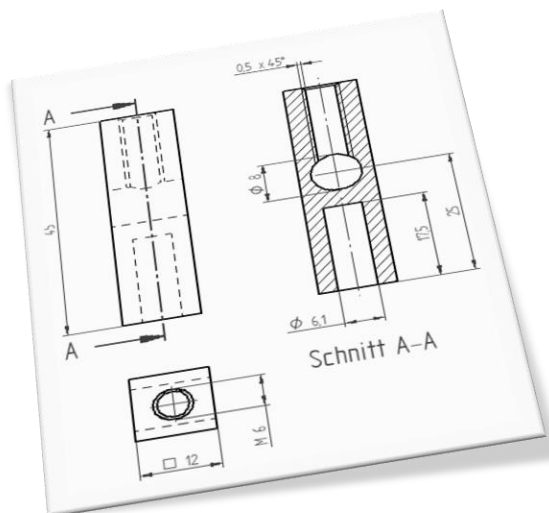
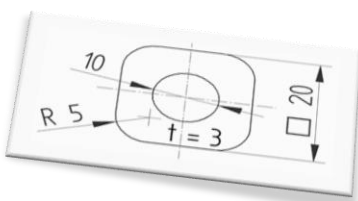
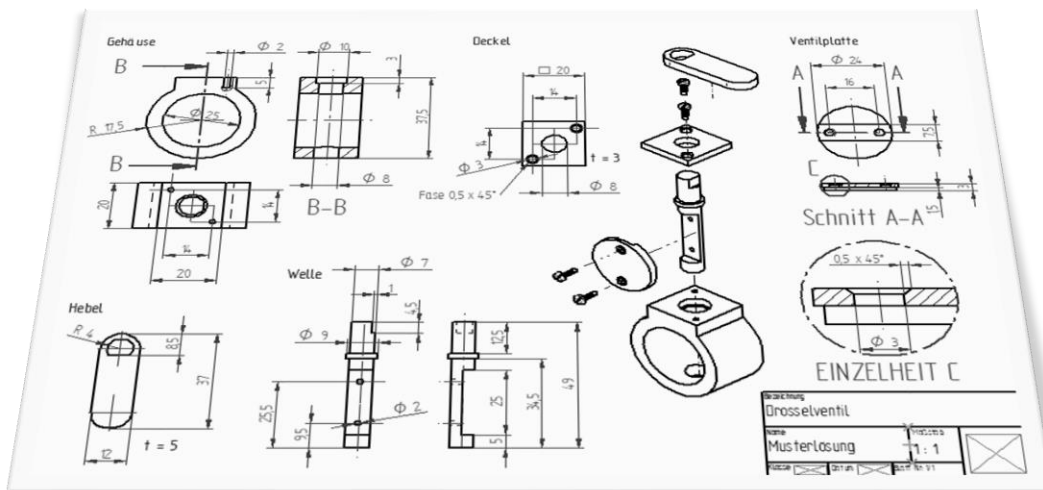
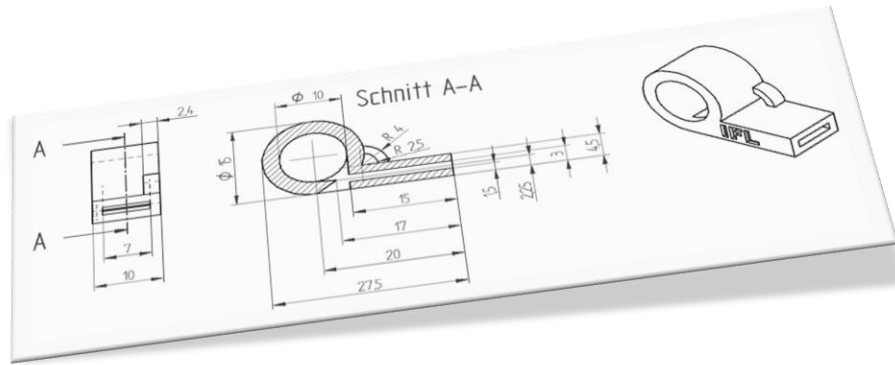


Die Werkzeugzeichnung

Eine Handreichung zur Erstellung
von technischen Zeichnungen
an allgemeinbildenden Schulen

09/2023



Inhalt

Quellennachweis	2
Begriffliche Abgrenzung	3
Lehrplanbezug – allgemeinbildender Kontext	3
Linienarten und Maßelemente	4
Regeln für die Darstellung von Maßelementen	8
Symmetrielinien als Maßbezug	9
Die „Fahrstuhlmethode“	10
Schnitte	12
Beispielsammlung	14
Workflow: Bemaßung erstellen – Bemaßung korrigieren ...	16

Quellennachweis

Sämtliche Inhalte, Abbildungen und Texte entstammen der Feder des Autors.

Die enthaltenen Beispiele mit Bemaßung orientieren sich nach HOISCHEN ° Fritz, „Technisches Zeichnen“, 38. Auflage, Cornelsen Verlag, ISBN 978-3-06-452361-6.



Begriffliche Abgrenzung

Diverse Normen regeln allgemeine sowie anforderungsspezifische Besonderheiten rund um das Kommunikationsmedium „Technische Zeichnung“. Deutsche Normen (DIN), VDI-Richtlinien (Verein deutscher Ingenieure), internationale Normen (ISO), Europäische Normen (EN), Werksnormen mancher Hersteller und noch weitere Institutionen regeln dessen Darstellungen! DIE Technische Zeichnung als klassisches Planungsinstrument über alle Fachbereiche existiert somit nicht – zu vielfältig sind die einzelne und spezielle Anforderungen unseres weltweit vernetzten Systems. Die folgenden Ausführungen bilden einen allgemeingültigen Konsens für den Unterricht an allgemeinbildenden Schulen!

Lehrplanbezug – allgemeinbildender Kontext



Im Schulbetrieb allgemeinbildender Schulen gilt es nicht, den späteren (spezialisierten) Werdegang der Schüler zu antizipieren, sondern einen Überblick zu schaffen, die Notwendigkeit des Kommunikationsmittels „Technische Zeichnung“ darzustellen und daraus resultierend Begeisterung für technische Sachverhalte und die Darstellung selbiger zu wecken und zu fördern.

In diesem Sinne wird hiermit didaktisch reduziert von einer Werkzeichnung gesprochen – unter welcher man eine Zeichnung verstehen darf, die alle notwendigen Angaben zur HERSTELLUNG des abgebildeten Gegenstandes oder Baugruppe – vorzugsweise im Werkunterricht oder im 3D-Drucker aufweist.

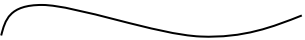
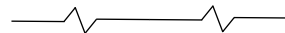
Der Umfang der folgenden Ausführungen stellt eine reduzierte, sinnvolle Auswahl der schulisch umsetzbaren Möglichkeiten dar – nicht mehr, aber auch nicht weniger!

Linienarten und Maßelemente

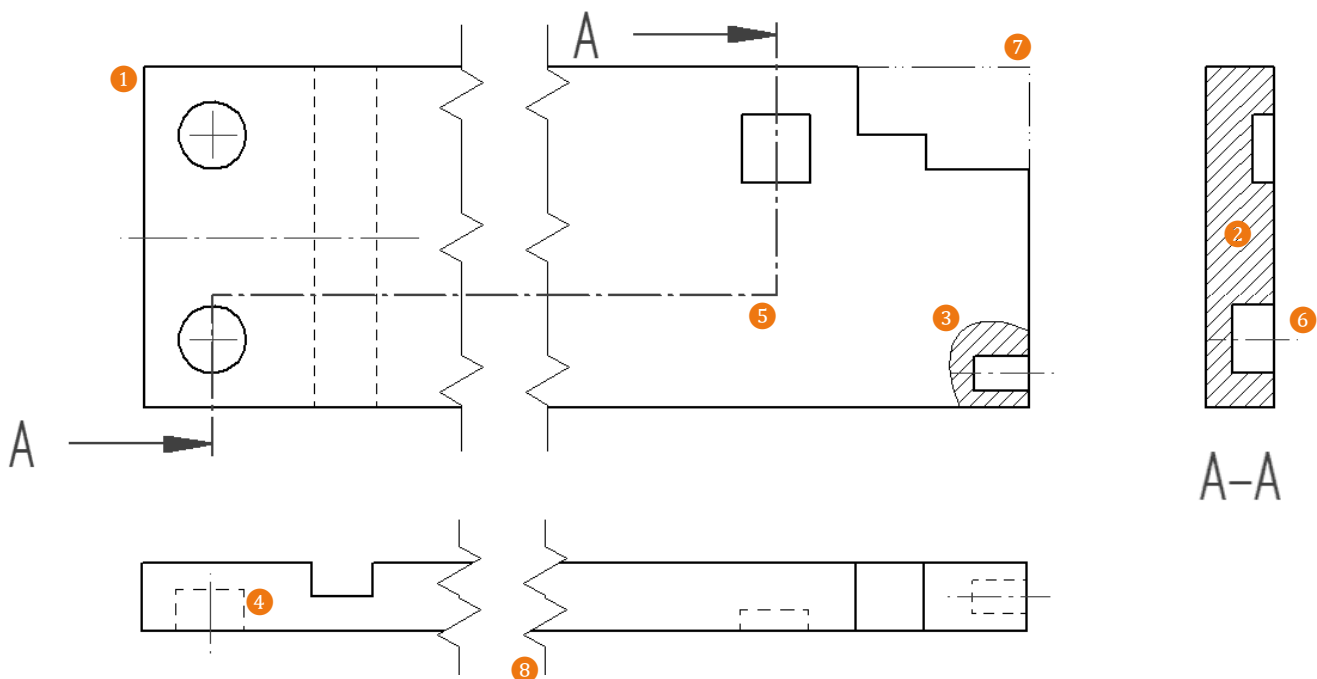
Durch die Bemaßung werden Form und Abmessungen eines Werkstücks festgelegt. Neben den Anwendungsregeln ist die korrekte Darstellung von Linien für die eindeutige Lesbarkeit ebenso entscheidend.

Bei den schulrelevanten Papierformaten (DIN A4 und A3) ist bevorzugt die Liniengruppe 0,5 nach ISO 128-24 zu verwenden. Dies entspricht 0,5 mm (Ausführung breit) und 0,25 mm (Ausführung schmal).

Übersicht der relevanten Linienarten

Linienart	Ausführung	Darstellung	Anwendungsbeispiel
① Volllinie	breit		Sichtbare Kanten
② Volllinie	schmal		Maßlinien, Schraffur, Maßhilfslinien, Biegelinien
③ Freihandlinie	schmal		Begrenzungslinie Teilausbruch, Unterbrechung von Ansichten
④ Strichlinie	schmal		Verdeckte Kanten
⑤ Strichpunktlinie	breit		Schnittverlauf
⑥ Strichpunktlinie	schmal		Symmetrielinien, Rotationsachsen
⑦ Strich-Zweipunktlinie	schmal		Ursprüngliche Umrisse
⑧ Zickzacklinie	schmal		Unterbrechung von Ansichten

Praktische Anwendung:



Die Linien sollten sich stets mit Strichen kreuzen (in CAD-Programmen teils jedoch nicht vorgesehen).

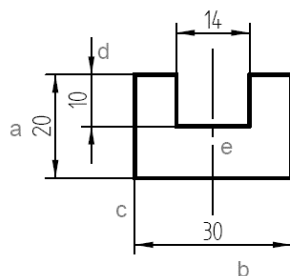
Stückliste:

Zusammenbauzeichnungen erhalten zusätzlich zum Schriftfeld eine Stückliste, in der alle Einzelteile aufgelistet sind. Die Stückliste schließt direkt an das Schriftfeld an, kann aber bei Platzmangel auch getrennt von der Zeichnung als eigenes Dokument erstellt sein.

Position	Bezeichnung	Material	Anzahl
3	Bügel	Messinggrundstab	1
2	Korpus	Aluminium Quader	1
1	Rändelmutter	Aluminiumrundstab	1

Maßelemente

- Maßzahl
- Maßlinie
- Maßhilfslinie
- Maßlinienbegrenzung
- Mittellinie

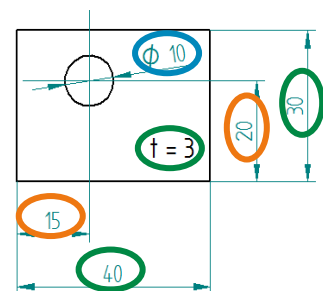


Maßarten

Grundmaß

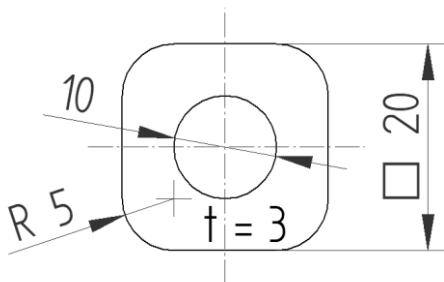
Lagemaß

Formmaß

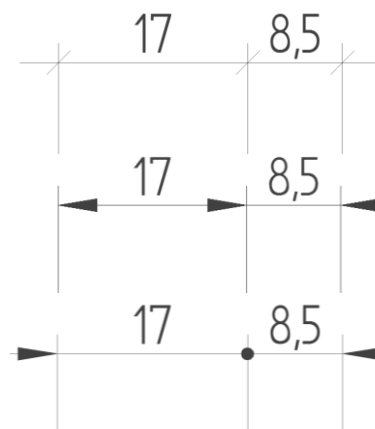


Eigenschaftsindikatorsymbole

- Ø Durchmesser
- Quadrat
- R Radius
- t = Dicke (*thickness*)



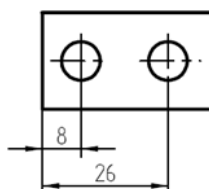
Maßlinienbegrenzungen



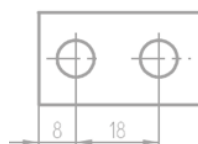
Systeme der Maßeintragung

Im schulischen Kontext wird prinzipiell meist zur anschließenden Fertigung bemaßt. Die Darstellung erfolgt ...

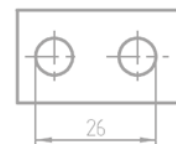
... fertigungsbezogen



... funktionsbezogen



... prüfbezogen

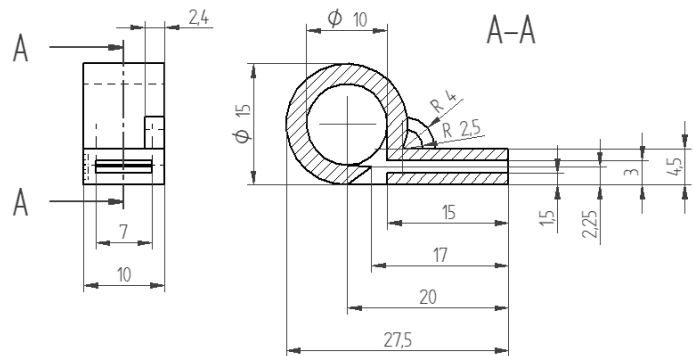


Der Kommunikationszweck regelt die Darstellung

Eine Technische Zeichnung ist ein Dokument, das in grafischer und schriftlicher Form alle notwendigen Informationen für die Herstellung und zur Beschreibung der geforderten Funktionen und Eigenschaften eines Einzelteils, einer Baugruppe oder eines kompletten Produkts zeigt und als Teil der Technischen Produktdokumentation dient. Die Art der Darstellung richtet sich nach dem Kommunikationszweck (Fertigung, Montage, Prüfung etc.)

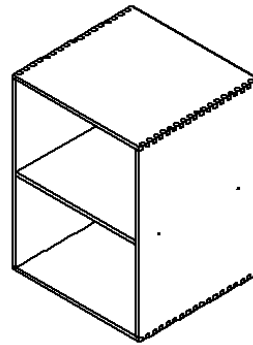
Teilzeichnung:

Zeichnung eines einzelnen Bauteils, das gefertigt werden muss. Normteile werden nicht als Einzelteile gezeichnet.



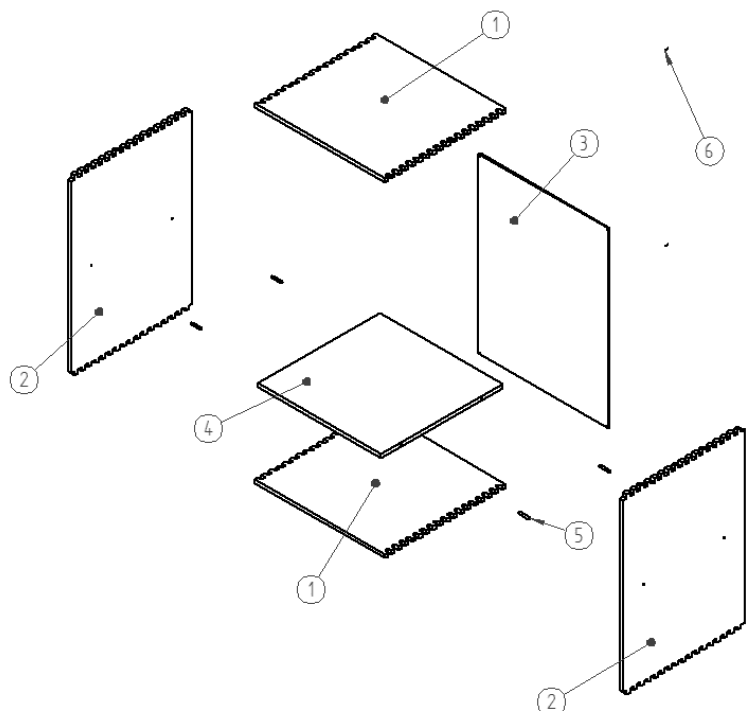
Raumbild:

Um die Baugruppe oder auch nur das Einzelteil möglichst realitätsnah darzustellen, erstellt man zusätzlich zur bemaßten Einzelteilzeichnung nach Bedarf ein Raumbild in einer Parallelperspektive.



Explosionszeichnung:

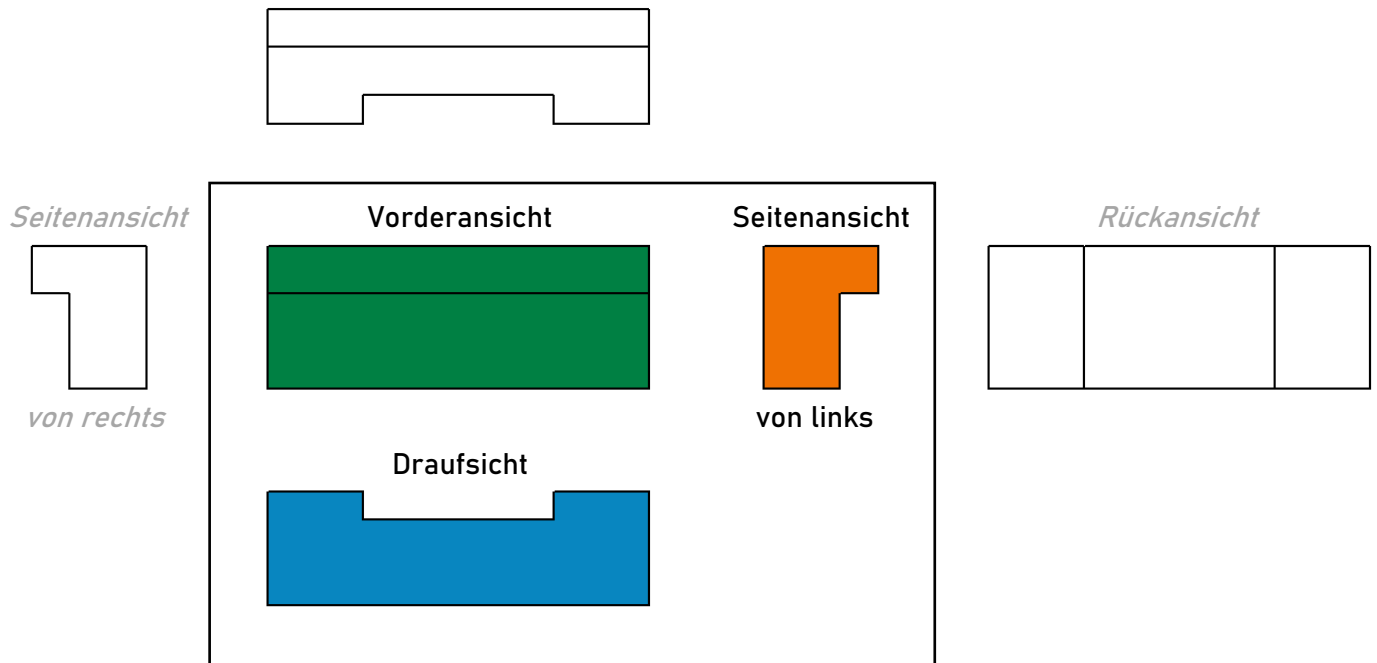
Sie stellt eine Baugruppe perspektivisch und in ihre Einzelteile zerlegt dar. Die Objekte sind räumlich bestmöglich voneinander getrennt, so als würde die Baugruppe „auseinanderfliegen“.



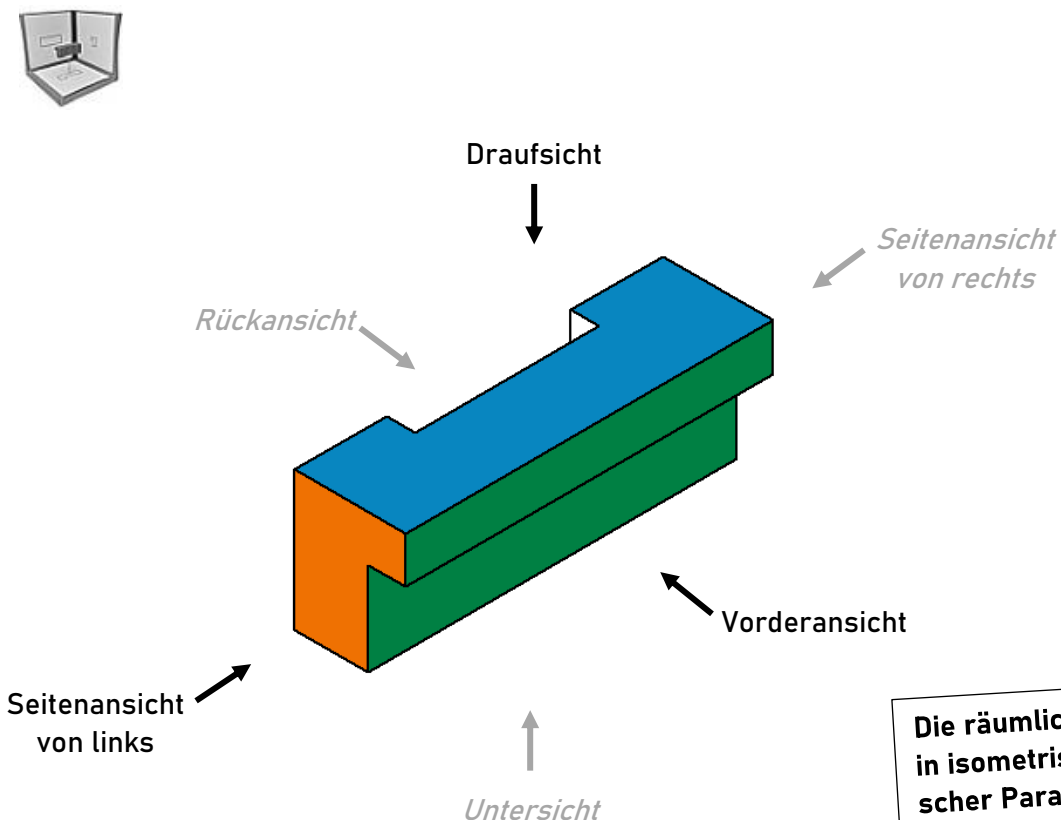
Anordnung der Körper in Ansichten

Jede Form innerhalb eines Werkstückes muss für die Fertigung eindeutig dargestellt werden. Dies bedingt eine Darstellung des Objektes in unterschiedlichen Ansichten. In der Regel reicht eine Darstellung von 3 Ansichten aus, um ein Werkstück eindeutig darzustellen bzw. jede Formveränderung zu bemaßen. Räumliche Darstellungen ermöglichen weitere Einblicke in Werkstücke und Baugruppen.

Mehrtafelprojektion - Dreitafelbild



Grundsatz: so wenig Ansichten wie möglich, so viele wie nötig!



Die räumliche Darstellung erfolgt in isometrischer oder dimetrischer Parallelprojektion!

Regeln für die Darstellung von Maßelementen

Die Auswahl der folgenden Basisregeln ist eine Zusammenstellung für den Unterricht! Sie sind als allgemeine Ausführungsregeln für eine eindeutig und sauber dargestellte Zeichnung zu verstehen!

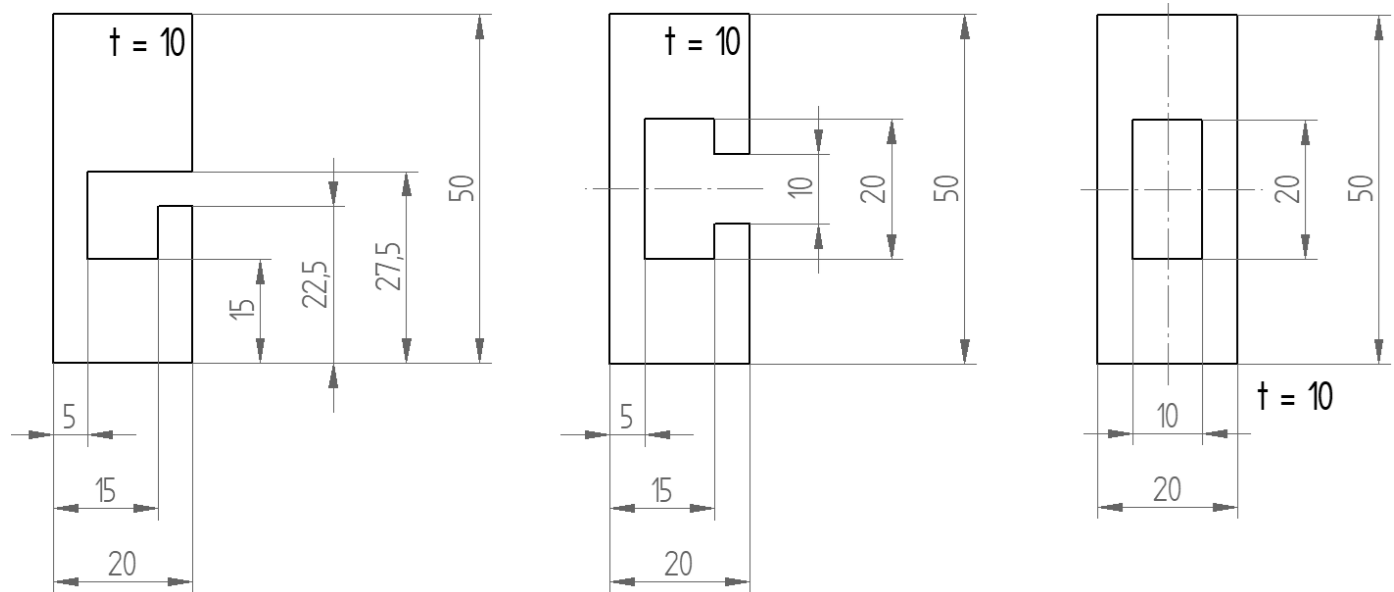
- Die Maßzahlen sind stets von unten oder von rechts lesbar.
- Die Abstände von Körperkante zu Maßlinie oder von Maßlinie zu Maßlinie betragen ca. 10 mm (ggf. ca. 7 mm je weitere Maßlinie). Im CAD-Programm werden die Abstände ggf. automatisch fixiert.
- Jedes Maß wird nur einmalig angetragen, dies gilt auch bei sich wiederholenden Formelementen.
- Das Grundmaß ist stets anzutragen.
- Maßbezugslinien sind Körperkanten oder Symmetrielinien.
- Die Bemaßung wird an der Stelle angetragen, wo die Veränderung am eindeutigsten sichtbar ist.
- Bemaßungen an verdeckten Kanten sind zu vermeiden.
- Maße werden parallel (Stufenbemaßung) oder steigend (Kettenbemaßung) angetragen, wobei die Kettenbemaßung im schulischen Kontext eher zu vermeiden ist (Ausnahme: Aneinanderreihung von Lage- und Formmaßen einer Veränderung).
- Überkreuzungen von Maßhilfslinien mit Körperkanten oder Maßlinien sind nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Quadrat, Kreisdurchmesser und Abrundungsradius werden durch Sonderzeichen gekennzeichnet.
- Es werden so wenige wie möglich und so viel wie nötige Ansichten (vorzugsweise Vorderansicht, Seitenansicht von links und Draufsicht) dargestellt.
- Die Rangfolge bei der Überdeckung von Bemaßungselementen lautet:
 1. Sichtbare Kanten
 2. Verdeckte Kanten
 3. Kennzeichnung von Schnittebenen
 4. Symmetrielinien und Mittelmarkierungen
 5. Maßhilfslinien



Symmetrielinien als Maßbezug

Die Fahrstuhlmethode kann grundlegend angewandt werden. Falls jedoch wesentliche oder einzelne Teile eines Werkstücks symmetrisch sind, kann auch die Symmetrielinie als Maßbezug dienen:

Beispielwerkstück „Knobelknoten“:



Die „Fahrstuhlmethode“

Ausgangsbasis bildet ein flaches Werkstück mit 2 einfachen Formveränderungen.

Stellen wir uns vor, der Körper stellt ein Gebäude dar.

Der Fußboden unseres Erdgeschoßes ist die Maßbezugs-kante.

Im EG startet der Fahrstuhl!

Er bewegt sich nach oben ...

Tritt eine Veränderung am Gebäude auf, ist eine neue Etage erreicht, der Fahrstuhl stoppt!

An dieser Stelle muss eine Maßhilfslinie gezogen und ein Maß angetragen werden.

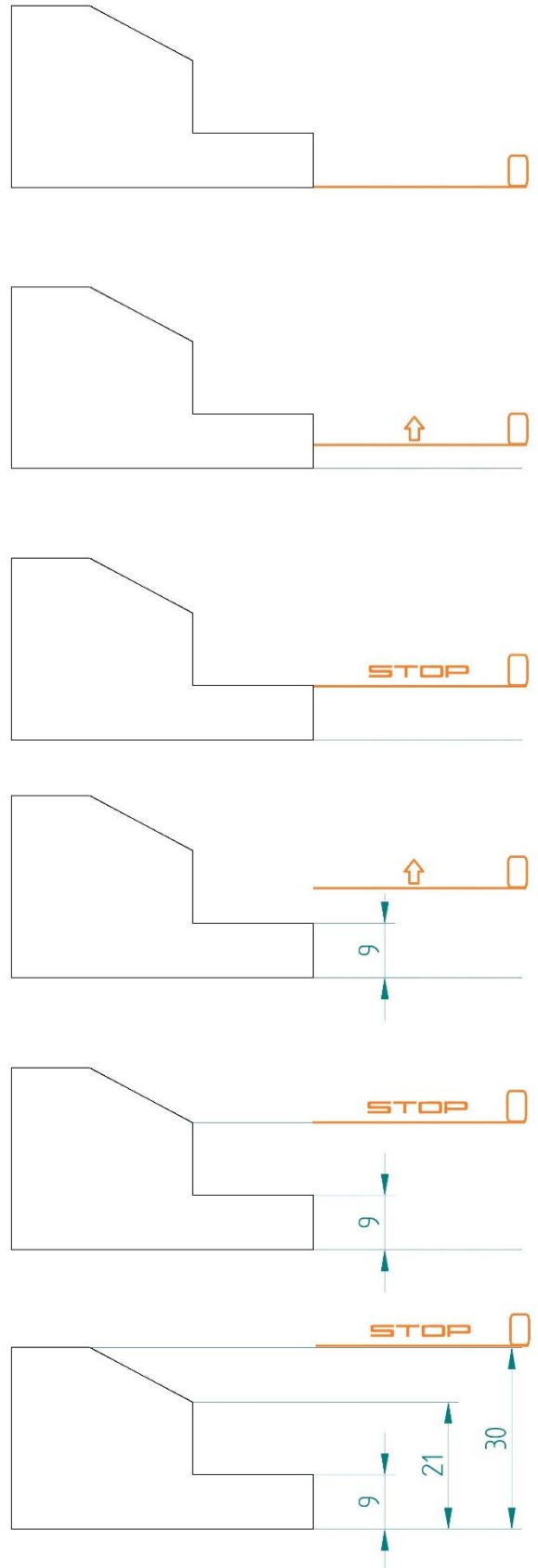
Danach fährt der Fahrstuhl weiter.

Das Ziel ist die nächste Etage ...

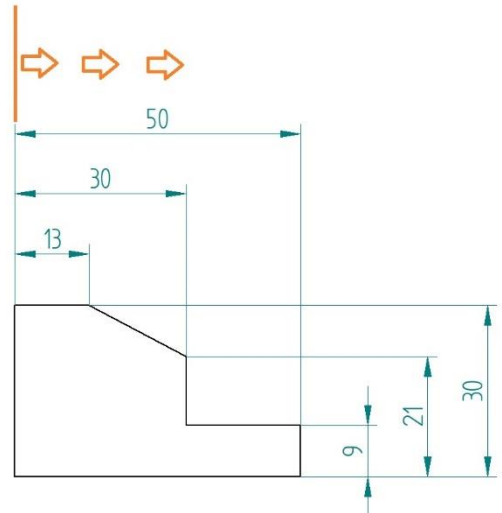
Bei JEDER Veränderung am Gebäude stoppt der Fahrstuhl.

JEDES MAL wird eine Maßhilfslinie gesetzt UND ein Maß angetragen.

Das Prinzip wird so lange wiederholt, bis jede Etage einmal angefahren wurde!

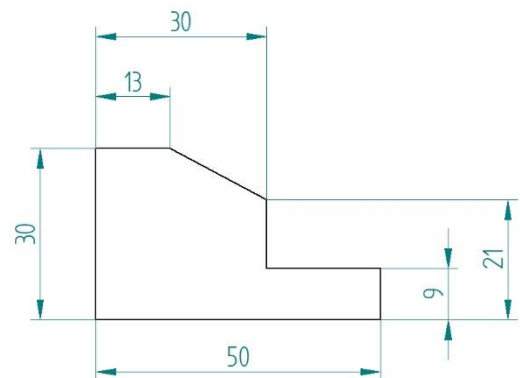


Auch vertikal wird ebenso verfahren, wobei auf das Sinnbild des Aufzugs ab sofort leicht verzichtet werden kann!

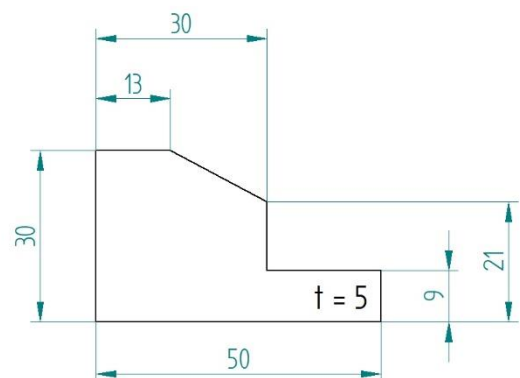


Nachdem nun alle Maße „stur“ angetragen wurden ist es an der Zeit zu reflektieren, ob die Darstellung verbessert, also übersichtlicher gestaltet werden kann.

Nebenan zum Vergleich eine weitere Lösungsmöglichkeit! Es gibt also meist mehrere richtige Anordnungsmöglichkeiten!



Durch Antragen der Tiefe wird unser Schulungskörper nun noch vollständig bemaßt.



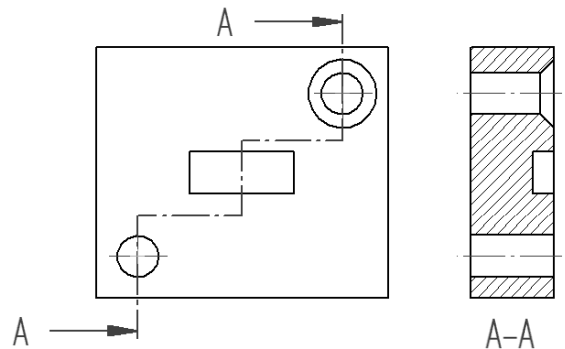
Schnitte

Eine Schnittdarstellung dient dazu, verdeckte, innenliegende Konturen, Materialien und Strukturen eines Körpers zu zeigen. Dabei wird ein frei definierter Schnittverlauf (Schnitt), ein Viertel (Halbschnitt) oder ein bestimmter Bereich (Teilausbruch) eines Werkstücks „weggeschnitten“.

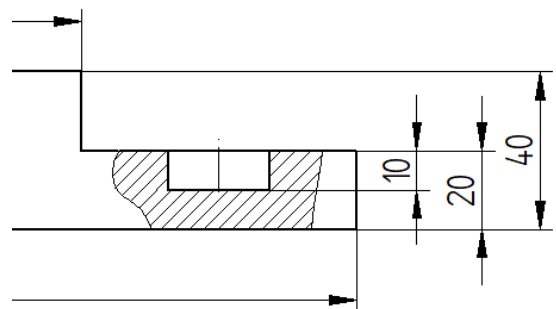
- Körperkanten ... werden als breite Volllinie gezeichnet.
- Schnittflächen ... werden in 45° (dünne Volllinie) schraffiert, sie enthalten keine verdeckten Kanten.
- Teilansichten ... Begrenzungslinien werden in schmalen Freihandlinien gezeichnet.
- Schnittverlauf ... muss eingezeichnet werden wenn der Verlauf nicht eindeutig ersichtlich ist.
- Winklige Schnitte ... werden mit Großbuchstaben gekennzeichnet und eine breite Strichpunktlinie zeigt den Schnittverlauf.
- Verdeckte Kanten ... werden in den Schnittansichten i. d. Regel nicht dargestellt.

Ein Schnitt kann auch durch mehrere parallel versetzte Ebenen führen, wenn der Schnittverlauf geknickt dargestellt wird. Auch kann der Schnitt gerade in nur einer Ebene verlaufen.

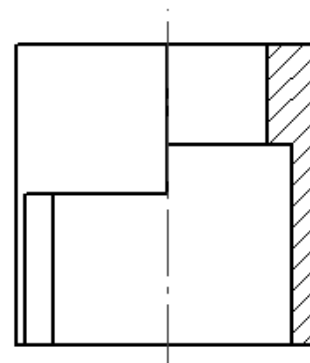
Die Schnittdarstellung wird stets so dargestellt, als ob alle Veränderungen auf einer Ebene lägen.



Der Teilschnitt dient zur Verdeutlichung einzelner Teile eines Bauteils. Die Abgrenzung des Teilausbruchs bildet eine schmale Volllinie!



Der Halbschnitt findet bei spielgelbildgleichen Rotationskörpern Anwendung, um die innere und die äußere Form des Körpers darzustellen.

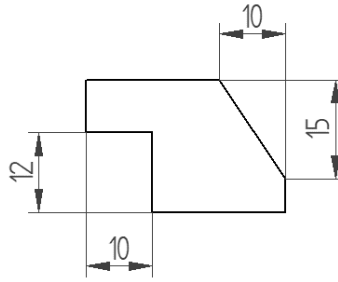




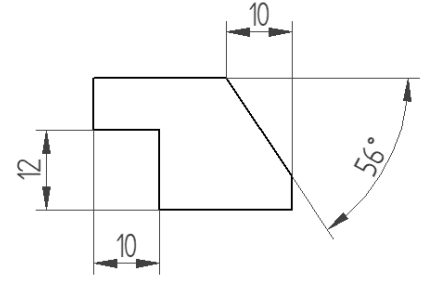
Beispielsammlung

Bei der Bemaßung von flachen Werkstücken, einfachen prismatischen Körpern sowie einfachen Rotationskörpern sind grundlegende Aussparungsformen permanent wiederzufinden. Diese Doppelseite zeigt eine Übersicht mit vereinfacht dargestellten Anwendungsbeispielen der unterrichtlichen Praxis.

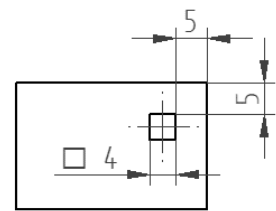
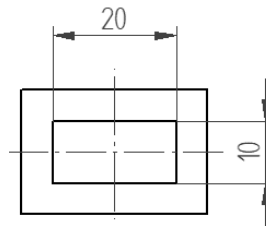
Stufen werden in Höhe und Breite bemessen.



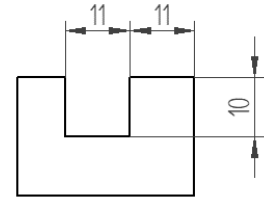
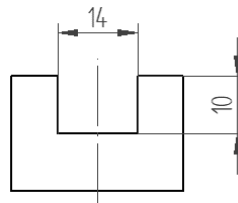
Für Abschrägungen sind zwei Maße anzutragen. Entweder durch Breite und Höhe oder alternativ durch ein Längenmaß in Kombination mit einem Winkel.



Liegt ein rechteckiger Durchbruch mittig zum Werkstück, genügen die Formmaße.

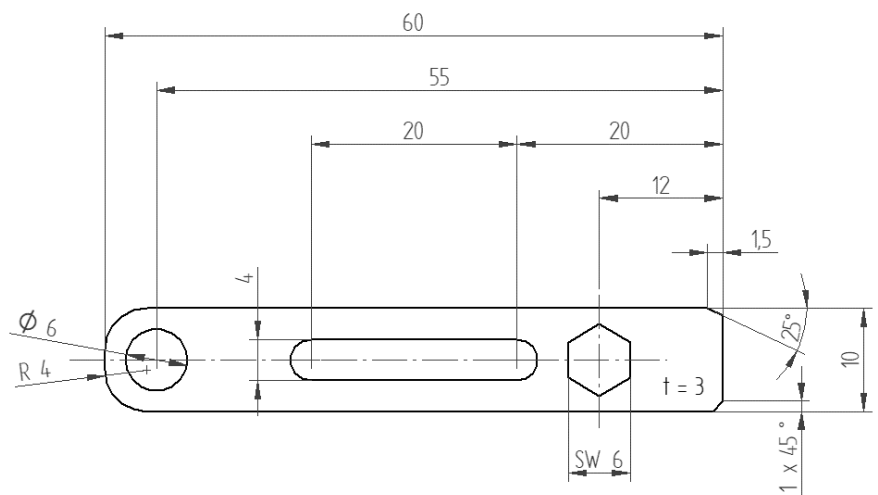


Ebenfalls genügt auch bei der Nut das Formmaß, wenn diese durch eine Symmetrielinie als mittig im Werkstück gekennzeichnet werden kann.



Bohrungen werden mit einer Mittelmarkierung versehen. An dieser (dem Bohrmittelpunkt) ist das Lagemaß anzutragen. Die Größe der Bohrung wird stets mittels Durchmesserzeichen vor der Maßzahl benannt.

Da Abrundungen nur Teilkreise darstellen, wird der Maßzahl kein Durchmesserzeichen, sondern ein „R“ für „Radius“ vorangestellt. Eine Mittelmarkierung muss nicht zwingend angegeben werden.

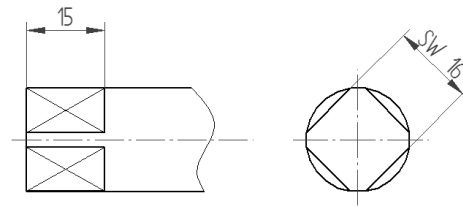


Langlöcher werden fertigungsbezogen durch den Abstand der Bohrmittelpunkte bemächt. Die Angabe des Radius kann aus Gründen der Eindeutigkeit entfallen.

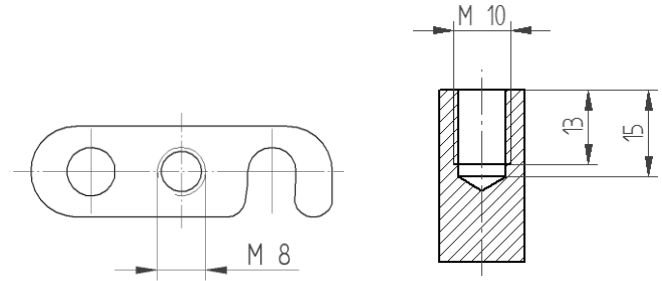
Schlüsselweitenmaße werden mit den Großbuchstaben SW gekennzeichnet

Fasen mit einem von 45° abweichenden Winkel werden jeweils einzeln bemaßter Breite und Winkel bemaßt.

Schlüsselflächen an Rundprofilen werden durch die Bemaßung zweier gegenüberliegender Flächen bemaßt. Der Maßzahl werden die Großbuchstaben SW (Schlüsselweite) vorangestellt. Die Schlüsselflächen werden mittels Diagonalkreuz in dünner Linienausführung gekennzeichnet.

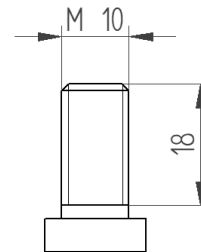


Bei Innengewinden wird das Maß des Nenndurchmessers in Verbindung mit dem Gewinde-Kurzzeichen („M“ für metrisches Gewinde) angegeben.

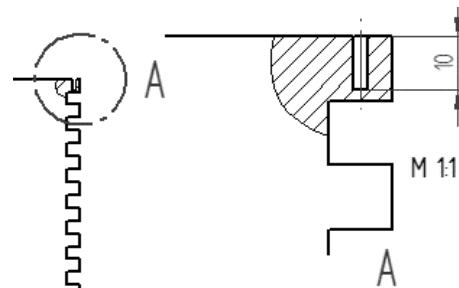


Geht das Gewinde NICHT durch das ganze Bauteil, ist zudem das Maß für die Tiefe der Kernlochbohrung und das Maß für die Gewindelänge anzugeben, eine Schnittdarstellung wird notwendig.

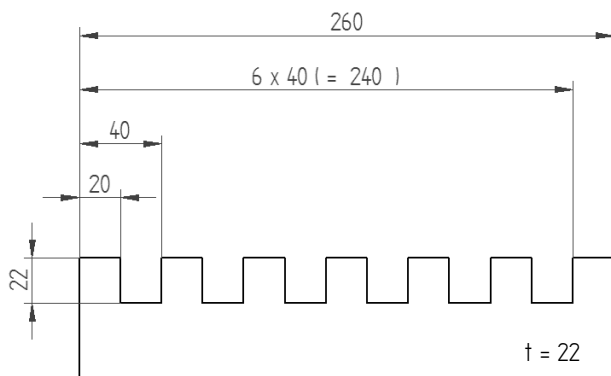
Bolzensgewinde/Außengewinde werden durch das Maß des Nenndurchmessers in Verbindung mit dem Gewinde-Kurzzeichen („M“ für metrisches Gewinde) sowie der nutzbaren Gewindelänge angegeben.



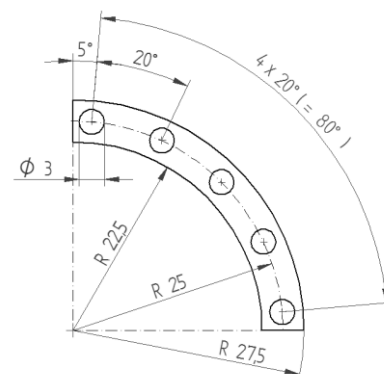
Ist trotz günstig gewähltem Maßstab ein einzelnes Detail nicht eindeutig bemaßbar, kann dies in abweichendem Maßstab mittels Darstellung als Einzelheit herausvergrößert werden.



Sich wiederholende Formelemente werden nur einmal bemaßt. Ebenso wird bei einheitlichen Teilungen verfahren. Zusätzlich wird die Anzahl der Formelemente im Gesamtmaß mit dargestellt.



Bei Flachen Werkstücken wird nur eine Ansicht benötigt, die Materialstärke (thickness = Dicke) wird mit „t = XX“ im Werkstück möglichst unten rechts dargestellt.



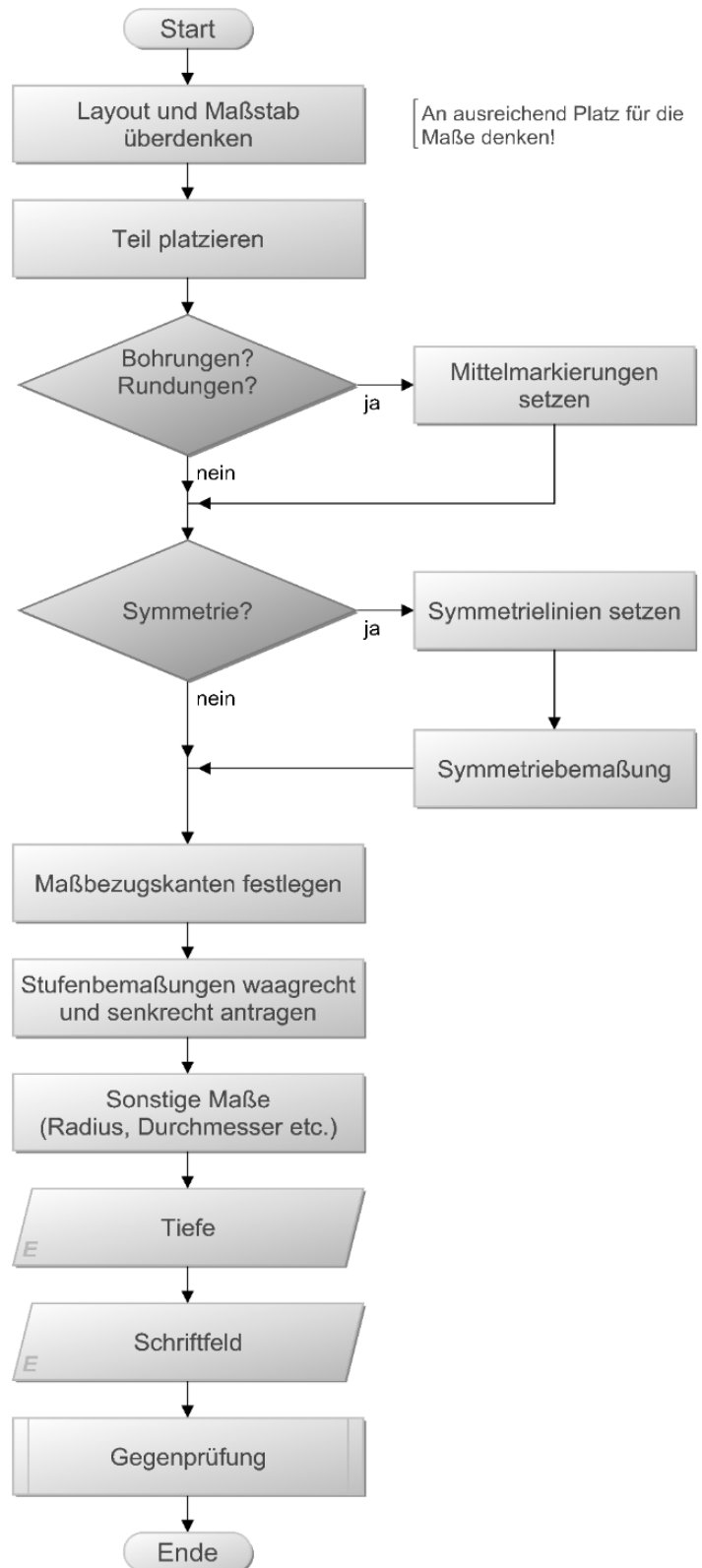
Workflow: Bemaßung erstellen – Bemaßung korrigieren ...

Mit diesem Ablauf können die Fehler auf ein Minimum reduziert werden:

1. Layout und Maßstab überdenken
2. Teil platzieren
3. Mittelmarkierungen
4. Symmetrielinien
5. Maßbezugskanten suchen
6. Stufenbemaßungen jeweils waagrecht und senkrecht sinnvoll anfertigen (keine Maßlinien schneiden, kein Kettenmaß, es sei denn bei Unterscheidung Lage- und Formmaß)
7. Sonstige Maße (Radius, Durchmesser, Tiefe etc.)
8. Schriftfeld vollständig ausfüllen

Gegenprüfung und Korrektur nach Fertigstellung der Zeichnung:

1. Lage- und Formmaß bei JEDER Veränderung ersichtlich?
2. KEINE Bemaßung an verdeckten Kanten vorzufinden?
3. Gesamtmaß des Werkstücks ersichtlich?
4. Symmetrielinien vorhanden?
5. Mittelmarkierungen vorhanden?
6. Tiefenangabe vorhanden?
7. Schriftfeld vollständig?
8. Maße plausibel – KEINE Doppelmaße?
9. Abstände und Gesamlayout korrekt?



Das abgebildete Ablaufdiagramm kann einerseits den SuS zum Erstellen von Werkzeugzeichnungen dienen. Gleichwohl ist es bei der Korrektur dieser Arbeiten durch die Lehrkraft zu empfehlen!