien entfallen
- 1..2 mm überstehen
- andere Maßlinienbegrenzungen siehe Norm

Beispiele



2) Wer benötigt die Maße für das Schild als erstes?

3) Welche Maße benötigt er/sie?

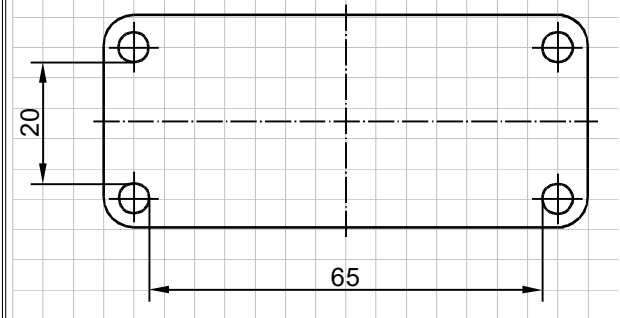
4) Danach?

FO zielorientierte Bemaßungsarten

- fertigungsbezogen, prüfbezogen, funktionsbezogen

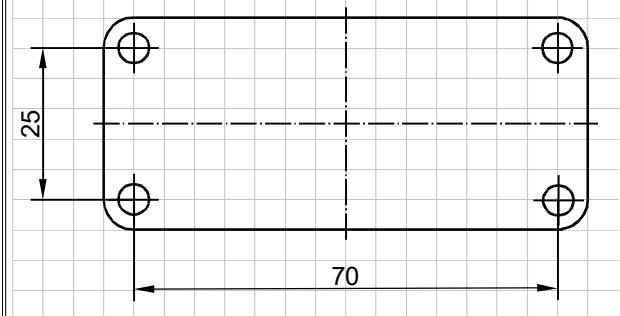
Für die Qualitätskontrolle

(Maße für den Messschieber)



Für die Montage

(Bohrungsabstände)



AB Bemaßungsübung 01: Welche Bemaßung ist weniger geeignet?

AB Bemaßungsübung 02: Welche Bemaßung ist falsch?

AB Bemaßungsübung 03: Bemaßen Sie die benannten Elemente

7) Hausaufgaben:

Bemaßungsübungen Teil 4: Bemaßen Sie das Werkstück

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



Schnittdarstellungen

[EuroTabM] „Schnittdarstellungen“

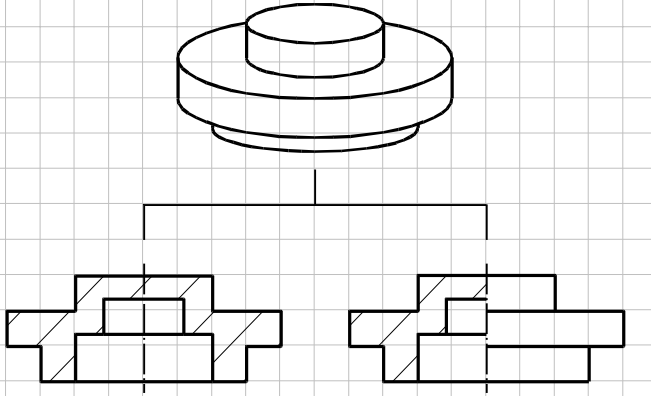
AM Legosteine

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

Vollschnitt

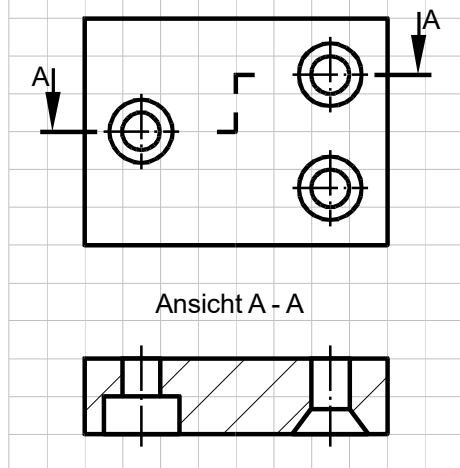
Halbschnitt

Innenansicht eines Lego-Nupsis



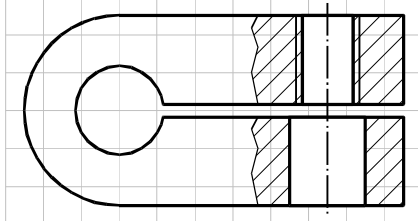
Schnittverlauf

Bohrplatte



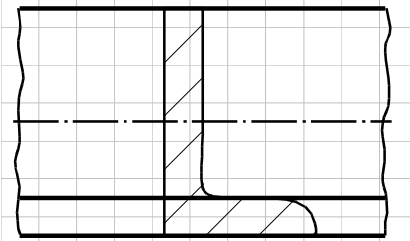
Teilausschnitt 1

Klemmstück



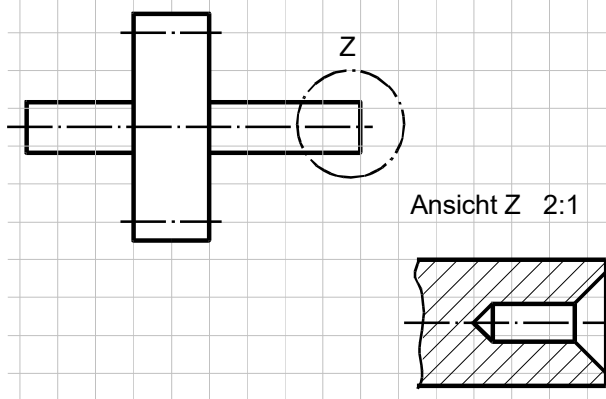
Profilschnitt

Winkelisen, L-Stahl



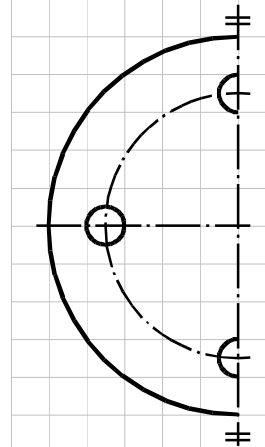
Teilausschnitt 2

Zahnrad mit Zentrierbohrung für Zentrierspitze



symmetrische Werkstücke

Deckel



Vertiefung

AB Schnittdarstellung Regeln

AB Schnittdarstellung Übungen

Schnittzeichnungen anfertigen lassen, z.B. Duplostein 4x2



Zwischenspiel

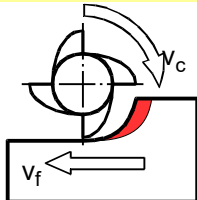
Zur Entlastung des Werkstattunterrichtes

CNC-Koordinaten

Übung 1

Fräsrichtung

Gleichlaufräsen

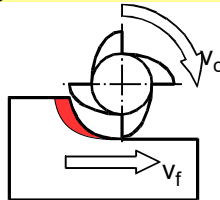


Schnittbewegung mit ...

Oberfläche wird geschnitten
→ bessere Qualität

Werkstück wird nach unten
gedrückt ⇒ dünne Bleche

Gegenlaufräsen



... gegen Vorschubrichtung

Oberfläche wird geschabt
→ mehr Verschleiß

Oberfläche wird von hinten
durchgeschnitten ⇒ harte
Oberflächen, z.B. Guss

Gleichlaufräsen ist besser als Gegenlaufräsen

Ausnahmen: harte Oberflächen (z.B. Guss), alte Tische

Werkstoffbezeichnung

Übung 2

- 1) Bei der Fertigung des TG-Zuges werden die Schüler auch fräsen. Die ungewohnte Arbeit mit Koordinaten kostet dort Zeit. Diese Einheit wird eingeschoben, damit es weniger der knappen Zeit in der Werkstatt ist.

[Arbeitsplan_AB_Fräskoordinaten](#)

- 2) Was ist ein Fräser?

Ein Zapfenfräser arbeitet wie ein Bohrer, darf sich aber quer bewegen.

- 3) Nullpunkt ist unten links, Koordinatenrichtung ist eingetragen.

- 4) Was ist Gleichlaufräsen? (Nicht in die Tiefe gehen)

- 5) Was ist S235?

Im TabB suchen lassen, aber nicht verallgemeinern

[Fräskoordinaten TG-Zug](#)

- 6)



Toleranzen und Oberflächen

Umfang für das TG deutlich reduzieren; ISO-Toleranzsystem für tgim hervorheben

Toleranzen

= zulässige Abweichung vom Nennmaß

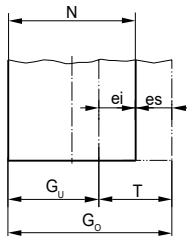
= Spielraum für die Fertigung

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±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

7) Wie sorgt man dafür, dass die Teile aufeinander passen?

8) Wie genau kann man ein Maß des AM fertigen ?

9) Warum fertigt man nicht grundsätzlich so genau wie möglich ?

10) Warum lässt man Hersteller nicht so billig wie möglich produzieren ?

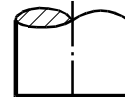
Dann lässt er seine Maschine laufen und verschleißt bis der Sechskant rund ist.

[EuroTabM], [HJTabKfz] „Toleranz“

TA Offline

11) 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 schräg, 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 [Rolloff/Matek 1995] oder extreme inferior / superior [Decker 2009]) Vorzeichen beachten !

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

13) 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.

14) 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“

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

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

17) Vergleiche die Toleranz mit den IT-Grundtoleranzen

[EuroTabM] „Grundtoleranzen“

18) Welche qualitative und wirtschaftl. Aussage macht der Toleranzgrad ?

19) Welche Aufgabe hat der Buchstabe ?

FO Lage der ISO-Toleranzfelder

TG nur bei ausreichender Zeit:

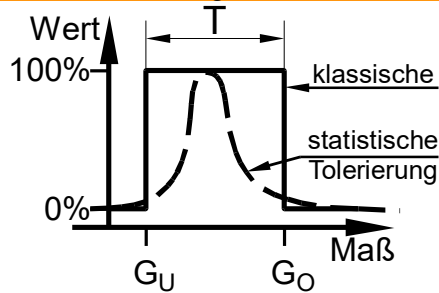
Tragen Sie alle Toleranzen (Nennmaß 10mm, Toleranzklasse 6) in ein Diagramm (y-Achse Abmaße von -30µm bis +30µm, Nulllinie = Nennmaß, x-Achse Toleranzfeldlage A (a) bis Z (z) ein.

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 Lagertoleranzen zeigen

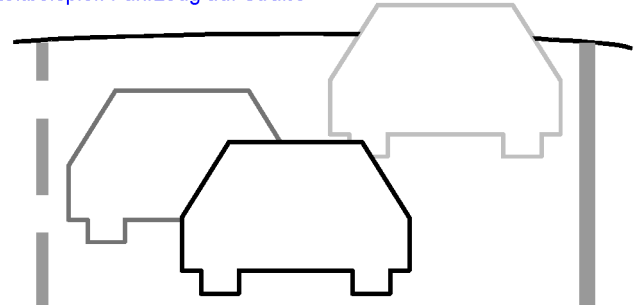
Auswahl von Toleranzen

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.

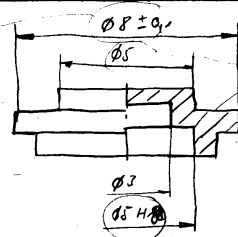
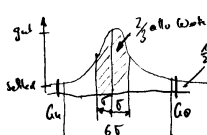
Produkthaftungsgesetz_AB (hier nicht vertiefen)

AB Übungen zu Toleranzen und Passungen für TG
Text: SPC_Einführung_TX

QZ 8/1999 S.1018

DIN EN ISO 14253-1 Messunsicherheit / Fertigungstoleranz



Datum:	? Die genau muss der Maß $\phi 8$ gefertigt werden? → klassischer Zirkelspiß der Technik Seylla und Charpybild;				Formtoleranz z.B. Ebenheit Lage-toleranz z.B. Parallelität Oberflächenrauhigkeit
Schüler:	Toleranz zu eng = zu teuer zu weit = funktioniert nicht		Passung für das Zusammenspiel mehrerer Teile - Füllmaß - Wellenmaß - Abmaß - Anstandsmaß - Passungsart Spielmaß Übergangsmaß Pressmaß Spannungsmaß Einheitsmaß alle Werte h (mit h) Einheitsbohrung alle Bohrung H (spart Werkzeug + Prüfkosten)		Tab-Toleranzangaben
Klassen:	Nichtstellen Grenzmaß (Klassische) Abmaßtolerierung z.B. $\phi 8^{+0.1}_{-0.1}$ T = 0.2!		Statistische Tolerierung  Auswahl wird eingeschränkt spart Werkzeug und Prüfung		
Geprüf:	Allgemeintoleranz z.B. $\phi 3$ nach DIN 2768 (alt 7168) in → Tab B für Teile ohne besondere Funktion ISO Toleranzsystem z.B. 5 H7/k7 12 Toleranz abhängig von h → Maß für die Kosten H Toleranzfeldmaß → Funktion		Moderne Fertigung verlangt 8 oder sogar 10 µm - Plan wird nach Funktion gewählt - Fertigung wird genau - Stückproben werden analysiert - SPC - geeignet $6\sigma = 3 \cdot 10^{-3} = 0.3\% \text{ Ausschuss}$ $8\sigma = 6 \cdot 10^{-5} = 0.006\% \text{ " } = 60 \text{ ppm}$ $10\sigma = 6 \cdot 10^{-7} = 0.00006\% \text{ " } = 0.6 \text{ ppm}$		
Beit:	Grenzmaßtolerierung ist eher ein Notbehelf als eine gute Lösung für die Qualitätsanforderung eines Bauteils				



Passungen

= Kombination aus zwei Toleranzen

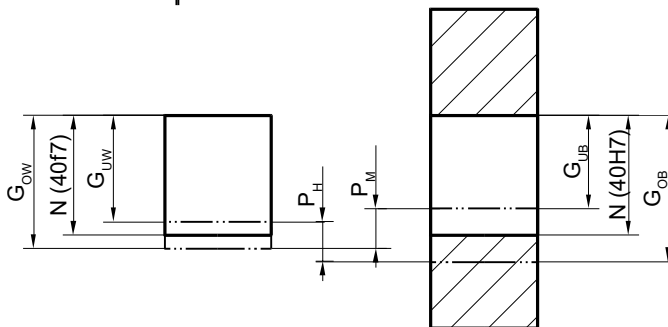
Aufgaben

- Führungen
- Pressverbindungen
- Abdichten
- Austauschbarkeit

Begriffe

z.B. $\varnothing 40H7f7$

Innenmaß $\varnothing 40H7$,
Außenmaß $\varnothing 40f7$



Höchstpassung

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

Mindestpassung

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

Passungsarten

Spießpassung

$$0 < P_M < P_H$$

Übergangspassung

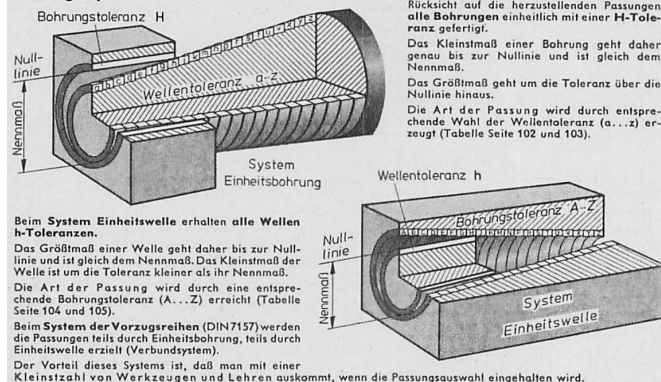
$$P_M < 0 < P_H$$

Übermaßpassung

$$P_M < P_H < 0$$

Überleitung

Passungs-Systeme



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_{OH} und Mindestübermaß P_{OM} 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 anpassen

größte 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

\rightarrow [EuroTabM] „ISO-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?

\rightarrow [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?

\rightarrow [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)

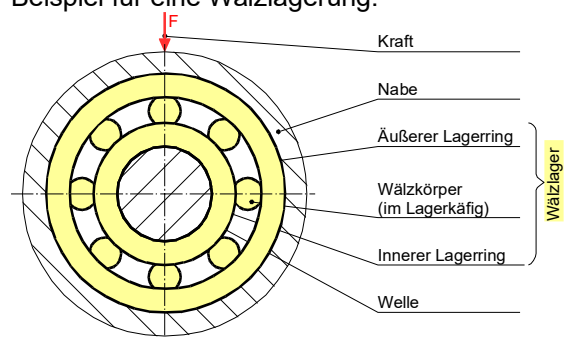
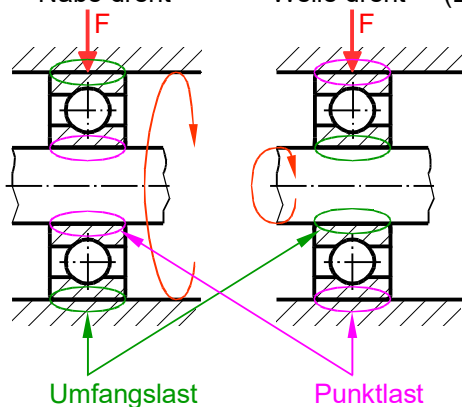
z.B. Fahrradachse

Tretkurbelwelle

Lastfall Nabe dreht

Welle dreht (Last steht)

Beispiel für eine Wälzlagerung:



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

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

Darstellung [Skolaut 2014] einbauen

→ [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

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.



DIN-Normung

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.

Ist doch Standard

Jubiläum: Das Deutsche Institut für Normung (DIN) wird im Dezember 100 Jahre alt. Der Vorläufer unter der Ägide des VDI wurde am 18. Mai 1917 gegründet.
Von Claudia Burger, in vdi-Nachrichten 18.05.2017
Die Entstehung der zentralisierten Normung in Deutschland hat einen kriegswirtschaftlichen Hintergrund. Das DIN oder wie es damals hieß, der Normenausschuss der Deutschen Industrie, wurde im vierten Kriegsjahr des Ersten Weltkriegs gegründet. ...
Offiziell feiert das DIN das 100-Jährige am 22. Dezember, doch die Geschichte hat einen Vorlauf. Bereits Ende 1916 wurden zwei neue staatliche Stellen gegründet, die dazu beitragen sollten, dass Einzelteile für leichte Waffen und Geräte im ganzen Deutschen Reich hergestellt werden konnten.
Dafür mussten die Herstellung und die zeichnerischen Unterlagen vereinheitlicht werden. Die Königlichen Fabrikationsbüros für Infanterie und Artillerie (Fabo-I und Fabo-A) hatten ihren Sitz in Berlin Spandau. An der Spitze standen überwiegend zivile Ingenieure bürgerlicher Herkunft, die zuvor in führenden Maschinenbauunternehmen tätig gewesen waren.
Die Arbeit hatte Erfolg, aber es wurde schnell klar, dass mehr passieren musste. Der damalige Fabo-A-Chefkonstrukteur und der damalige stellvertretende VDI-Direktor Waldemar Hellmich wandten sich gemeinsam an die Unternehmen. Am 18. Mai 1917 wurde der später unter dem Namen Normenausschuss für den allgemeinen Maschinenbau bekannt gewordene Vorläufer des späteren DIN gegründet. Der Ausschuss stand unter der Obhut des VDI.
Im Herbst 1917 lagen Entwürfe für Kegelstifte, Normaldurchmesser, Normblattformate und technische Zeichnungen vor. Im Dezember 1917 wird der Ausschuss in „Normenausschuss der Deutschen Industrie“ (kurzzeitig Nadi, dann DIN) umbenannt. Das DIN erhob den Anspruch, Zentralstelle für die Ausarbeitung, Förderung und Zusammenfassung von Normen nach einheitlichen Grundsätzen auf nationaler Ebene und für alle Bereiche der Industrie zu sein. Zu der Gründungssitzung des DIN kamen Vertreter von 18 Behörden, 22 technisch-wissenschaftlichen Verbänden und 20 Firmen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Feinmechanik, des Schiffbaus.
Hellmich stellte bei der Gründung klar: „Eine straffe Organisation mit behördlichen Befugnissen“ sollte es nicht werden, sondern „eine möglichst bewegliche Einrichtung...“ Es wurde ein eigener Verein gegründet.
Im Laufe der Jahre hat das DIN seine Aufgabenstellung immer wieder den Erfordernissen der Zeit angepasst. Zurzeit umfasst das Deutsche Normenwerk rund 34 000 Normen und Standards, die DIN gemeinsam mit Expertengremien (rund 32 000 Personen) aus Wirtschaft, Forschung, öffentlicher Hand und von Verbraucherseite erarbeitet hat. Erste DIN-Norm war die bereits erwähnte DIN 1 „Kegelstifte“, zu den bekanntesten DIN-Normen gehören das Papierformat DIN A4 sowie die DIN 5008 „Schreib- und Gestaltungsregeln für die Textverarbeitung“. Die Normen erscheinen im Beuth Verlag, einem Tochterunternehmen des DIN. ...

Allgemeine_TA_DIN-Normung.odt

- 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](#)

- Scherzfrage: Darf die Bedienungsanleitung für einen Gasofen Explosionszeichnungen enthalten?

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-nahte; Durchdringungen; Abwicklungen

Sonstige Darstellungen:

Funktionsblockdiagramm; Aufbauübersicht; Explosionszeichnungen; Strukturstufen / Montageplan; Strukturmerkmale



Allgemeines

GFS

- Pflicht ist eine in E und weitere insgesamt 3 in J1/J2
- In J1/J2 kann eine GFS eine Klassenarbeit ersetzen (pro Fach /Semester muss mind. 1 KA geschrieben werden)

Beschluss TG 28.06.11

- In den ersten 3 Semestern der Jahrgangsstufen muss je 1 GFS geschrieben werden.
- Überprüfung in der Notenkonferenz
- GFS soll im Niveau einer KA entsprechen
- GFS-Plan muss für alle 3 Semester bis Herbstferien J1 vorliegen
- Jede GFS muss in einem anderen Fach erfolgen

Ideen / Themen

- Stromtransport: Welche Bedeutung haben die Spannungsebenen (20kV, 110kV, 380kV)
- Biographie eines Ingenieurs / Technikers
- Übersicht über bedeutende Ingenieure (Wissenschaftler, Mathematiker ..) aus der Region
- Übersicht über die Wasserkraftwerke an der Wiese
- Industrialisierung des Wiesentals
- BHKw für Einfamilienhaus
- Solaranlage für Einfamilienhaus
- Abreißblock für Ausreden
- Einsatzgebiete eines Planetengetriebes
- kurze Filme aus dem Metalllabor, z.B. Fräsen, Drehen, Zugversuch...

Vorbild: 3D-Druck in 3 Minuten

– QR-Code zum Film

ProMan Präsentationen

- Welche Genehmigungen sind erforderlich
- Welche Institutionen unterstützen
- Technische Alternative
- grobe technische Planung einer Alternative
- Grundflächenbedarf
- Anschluss an die Infrastruktur

tg_TA_Allgemeines.odt



Gesamtzeichnungen

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.

TZ_TA_Projekt_Fkk.odt
Zeitbedarf 90'

Schließzylinder

Profilzylinder_AB

→ mot 24/1995 „Auto weg!“

→ Technology Review 2009 „Lockpicking“

TZ_TA_Projekt_Schließzylinder.odt

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

TZ_TA_Projekt_Wasserhahn.odt

Feuerzeug

muss noch gezeichnet werden

Inhalte

Vertiefung

1 Regie

2 Regie

Warum haben Einwegfeuerzeug zwei Gaskammern?

TZ_TA_Projekt_Feuerzeug.odt

Stoßdämpfer

muss noch gezeichnet werden

mot 09/2009, 17/2008

Vertiefung

1 Regie

2 Regie

TZ_TA_Projekt_Stoszaempfer.odt

Faustsattelscheibenbremse

muss noch gezeichnet werden

mot / Jufa 8/1993

Vertiefung

1 Regie

2 Regie

TZ_TA_Projekt_Scheibenbremse.odt
Seitenumbruch



Tischbohrmaschine

Tischbohrmaschine Gesamtzeichnung

Funktion, Kraftverlauf

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 Warkarbeit

⇒ 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)

Zeichnerische Elemente

Verwendung der Linienarten

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

Grundregeln

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)

Eindeutigkeit und Verständlichkeit sind oberstes Gebot

Schnitte

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

Vertiefung

Maschinenelemente

Riementriebe

Flachriemen, Keilriemen (Zahnriemen), Synchronriemen

Zahnräder

Stirnräder, Zahnstange, Kegelräder, Schnecken

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

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 Riemenchlupfes sind Drehzahl und Vorschub nicht synchronisiert. Nötig ist dies bei (Leitspindel-)Drehmaschinen, auf denen Gewinde gedreht werden.

1) Beim Lesen einer Zeichnung lernen wir viele Zeichennormen nebenher.

Welche Unterschiede in den Linien finden Sie ?

2) Welche Bedeutung können haben Strichpunktlinien usw.

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.)

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.

AM Zeichnung Bahnhof von 1907

Mittellinien, Lichtkanten, Schnittverläufe

Zeichnungsnormen sind ein Anhalt und werden nirgendwo genau eingehalten, Überall gibt es firmenspezifische oä. Eigenheiten.

breite Strichpunktlinie, sehr große Buchstaben

gekennzeichnete Schraffur (Keilriemen) bedeutet nichtmetallische Werkstoffe. Dünne Teile werden geschwärzt (O-Ringe, Sicherungsringe).

Weil es nicht interessant ist und einfacher zu zeichnen und zu lesen ist.

FO AB

3) Markieren Sie alle geschnittenen Stellen.

AB Tischbohrmaschine Getriebe



Bohrspindel

AB Aufgabe 1

Kraftfluss

Schnittbewegung

Flachriemenscheibe \Rightarrow Passfeder (27) \Rightarrow Mitnehmerhülse (2) \Rightarrow Keilnaben- / -wellenprofil \Rightarrow Bohrspindel (6) \Rightarrow Konus, Kegelverbindung \Rightarrow Bohrfutter

Vorschub

Vorschubgetriebe \Rightarrow Zahnrad / Zahnstangenprofil \Rightarrow Pinolenhülse (5) \Rightarrow Kegelrollenlager (18) \Rightarrow Bohrspindel (6) \Rightarrow Konus, Kegelverbindung \Rightarrow 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

Kegelrollenlager

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

AB Aufgabe 4

Festlager ist das Kegelrollenlager

Loslager ist das Rikula, das in der Nabe beweglich ist.

AB Aufgabe 5 und 6

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. Kegelverbindungen 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

Kegelverbindung

hohe Drehmomente, schnell zu wechseln, selbstzentrierend

Zahnstange / Zahnrad

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

AM Zyrola, Rikula

Kegelrollenlager

überträgt hohe axiale Kräfte

Rillenkugellager (Rikula)

vielseitig, billig

Axiale – radiale – tangential - 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.

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



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: diverse, Tabellenbuch Metall, Europa-Lehrmittel Haan-Gruiten,
EuroTabM32: Ulrich Fischer ua., Tabellenbuch Metall, 1982
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,
Hoischen/Hesser 33: Axel Czaya ua., Technisches Zeichnen, Cornelsen Verlag Scriptor Berlin, 2011
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
Schneider21: Andrej Albert ua., Bautabellen für Ingenieure, 21.Auflage,, Bundesanzeiger Verlag Köln, 2014
Skolaut 2014: Werner Skolaut (Hrsg.), Maschinenbau - Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor-Studium, Springer Vieweg Berlin Heidelberg, 2014
Steinhilper 2007 II: Albers u.a., Konstruktionselemente des Maschinenbaus 2, Springer-Verlag Berlin, 2007
Villard 1230: Villard de Honnecourt, Bauhüttenbuch, ca. 1230
Einbauen: [HTGkM 2007], [HTFk1M 2007], [HTFk2M 2008]