

umwelt: technik

Themenheft

Technisches Zeichnen

Klett





ANNE-FRANK-SCHULE

Integrierte Gesamtschule Bargteheide i. E.

Nummer 57 100 - 6 - 02/109/6

BT	

umwelt: technik

Themenheft

Technisches Zeichnen – Technische Kommunikation

Klaus Helling
Gerhard Hessel
Alfred Köger
Peter Kornaker
Walter Kosack
Rainer Schönherr

Bearbeitet von
Horst Babendererde
Heinrich Brandt
Bernd Höchel
Hartmut Kreienbrink
Uwe Lenz
Heinz Schlüter

Ernst Klett Verlag
Stuttgart Düsseldorf Leipzig

Bildquellenverzeichnis

Umschlag oben: Foto: Deutsches Museum, München – unten: Tony Stone, München – 4.1 Foto: Deutsches Museum, München – 4.2 Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim – 4.3 IBM, Stuttgart – 5.1 Heinrich Brandt, Dortmund – 5.3 Heinrich Brandt, Dortmund – 5.4 Casio Computer GmbH, Norderstedt – 6.6 Bosch, Stuttgart – 7.7 Proxxon, Nierstein – 24.1 Auer Verlag GmbH, Donauwörth – 24.2 Rotring GmbH, Hamburg – 24.3 Deutsches Museum, München – 24.4 Helga Lade (Krienke), Frankfurt/M. – 25.1 Festo AG & Co, Esslingen – 50.1 Helga Lade (BAV), Frankfurt/M. – 52.1, 2, 4, 6, 8 Adam Opel AG, Rüsselsheim – 52.3, 5, 7 Volkswagen AG, Wolfsburg – 54. Rand Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg – 54.1 Mauritius (Rosenfeld), Stuttgart – 54.2 Das Fotoarchiv (Thomas Mayer), Essen – 55.1 Mauritius (Rosenfeld), Stuttgart – 55.2 Zentralverband Sanitär – Heizung – Klima, St. Augustin – 55.3 C. Baresel AG, Stuttgart – 55.4 Dieter Gielnik, Wiesbaden – 55.5 Das Fotoarchiv (Dirk Eisenmann), Essen

Alle weiteren Fotos: Werkstatt Fotografie Neumann und Zörlein, Stuttgart

16.1, 16.2, 16.3, 17.4, 17.5,
19.5, 19.6, 19.7, 19.8:
Nach Töpken/Zeffler, Zeichenlehrgang für
metallgewerbliche Berufe, Teil 1,
Winklers Verlag Darmstadt



Gedruckt auf Papier aus
chlorfrei gebleichtem Zellstoff,
säurefrei.

1. Auflage

A 1 6 5 4 3 2 | 2005 2004 2003 2002 2001

Alle Drucke dieser Auflage können im Unterricht nebeneinander benutzt werden, sie sind untereinander unverändert. Die letzte Zahl bezeichnet das Jahr dieses Druckes.

© Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2000.
Internetadresse: <http://www.klett-verlag.de>
Alle Rechte vorbehalten.

Repro: Reprostudio Günther, Gerlingen
Druck: Appl, Wemding. Printed in Germany.
Grafiken: Jörg Mair Computergraphik, Herrsching
Umschlaggestaltung: Höllerer Kommunikation, Stuttgart

ISBN 3-12-757816-4

Inhalt

Arbeitsteil

Warum das Thema wichtig ist	4
Was du lernen und üben kannst	5
Aufgaben bearbeiten	
• Aufgaben zum Lesen technischer Zeichnungen	6
• Aufgaben zum technischen Zeichnen	11
• Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Eintafelbild	14
• Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Zweitafelbild	15
• Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Dreitafelbild	16
• Aufgaben zum Konstruieren einer fehlenden Ansicht im Dreitafelbild	18
• Aufgaben zur Darstellung in Parallelperspektiven	20
Überprüfe dein Wissen	22

Informationsteil

Aus der Geschichte der technischen Zeichnung	24
Die technische Kommunikation im Überblick	25
Formbeschreibung im technischen Zeichnen	26

Skizze und technische Zeichnung	27
Umgang mit Bleistift und Feinminienstift	28
Umgang mit Zeichenplatte, Zirkel und Lochkreisschablone	29
Maßstab	30
Schriftfeld, Beschriftung und Zeichenblatt	31
Linien – Bemaßung	32
Darstellen im Eintafelbild	33
Bemaßen im Eintafelbild	34
Darstellen in zwei Ansichten	37
Darstellen in mehreren Ansichten	38
Blatteinteilung	41
Darstellung mehrteiliger Gegenstände	42
Kavalierperspektive	43
Darstellen in Parallelperspektiven	44
Werkstücke mit Rundungen und Bohrungen	46
Werkstücke mit Bohrungen	47
Schnittdarstellungen – Darstellung und Bemaßung von Gewinden	48
Zeichnerische Darstellung mithilfe des Computers	49
Arbeiten mit CAD	50
Computervernetzung in der industriellen Fertigung	52
Ausbildung zum Technischen Zeichner / zur Technischen Zeichnerin	54
Stichwortverzeichnis	56



Knackige Aufgaben sind mit einer Nuss gekennzeichnet!

Wie du mit diesem Themenheft umgehen kannst

Dieses Themenheft besteht aus zwei Teilen:

- dem Arbeitsteil, mit dem du praktisch arbeiten kannst,
- dem Informationsteil, in dem du zusätzliche Hinweise und Erklärungen finden kannst.

Das Inhaltsverzeichnis auf dieser Seite und das alphabetische Stichwortverzeichnis hinten im Heft erleichtern die Suche nach speziellen Themen.

Oft hast du bestimmte Fragen, die du schon beantworten kannst, sobald du das entsprechende Kapitel bearbeitet oder unter dem richtigen Stichwort

nachgeschlagen hast. Manchmal suchst du nur Ideen – dann solltest du einfach einmal in diesem Heft blättern – du findest sicher eine Anregung für deine weitere Arbeit.

Natürlich kann es sein, dass du mehr Informationen haben möchtest als hier angeboten werden – dann schlag einfach die erste Seite des Informationsteils auf dort findest du Anregungen, wo du weitersuchen könntest.

Wir wünschen dir ein gutes Gelingen mit Spaß, Erfolg und guten Noten.

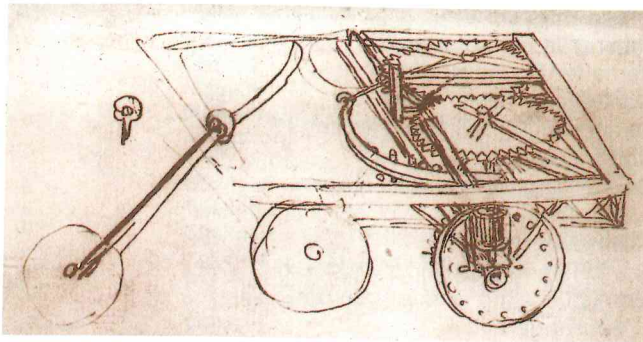
Die Autoren

Warum das Thema wichtig ist

Ohne technische Zeichnung „läuft“ nichts!

Die alten Baumeister und Techniker haben schon immer ihre Ideen in Skizzen und Zeichnungen dargestellt, bevor z. B. Hebewerkzeuge, Maschinen oder Geräte gebaut wurden.

Früher fertigte der Meister eine technische Zeichnung an, aus der der Facharbeiter die notwendigen **Informationen** für das Werkstück herauslesen konnte.



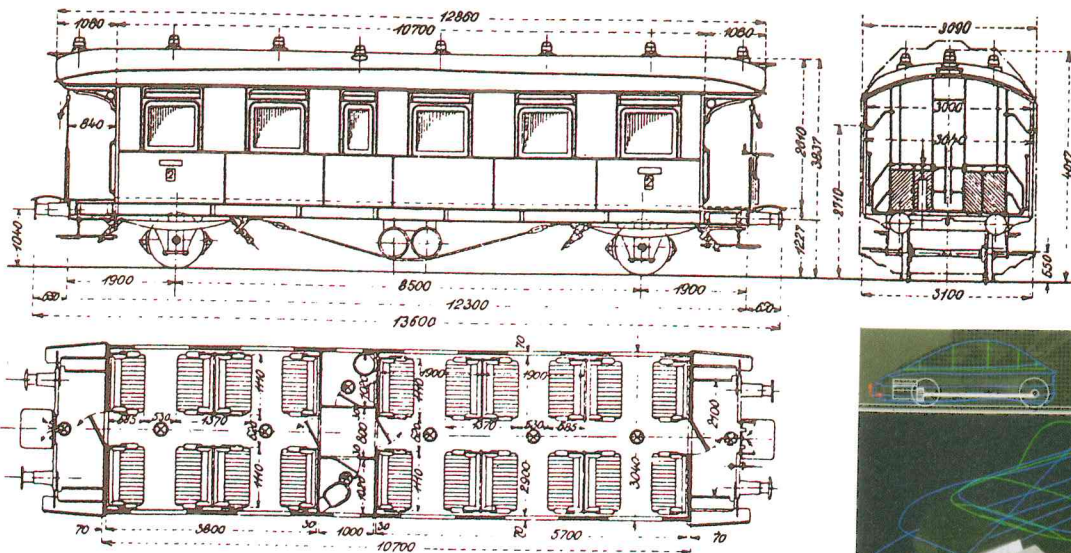
1 Leonardo da Vinci:
Wagen mit Antrieb durch Federkraft, um 1478

Heute wird bei Bedarf von einem Werkstück eine Vielzahl von Zeichnungen, z. B. Teil- und Explosionszeichnungen, nach DIN und ISO hergestellt, dabei wird mehr und mehr der Computer als Zeichenwerkzeug benutzt.

In der Schule lernst du technische Zeichnungen anzufertigen, damit du beispielsweise Abbildungen in Bedienungs- und Zusammenbauanleitungen lesen, verstehen und nutzen kannst.

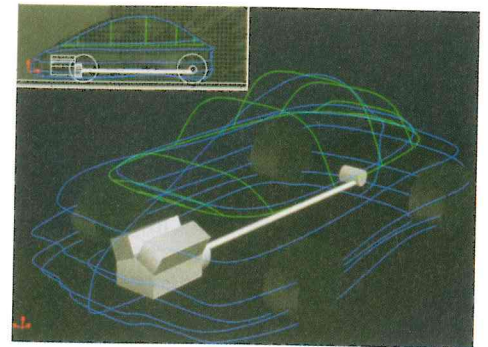
DIN:
Deutsches
Institut für
Normung

ISO:
Internationale
Standard
Organisation



2 Eisenbahnwagen von 1914

Im Zeitalter der industriellen Revolution (1750–1850) fertigte man Ersatz für verschlissene oder gebrochene Werkstücke wie Bolzen und Schrauben noch nach Vorlage des defekten Teils an. Als man begann, große Stückzahlen eines Werkstücks herzustellen, erwies es sich als vorteilhaft, „genormte“ Werkstücke zu fertigen, weil bei Reparaturen oder Wartungsarbeiten schneller Ersatzteile beschafft oder nach der technischen Zeichnung angefertigt werden konnten.



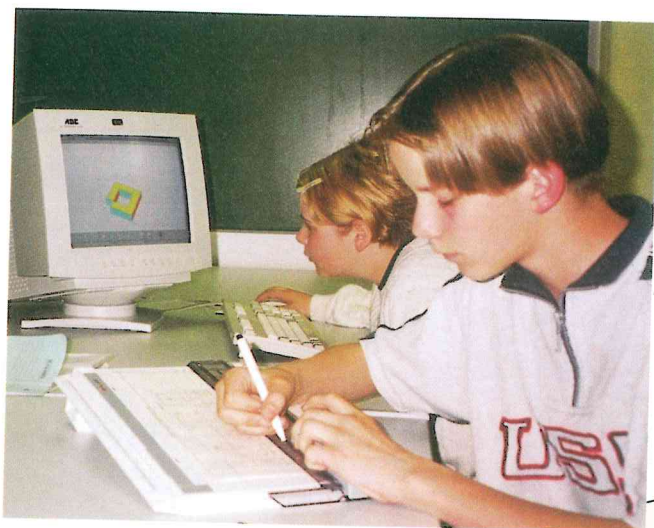
3 Autokonstruktion mit CAD

Nach einer von dir normgerecht angefertigten technischen Zeichnung könnten deine Mitschüler und Mitschülerinnen das entsprechende Werkstück anfertigen. Dabei verwendet ihr eine gemeinsame Zeichensprache; diese ist ein Bestandteil der **technischen Kommunikation** und wird in der ganzen Welt verstanden.

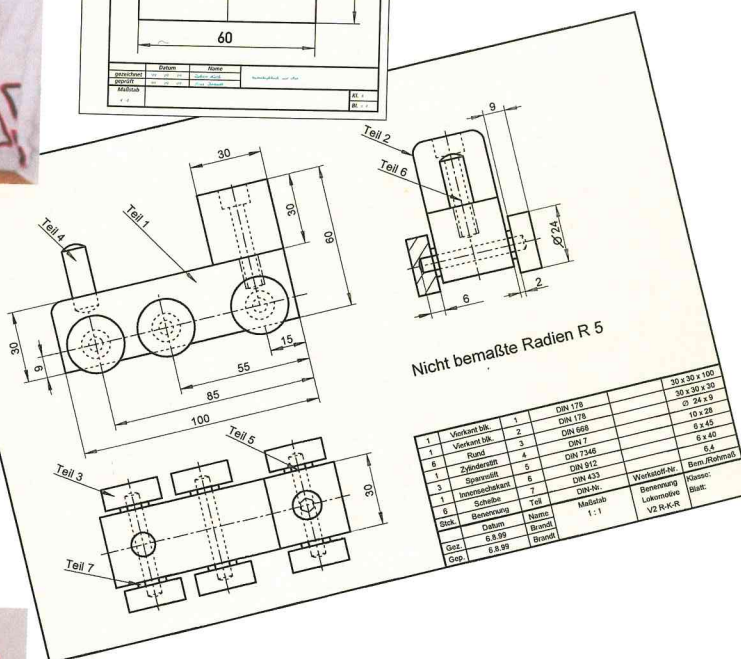
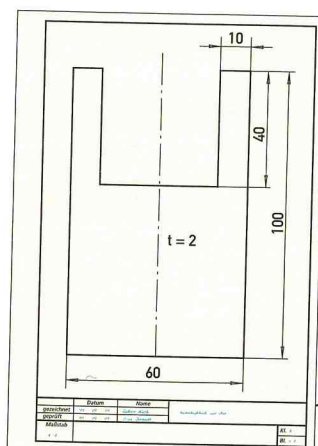
Was du lernen und üben kannst

Ein Werkstück normgerecht zu zeichnen und eine technische Zeichnung (TZ) zu lesen, macht Spaß, wenn du Bescheid weißt!

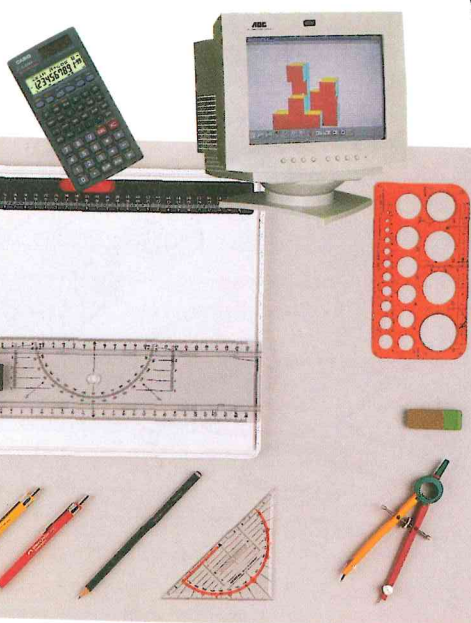
Wie kannst du eine technische Zeichnung nach Vorlagen anfertigen?



In welchen Formaten und Ansichten kannst du technische Zeichnungen anfertigen?



Welche Zeichenwerkzeuge gibt es und wie kannst du sie richtig benutzen und pflegen?



Außerdem lernst und übst du,

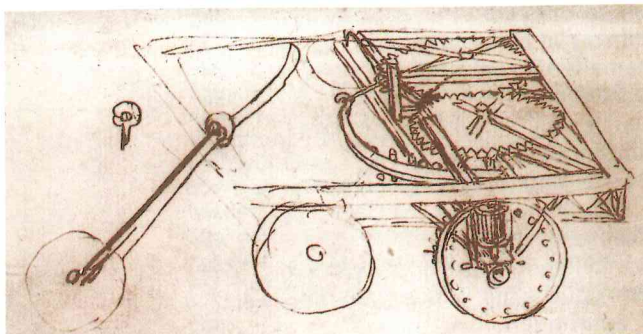
- wie man selbstständig und zielstrebig benötigte Informationen beschaffen kann,
- wie man technische Zeichnungen schrittweise normgerecht und sauber anfertigen kann,
- wie man sich Werkstücke räumlich vorstellen muss und
- wie man im Team wirkungsvoll arbeiten kann.

Warum das Thema wichtig ist

Ohne technische Zeichnung „läuft“ nichts!

Die alten Baumeister und Techniker haben schon immer ihre Ideen in Skizzen und Zeichnungen dargestellt, bevor z. B. Hebwerkzeuge, Maschinen oder Geräte gebaut wurden.

Früher fertigte der Meister eine technische Zeichnung an, aus der der Facharbeiter die notwendigen **Informationen** für das Werkstück herauslesen konnte.



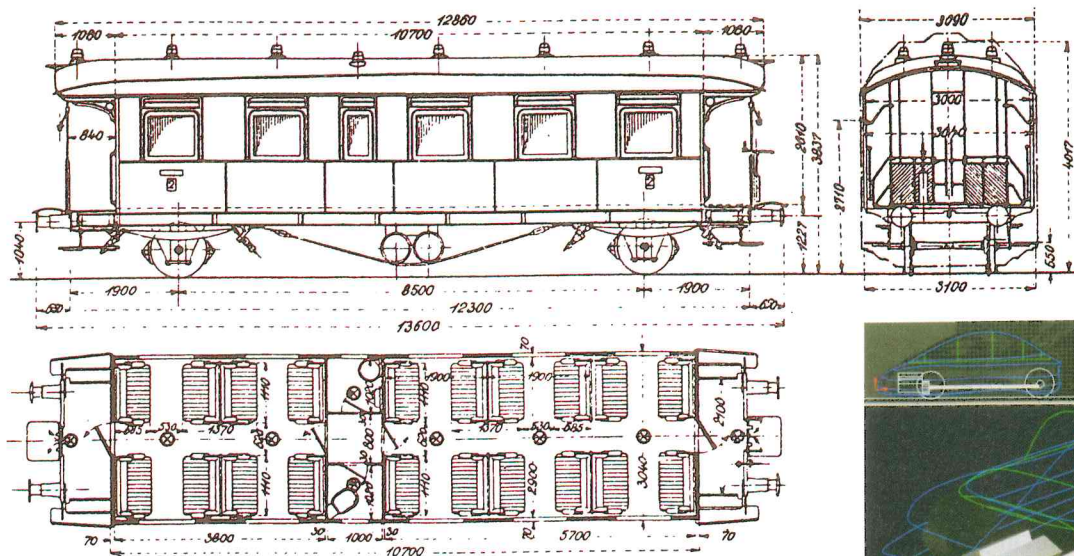
1 Leonardo da Vinci:
Wagen mit Antrieb durch Federkraft, um 1478

Heute wird bei Bedarf von einem Werkstück eine Vielzahl von Zeichnungen, z. B. Teil- und Explosionszeichnungen, nach DIN und ISO hergestellt, dabei wird mehr und mehr der Computer als Zeichenwerkzeug benutzt.

DIN:
Deutsches
Institut für
Normung

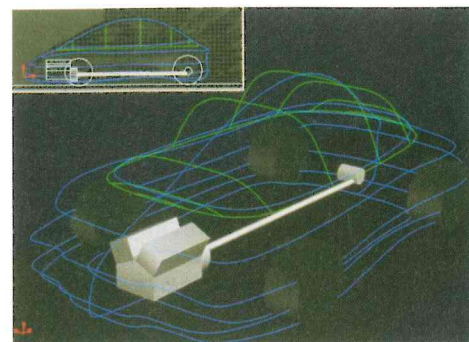
ISO:
Internationale
Standard
Organisation

In der Schule lernst du technische Zeichnungen anzufertigen, damit du beispielsweise Abbildungen in Bedienungs- und Zusammenbauanleitungen lesen, verstehen und nutzen kannst.



2 Eisenbahnwaggon von 1914

Im Zeitalter der industriellen Revolution (1750–1850) fertigte man Ersatz für verschlissene oder gebrochene Werkstücke wie Bolzen und Schrauben noch nach Vorlage des defekten Teils an. Als man begann, große Stückzahlen eines Werkstücks herzustellen, erwies es sich als vorteilhaft, „genormte“ Werkstücke zu fertigen, weil bei Reparaturen oder Wartungsarbeiten schneller Ersatzteile beschafft oder nach der technischen Zeichnung angefertigt werden konnten.



3 Autokonstruktion mit CAD

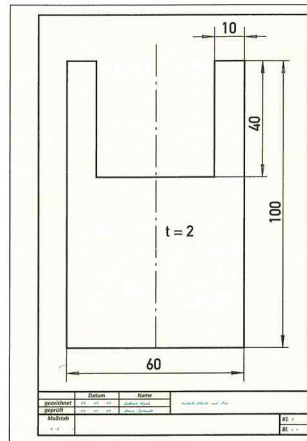
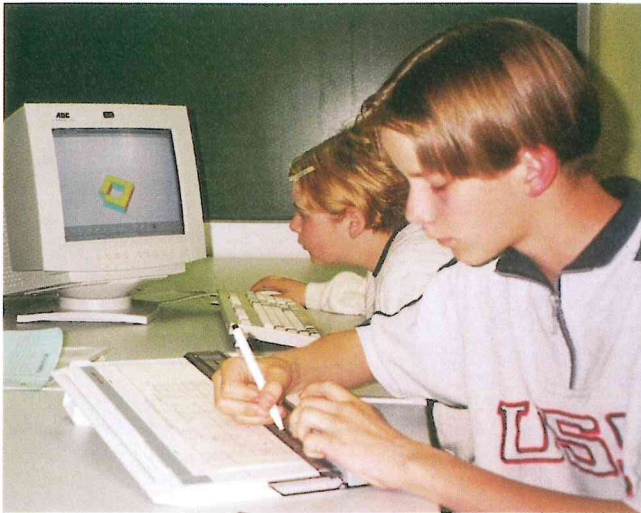
Nach einer von dir normgerecht angefertigten technischen Zeichnung können deine Mitschüler und Mitschülerinnen das entsprechende Werkstück anfertigen. Dabei verwendet ihr eine gemeinsame Zeichensprache; diese ist ein Bestandteil der **technischen Kommunikation** und wird in der ganzen Welt verstanden.

Was du lernen und üben kannst

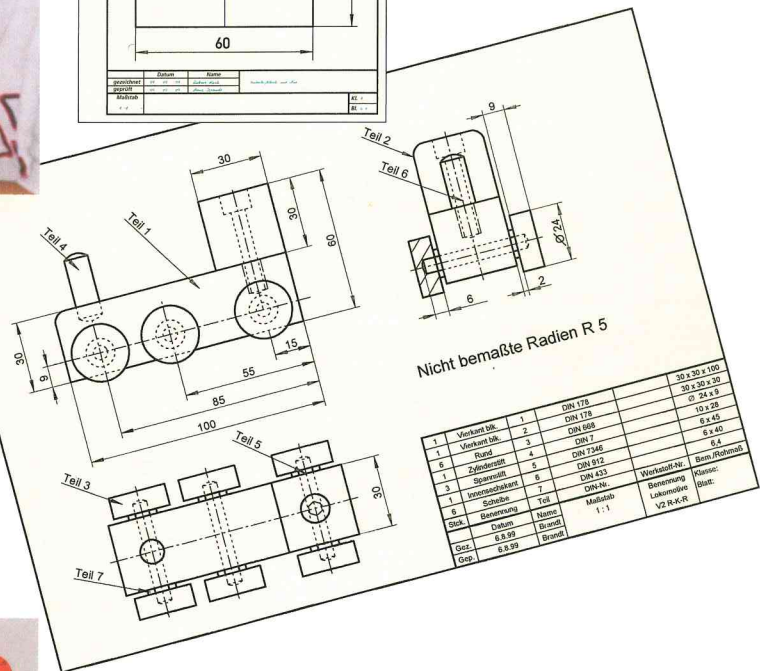
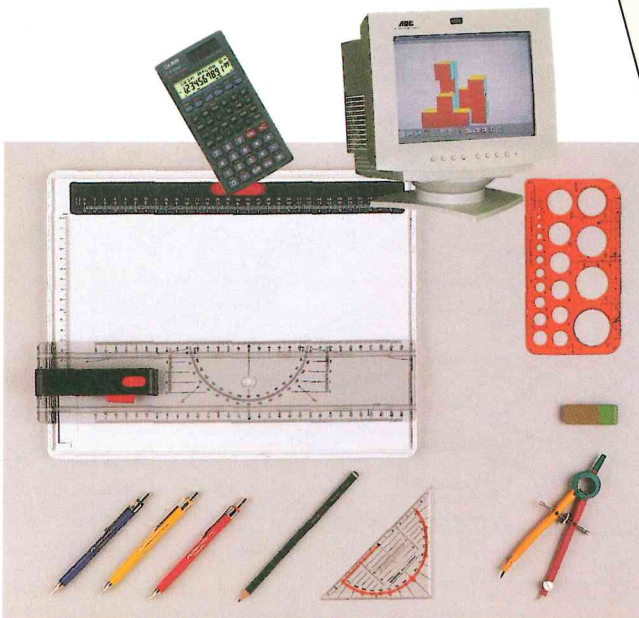
Ein Werkstück normgerecht zu zeichnen und eine technische Zeichnung (TZ) zu lesen, macht Spaß, wenn du Bescheid weißt!

Wie kannst du eine technische Zeichnung nach Vorlagen anfertigen?

In welchen Formaten und Ansichten kannst du technische Zeichnungen anfertigen?



Welche Zeichenwerkzeuge gibt es und wie kannst du sie richtig benutzen und pflegen?



Außerdem lernst und übst du,

- wie man selbstständig und zielstrebig benötigte Informationen beschaffen kann,
- wie man technische Zeichnungen schrittweise normgerecht und sauber anfertigen kann,
- wie man sich Werkstücke räumlich vorstellen muss und
- wie man im Team wirkungsvoll arbeiten kann.

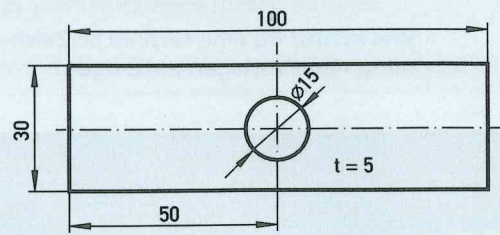
Aufgaben zum Lesen technischer Zeichnungen

Aufgabe 1: Zweck technischer Zeichnungen

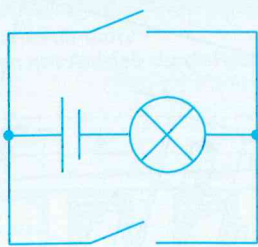
In den Abbildungen 1 bis 6 sind verschiedene Zeichnungen zu sehen.

Arbeitshinweise:

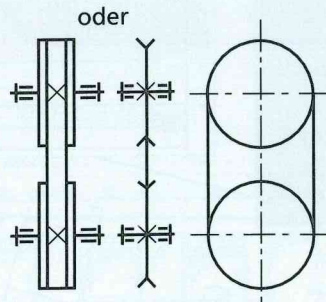
- ▶ Informiere dich über die Fachrichtungen, in denen diese Zeichnungen angefertigt werden.
- ▶ In welchen Berufen oder Situationen muss man diese Zeichnungen lesen können?
- ▶ Löst die Aufgaben im Team.



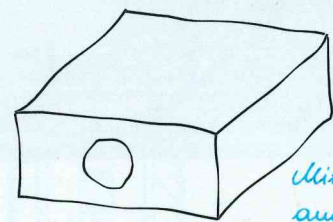
1 Eintafelprojektion mit Bemaßung



2 Schaltplan

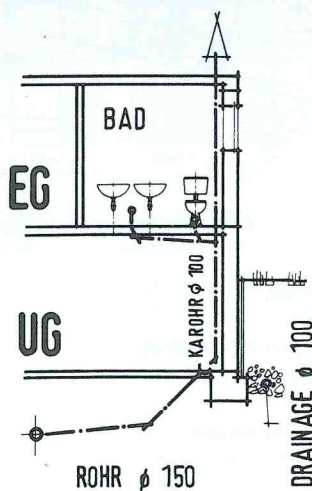


3 Symbolhafte Darstellung
eines Riemengetriebes

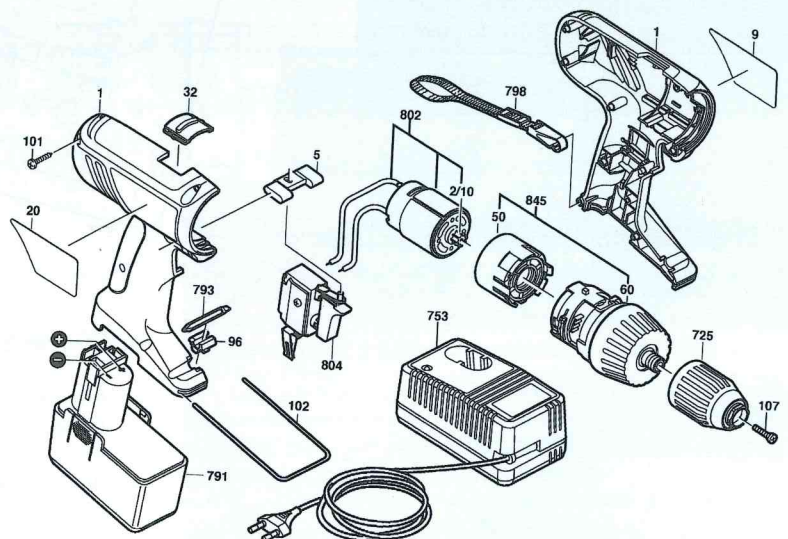


*Mit Summe
auflösen*

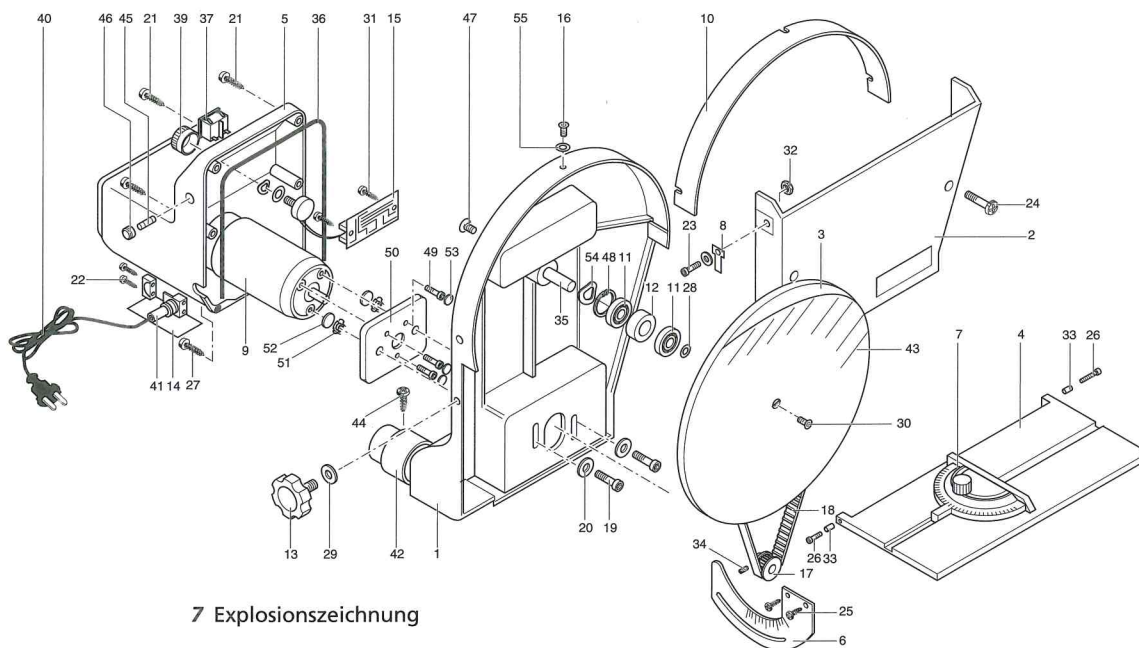
4 Freihandskizze



5 Ausschnitt eines Aus-
führungsplans
für eine Abwasseranlage



6 Explosionszeichnung eines Akku-Schraubers

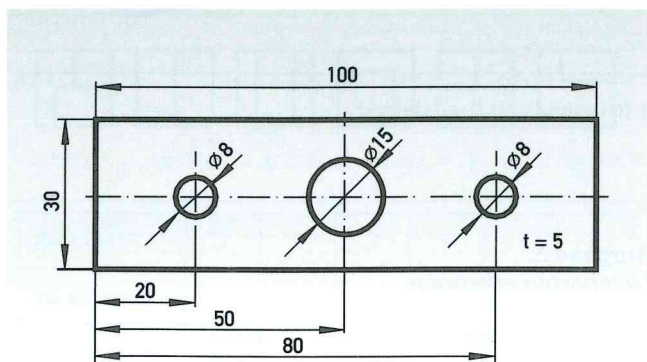


7 Explosionszeichnung

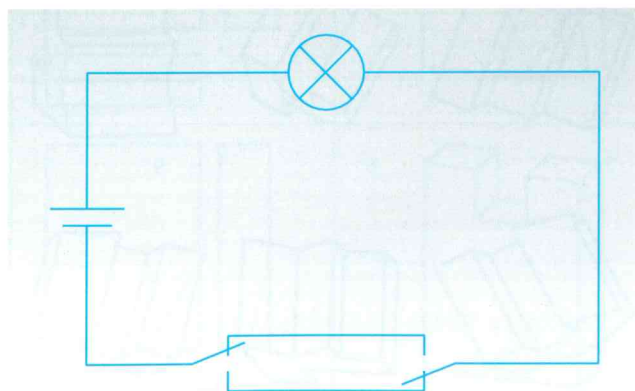
Aufgabe 2: Zeichnungen lesen

- a) In Abb. 7 ist die Explosionszeichnung einer Arbeitsmaschine zu sehen. Um welche Maschine handelt es sich? Wie wird die Drehbewegung vom Motor übertragen? Wie wird das Teil mit der Nummer 9 genannt? Wozu wird das Teil mit der Nummer 7 benötigt?

- b) In Abb. 8 siehst du die Eintaflprojektion eines Werkstücks. Welche Abmessungen hat das Werkstück? Kannst du dir vorstellen, wofür dieses Teil gebraucht wird?
- c) Abb. 9 zeigt einen Schaltplan. Wo findest du solche Zeichnungen? Erkennst du Teile wieder? Vielleicht weißt du auch, wie diese Schaltung funktioniert?



8 Eintaflprojektion: Werkstück mit drei Bohrungen



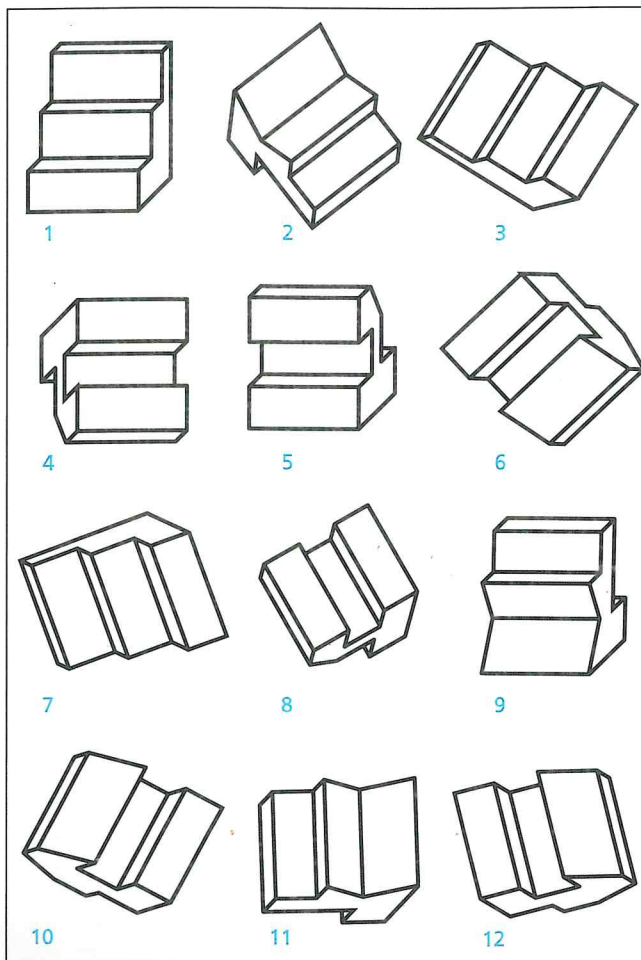
9 Schaltplan

Aufgaben zum Lesen technischer Zeichnungen

Wer technische Zeichnungen lesen will, muss sich die Werkstücke oder Gegenstände nach den drei Ansichten, also räumlich, vorstellen können. Die Aufgaben 3 bis 10 sind Übungen dazu.

Aufgabe 3: Raumbilder zuordnen

In Abb. 1 sind jeweils drei Werkstücke gleich. Suche sie heraus und trage die Ergebnisse in dein Heft ein.



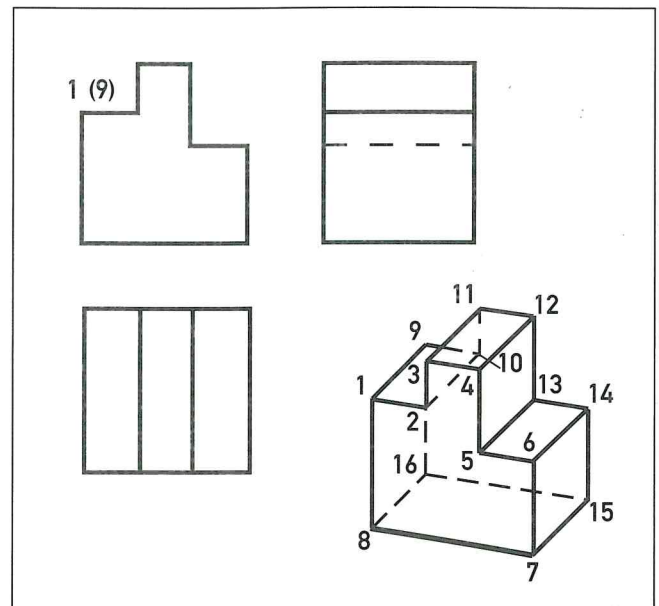
1 Raumbilder

Aufgabe 4: Eckpunkte im Dreitafelbild zuordnen

Vervollständige die Zuordnung der Eckpunkte aus dem Raumbild im Dreitafelbild.

Arbeitshinweise:

- ▶ Suche jeweils die einzelnen Eckpunkte des Raumbildes nacheinander in der Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht des Dreitafelbildes und ergänze diese.
- ▶ Schreibe Eckpunkte, die in der Ansicht hinter einem anderen liegen, in Klammern.
- ▶ Überprüfe deine Zuordnung und korrigiere, wenn nötig.

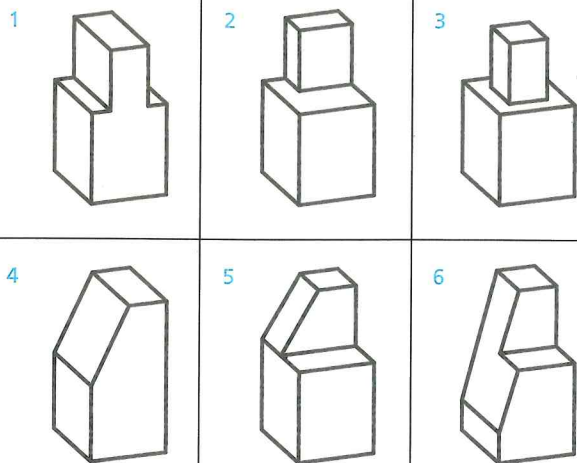


2 Raumbild und Dreitafelbild

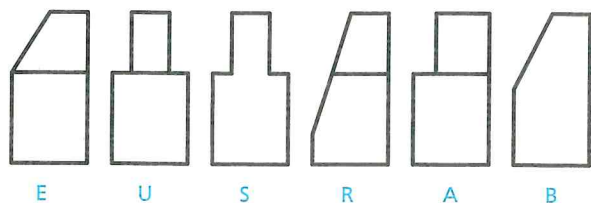
Aufgabe 5: Linienarten erkennen

Stelle in Abb. 2 fest, welche Linienarten verwendet wurden und in welchem Fall man sie in technischen Zeichnungen einsetzt.

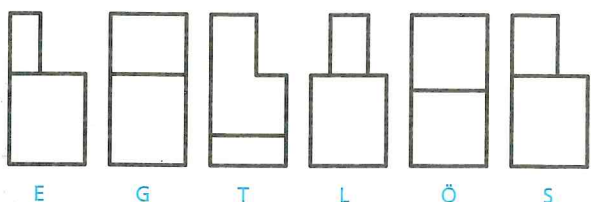
Raumbilder



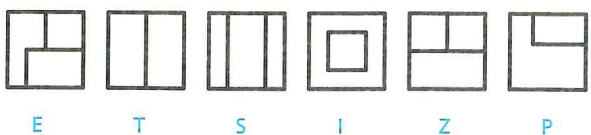
Vorderansichten



Seitenansichten



Draufsichten



Raumbild	1	2	3	4	5	6
Vorderansicht						
Seitenansicht						
Draufsicht						

3 Raumbilder und Ansichten

Aufgabe 6:

Raumbilder und Ansichten zuordnen

Ordne den Raumbildern in Abb. 3 die zugehörige Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht zu.

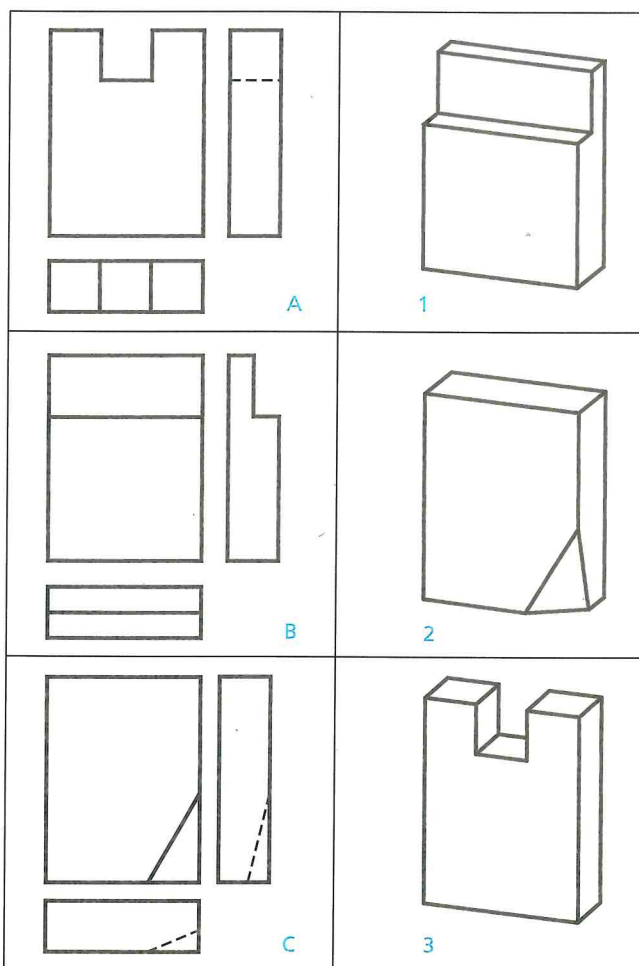
Arbeitshinweise:

- ▶ Fertige dazu eine Tabelle.
- ▶ Tauscht die Tabellen zum Überprüfen aus.

Aufgabe 7:

Dreitafelbilder und Raumbilder zuordnen

Stelle dir die in drei Ansichten gegebenen Werkstücke vor und ordne sie den perspektivischen Darstellungen zu.

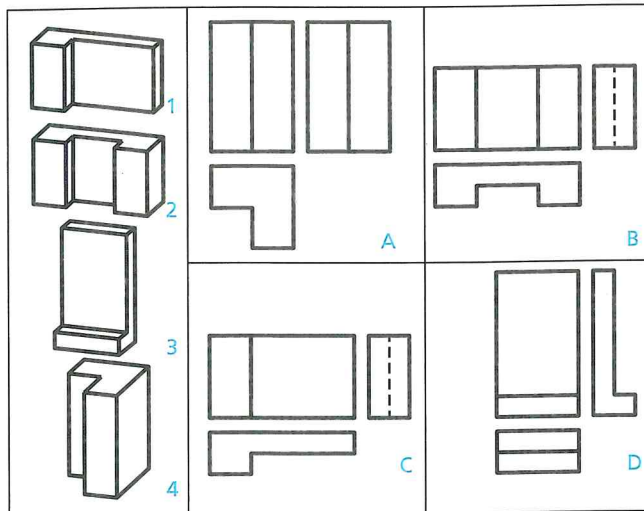


4 Dreitafelbilder und Raumbilder

Aufgaben zum Lesen technischer Zeichnungen

Aufgabe 8: Dreitafelbilder und Raumbilder zuordnen

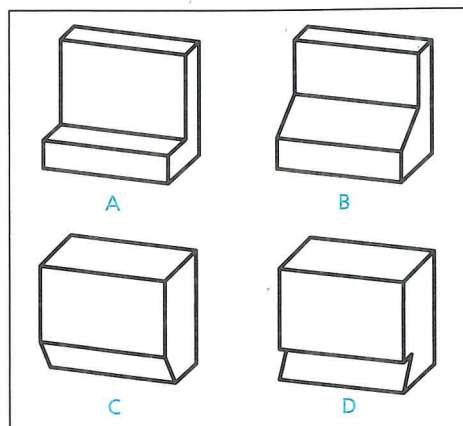
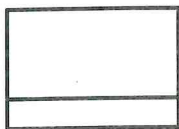
Gehe wie in Aufgabe 7 vor, beachte bei ähnlichen Werkstücken die Lage.



1 Dreitafelbilder und Raumbilder

Aufgabe 9: Einer Ansicht zuordnen

Viele Werkstücke lassen sich durch nur eine Ansicht nicht eindeutig darstellen. Diese einfache Ansicht ist ein Beispiel dafür. Sie lässt viele Deutungen zu. Hier sind einige Werkstücke, die in der Vorderansicht ähnlich aussehen. Vorsicht! Ein Werkstück sieht von vorn anders aus!



2 Raumbilder

Aufgabe 10: Ansichten zuordnen

Ordne den Vorderansichten in Abb. 3 jeweils die zugehörige Seitenansicht und die Draufsicht zu. Fertige eine Tabelle an und trage deine Ergebnisse ein.

Arbeitshinweise:

- Informiere dich zum Dreitafelbild.
- Überprüfe deine Zuordnung jeweils mithilfe der Prü fzahl einer Tabellenspalte. Addiere dazu ihre Zahlen.

Vorderansichten

Seitenansichten

Draufsichten

Vorderansicht	1	2	3	4
Seitenansicht				
Draufsicht				
Prüfzahl	20	19	20	19

3 Zuordnen von Ansichten im Dreitafelbild

Aufgaben zum technischen Zeichnen

Aufgabe 11: Einen Gegenstand skizzieren

Wähle einen flachen Gegenstand aus und skizziere ihn (z. B. eine Ziehklinge oder einen Flachwinkel).

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich zum Stichwort „Skizze“ und „Eintafelbild“.
- ▶ Versuche, beim Skizzieren die Größenverhältnisse der Abmessungen ohne Messen zu treffen.
- ▶ Überprüfe deine Skizze anschließend.

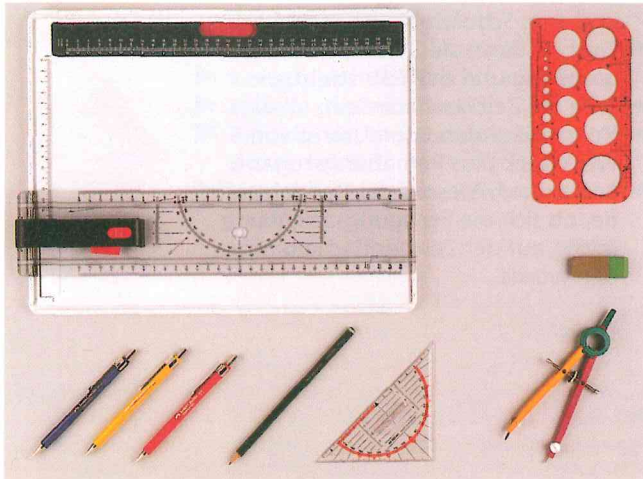
Aufgabe 13: Strecken maßstäblich darstellen

Zeichne die folgenden Strecken mithilfe von Zeichenplatte und Lineal im jeweils geforderten Maßstab.

Darzustellende Strecke	Anzuwendender Maßstab
398 mm	1:2
645 mm	1:5
980 mm	1:10
56 mm	2:1
21 mm	5:1

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich über das maßstäbliche Darstellen.
- ▶ Überlege jeweils, ob du den Verkleinerungs- oder den Vergrößerungsmaßstab anwenden musst.
- ▶ Achte darauf, dass alle Linien möglichst gleichmäßig breit sind.
- ▶ Beginne beim Nullpunkt des Lineals und ziehe die Linie bis zum Ende der Strecke ohne abzusetzen.
- ▶ Markiere die Endpunkte der Strecken mit kurzen Querstrichen.
- ▶ Lass nachprüfen, wie genau dein maßstäbliches Arbeiten war.



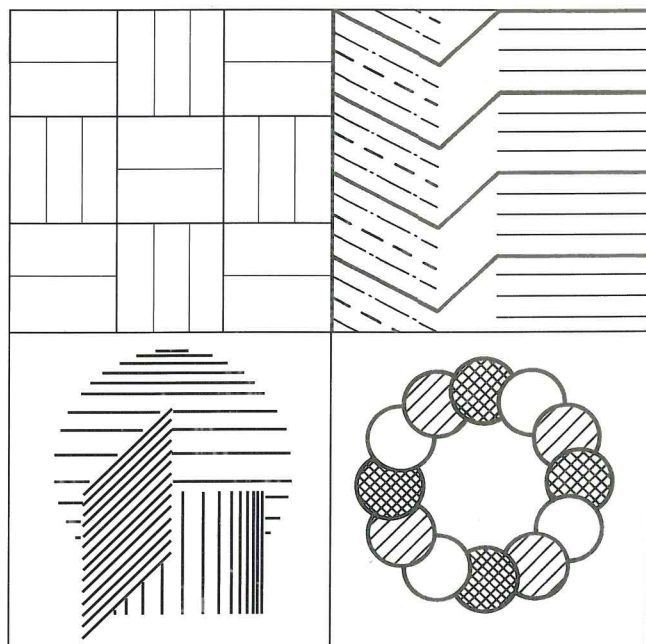
4 Zeichengeräte

Aufgabe 12: Mit Zeichengeräten arbeiten

Entwirf und zeichne geometrische Muster wie in Abb. 5.

Arbeitshinweise:

- ▶ Überlege vor jeder Aufgabe, mit welchen Zeichengeräten du sie am besten lösen kannst.
- ▶ Gehe mit Zeichenplatte und Lineal sachgerecht um. Informiere dich dazu.
- ▶ Es ist hilfreich, Zeichendreiecke und Schablonen am Lineal anzulegen und parallel zu verschieben.
- ▶ Benutze das Lineal zum Messen und Ablesen.
- ▶ Es ist auch praktisch, Strecken mit einem Zirkel abzutragen.
- ▶ Ziehe gleichmäßig breite Linien.
- ▶ Zeichne sauber und genau.



5 Darstellungsübungen

Aufgaben zum technischen Zeichnen

Aufgabe 14: Einen Gegenstand maßstäblich zeichnen

Zeichne den Gegenstand aus Aufgabe 11 maßstäblich im Eintafelbild.

Arbeitshinweise:

- ▶ Prüfe nach, ob der Gegenstand in wirklicher Größe dargestellt werden kann.
- ▶ Informiere dich zum maßstäblichen Zeichnen.
- ▶ Wähle einen geeigneten Maßstab.
- ▶ Informiere dich zur Blatteinteilung.
- ▶ Teile dein Zeichenblatt ein und konstruiere den Umriss der Darstellung.
- ▶ Zeichne die Umrisslinien. Beachte dabei die Regeln zum Zeichnen von Linien.
- ▶ Lass deine Zeichnung von anderen überprüfen und beurteilen.

Aufgabe 15: Schriftfeld lesen und gestalten

Informiere dich:

- Welche Angaben enthält ein Schriftfeld?
- Welche Abmessungen sollte es haben?
- Wie wird es auf dem Zeichenblatt angeordnet?
- Überlege, ob das auf Seite 31 abgebildete Schriftfeld deinen Anforderungen genügt und wie es eventuell verändert werden könnte.
- Skizziere deinen Vorschlag.

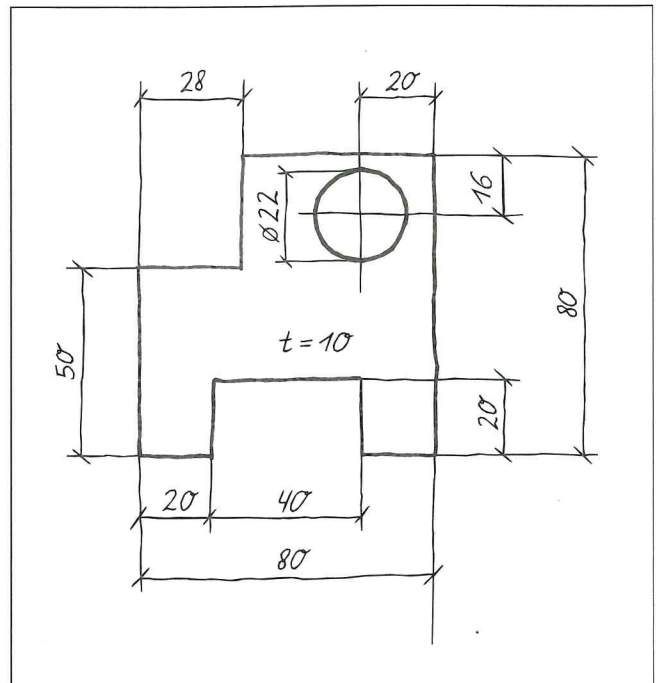
Aufgabe 16: Schriftfeld zeichnen und Zeichenblatt einteilen

Die Fertigungsskizze nach Abb. 1 soll in eine Fertigungszeichnung umgesetzt werden.

Zeichne ein Rechteck, in dem Werkstück plus Bemaßung Platz hätten. Teile dafür das Zeichenblatt ein.
Zeichne zuvor das Schriftfeld.

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich zur Blatteinteilung und zum Schriftfeld.
- ▶ Zeichne dann die Zeichenflächenbegrenzung und das Schriftfeld.
- ▶ Teile die Zeichenfläche ein.
- ▶ Konstruiere dann den Umriss von Werkstück plus Bemaßungszugabe.
- ▶ Prüfe durch Messen der Randabstände, ob sich die Fertigungszeichnung mittig auf der Zeichenfläche befinden würde.



1 Fertigungsskizze

Aufgabe 17:
Ein Werkstück maßstäblich zeichnen und bemaßen

Zeichne eines der Werkstücke nach Abb. 2 im Maßstab 2:1 und bemaße es. Entnimm seine Maße der Abbildung.

Arbeitshinweise:

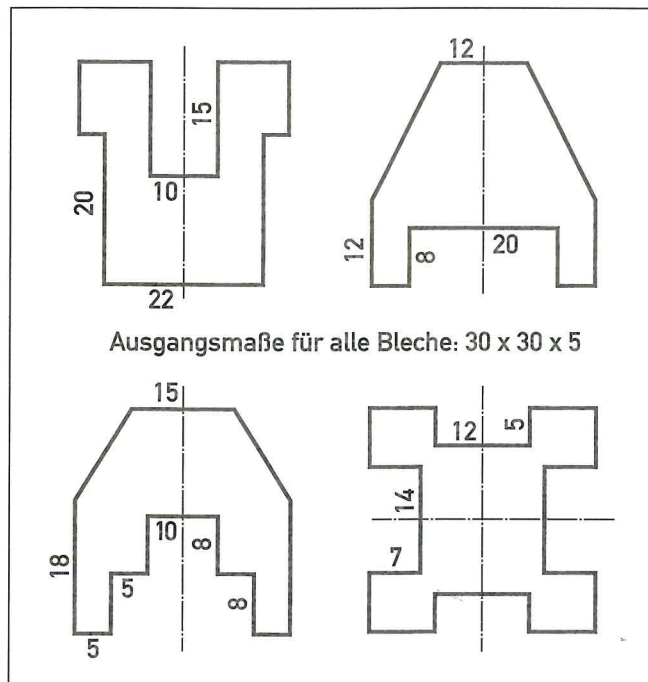
- ▶ Informiere dich vor der Blatteinteilung über das Darstellen und Bemaßen von symmetrischen Werkstücken. Bedenke die Bemaßung bei der Blatteinteilung.
- ▶ Skizziere die Körper mit Bemaßung auf einem Konzeptblatt.
- ▶ Teile dein Zeichenblatt ein.
- ▶ Konstruiere den Werkstückumriss.
- ▶ Erstelle die Zeichnung.
- ▶ Bemaße sie, bevor du die breite Umrisslinie ziehst.
- ▶ Lass deine bemaßte Zeichnung überprüfen.

Aufgabe 18:
Ein Werkstück maßstäblich zeichnen und fertigungsgerecht bemaßen

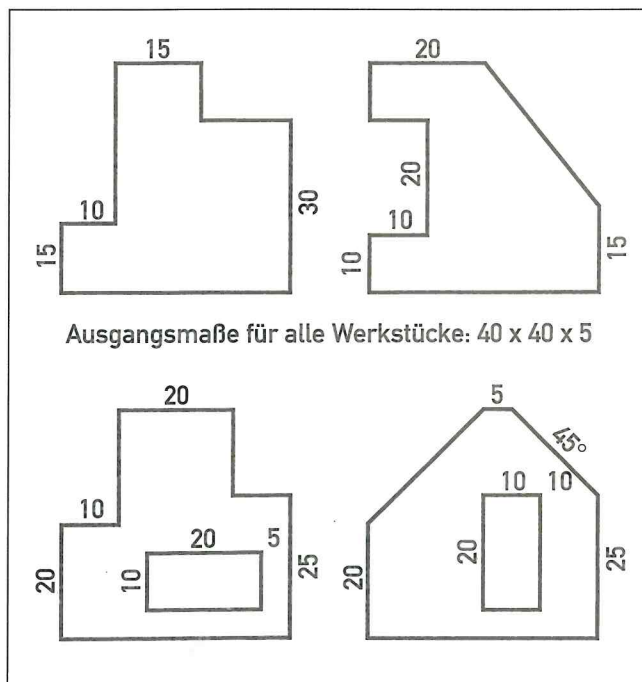
Zeichne ein Werkstück nach Abb. 3 im Maßstab 2:1 und bemaße es fertigungsgerecht. Entnimm seine Maße der Abbildung.

Arbeitshinweise:

- ▶ Überlege dir, in welcher Reihenfolge du die einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung des Werkstücks durchführen würdest.
- ▶ Skizziere das Werkstück, indem du diese Reihenfolge zeichnerisch nachvollziehst, und bemaße die Skizze entsprechend.
- ▶ Informiere dich über das Vorgehen beim Darstellen und Bemaßen von Aussparungen und Schrägen.
- ▶ Teile dein Zeichenblatt ein.
- ▶ Konstruiere den Werkstückumriss.
- ▶ Bemaße deine Zeichnung, bevor du die breite Umrisslinie ziehst.
- ▶ Überprüfe und korrigiere deine Darstellung, wenn nötig.



2 Symmetrisch flächige Werkstücke



3 Flächige Werkstücke

Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Eintafelbild

Aufgabe 19: Werkstücke in einer Ansicht zeichnen

- Zeichne ein 1,2 mm dickes Kupferblech mit den Abmessungen 80 x 60, das in der Mitte einen quadratischen Ausschnitt mit einer Kantenlänge von 20 mm besitzt.
- Zeichne ein Aluminiumblech (30 x 15 x 0,5), an dessen schmalen Enden mittig Abrundungen ($r = 7,5$) ausgestanzt sind.
- Zeichne ein Alublech (60 x 20 x 1), an dessen schmalen Enden Ausrundungen ($r = 10$) ausgestanzt sind.
- Zeichne eine Unterlegscheibe aus verzinktem Stahlblech ($d_1 = 30$, $d_2 = 25$, $t = 1,4$).



Aufgabe 20: Werkstück in einer Ansicht zeichnen

Zeichne einen Messingstreifen (140 x 60 x 0,8), in dem sich mittig (25 mm von der rechten und linken Seite) 2 Bohrungen ($d = 7$) befinden. Genau im Mittelpunkt des Streifens ist ein dreieckiger Ausschnitt (a verläuft parallel zur Längsseite des Messingstreifens und ist 7 mm lang, b und c sind jeweils 6 mm lang).

Aufgabe 21: Werkstück in einer Ansicht zeichnen

Fertige die technische Zeichnung für ein Stanzteil aus 0,4 mm dickem Aluminiumblech an (100 x 50).

Lage des Werkstücks:



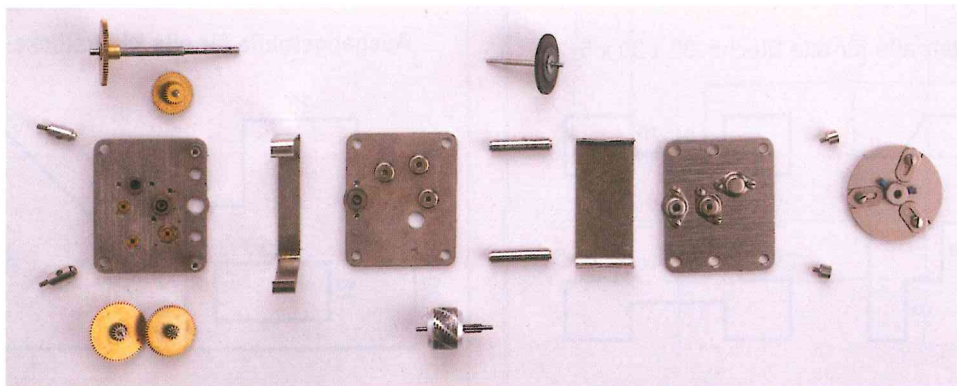
Von oben links und unten rechts werden von den Körperkanten rechteckige Ausschnitte mit der Breite von 30 mm und der Höhe von 40 mm ausgestanzt.

Arbeitshinweise zu 19 bis 21:

- ▶ Überlege dir die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsschritte zur Herstellung aller Werkstücke.
- ▶ Skizziere jedes Werkstück, indem du die einzelnen Arbeitsschritte zeichnerisch nachvollziehst und die Skizze entsprechend bemaßt.
- ▶ Informiere dich über das Vorgehen beim Darstellen und Bemaßen von Teilformen, wie Ab- und Ausrundungen, Ausschnitten, Bohrungen.
- ▶ Teile dein Zeichenblatt ein.
- ▶ Konstruiere den jeweiligen Werkstückumriss.
- ▶ Erstelle die jeweilige Zeichnung.
- ▶ Bemaße deine Zeichnung, bevor du die breite Umrisslinie ziehst.
- ▶ Überprüfe deine Darstellung und korrigiere, wenn nötig.

Aufgabe 22: Bildet Teams!

Sammelt flächige Bauteile und skizziert die Bauteile. Erstellt daraus eine Aufgabensammlung zum Üben. Die Bauteile könnten so wie in Abb. 1 aussehen.



1 Flächige Bauteile

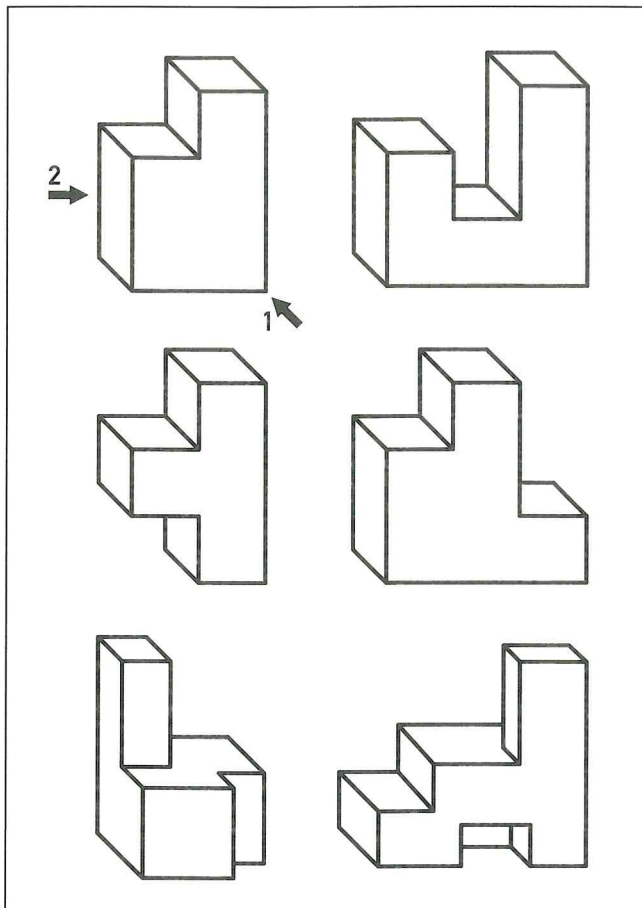
Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Zweitafelbild

Aufgabe 23: Werkstück in zwei Ansichten zeichnen

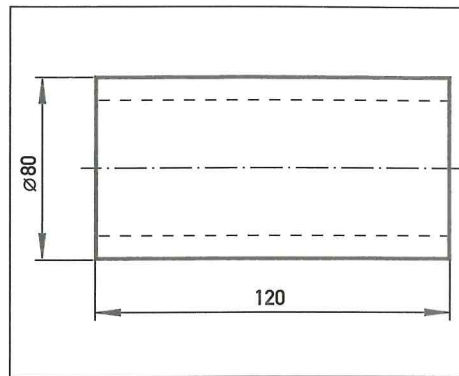
Zeichne ein räumlich dargestelltes Werkstück aus Abb. 2 in zwei Ansichten. Die Werkstücke sind im Maßstab 1:2 in der Kavalierperspektive gezeichnet worden. Die Ansicht aus der Richtung des Pfeils 1 zeigt die Vorderansicht, die aus der Richtung des Pfeils 2 die Seitenansicht. Versuche, die verdeckten Kanten darzustellen.

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich zuerst über die Blatteinteilung, das Vorgehen beim Zeichnen von Werkstücken mit Aussparungen sowie das Darstellen in zwei Ansichten.
- ▶ Fertige die technische Zeichnung an.
- ▶ Lass deine Zeichnung überprüfen.



2 Modelle



3 Vorderansicht eines Rohrs

Aufgabe 24: Werkstück in zwei Ansichten zeichnen

In Abb. 3 ist die Vorderansicht eines Rohrs gezeichnet. Der Innendurchmesser beträgt 60 mm. Zeichne die Seitenansicht des Rohrs.

Arbeitshinweise:

- ▶ Das Zeichenblatt liegt im Querformat.
- ▶ Skizziere die Vorder- und Seitenansicht des Rohrs.
- ▶ Lass deine Skizze überprüfen.
- ▶ Fertige die technische Zeichnung an.

Aufgabe 25: Werkstück in zwei Ansichten zeichnen

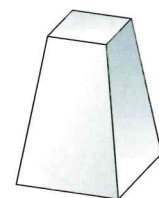
Aus einem 100 mm langen Vierkantstahl (80 x 80) soll ein Ankerklotz gefertigt werden. Zeichne das fertig bearbeitete Werkstück in der Vorderansicht und Draufsicht.

Lage des Werkstücks in der Vorderansicht:



Arbeitsgänge:

1. Es soll ein Pyramidenstumpf mit einer Grundfläche von 80 x 80 und einer Deckfläche von 50 x 50 hergestellt werden.
2. Das Werkstück erhält in Richtung der Längsachse eine mittige Bohrung von 20 mm Durchmesser.
3. Der Pyramidenstumpf wird mittig von unten mit einem 40-mm-Bohrer 15 mm tief aufgebohrt.



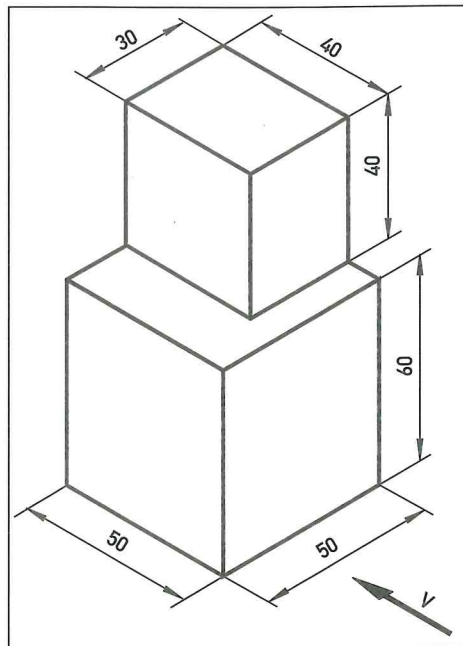
Pyramidenstumpf

Aufgaben zum Zeichnen von Werkstücken im Dreitafelbild

Aufgabe 26:

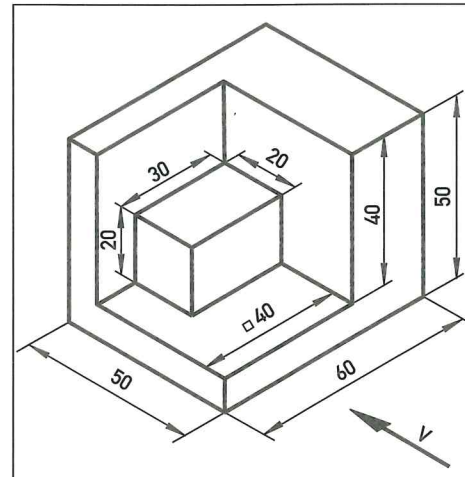
Werkstücke in drei Ansichten zeichnen

- a) In Abb. 1 ist ein Quadratstahl mit Ansatz isometrisch dargestellt. Zeichne das Dreitafelbild des Werkstücks.



1 Quadratstahl

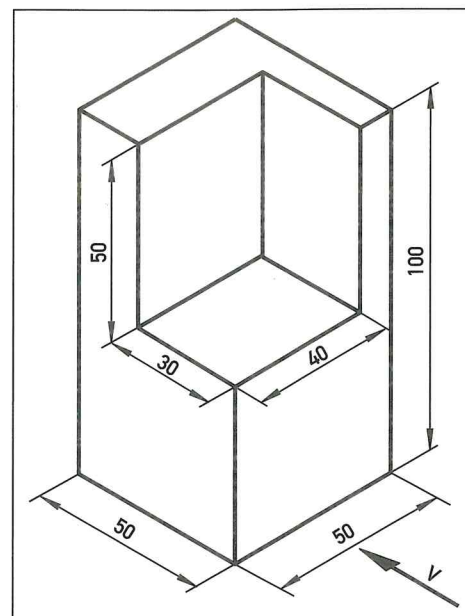
- b) In Abb. 2 ist ein Vorrichtungsteil isometrisch dargestellt. Zeichne das Dreitafelbild des Werkstücks.



2 Vorrichtungsteil

□ 40:
Bemaßung
einer
quadratischen
Fläche

- c) In Abb. 3 ist eine quadratische Säule isometrisch gezeichnet. Zeichne das Dreitafelbild des Werkstücks.



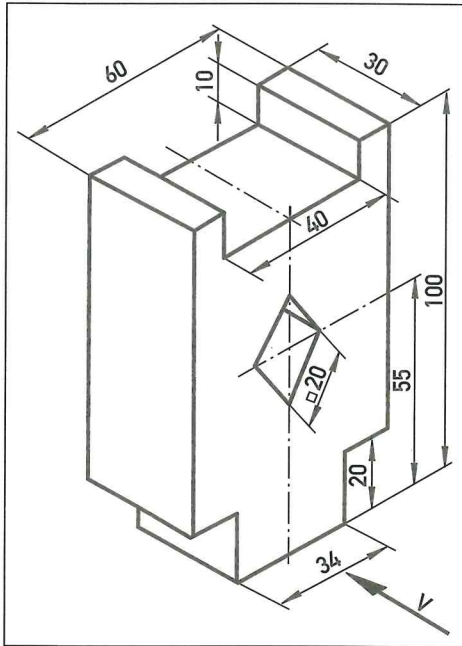
3 Quadratische Säule

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich über Dreitafelbild, Maßstab und Bemaßung.
- ▶ Bedenke bei der Blatteinteilung den Platzbedarf der Bemaßung.
- ▶ Skizziere die Ansichten und bemaße sie.
- ▶ Lass deine Skizze von anderen überprüfen.
- ▶ Zeichne und bemaße das Dreitafelbild.
- ▶ Lass deine technische Zeichnung überprüfen.



- d) In Abb. 4 ist die Platte für eine Vorrichtung aus Stahl isometrisch dargestellt. Zeichne das Dreitafelbild des Werkstücks.



4 Platte für Vorrichtung

Aufgabe 28:

Werkstück in drei Ansichten zeichnen

Aus einem 15 mm dicken Flachstahl (120 x 50) soll eine Lasche angefertigt werden. Zeichne das Dreitafelbild des fertig bearbeiteten Werkstücks.

Lage des Werkstücks in der Vorderansicht:



Arbeitsgänge:

1. Beide Enden abrunden ($r = 25$).
2. In die Mittelpunkte der Abrundungen je ein Loch von 14 mm Durchmesser bohren.
3. In die Mitte, quer zur Längsachse, auf der Rückseite eine Nut von 20 mm Breite und 5 mm Tiefe fräsen.



Aufgabe 29:

Werkstück in drei Ansichten zeichnen

In Abb. 5 ist ein Führungsteil aus Stahl isometrisch gezeichnet. Zeichne das Dreitafelbild des Werkstücks.

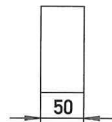


Aufgabe 27:

Werkstück in drei Ansichten zeichnen

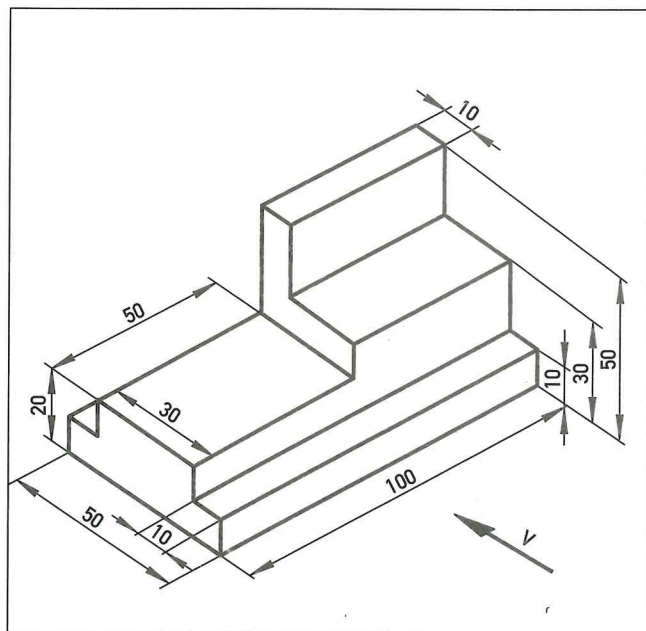
Eine 150 mm hohe Aluminiumsäule (50 x 25) soll zwei Ausschnitte erhalten. Zeichne das Dreitafelbild der fertig bearbeiteten Säule.

Lage des Werkstücks in der Vorderansicht:



Arbeitsgänge:

1. Oben mittig ist ein Ausschnitt von 30 mm Breite und 35 mm Höhe zu fräsen.
2. Unten ist mittig ein Ausschnitt von 20 mm Breite und 25 mm Höhe zu fräsen.



5 Führungsteil

Aufgaben zum Konstruieren einer fehlenden Ansicht im Dreitafelbild

Aufgabe 30:

Konstruktion von fehlenden Ansichten

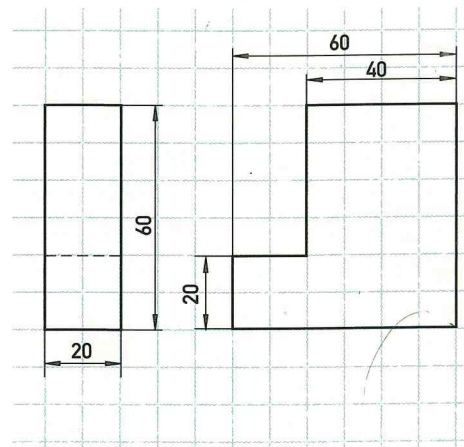
In den Abbildungen 1 bis 4 sind die Teilstücke eines geometrischen Körpers mit je einer fehlenden Ansicht im Dreitafelbild gezeichnet.

Zeichne die Abbildungen 1 bis 4 und konstruiere die jeweils fehlende Ansicht, sodass die Dreitafelbilder der Teilstücke (Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht) vollständig sind.

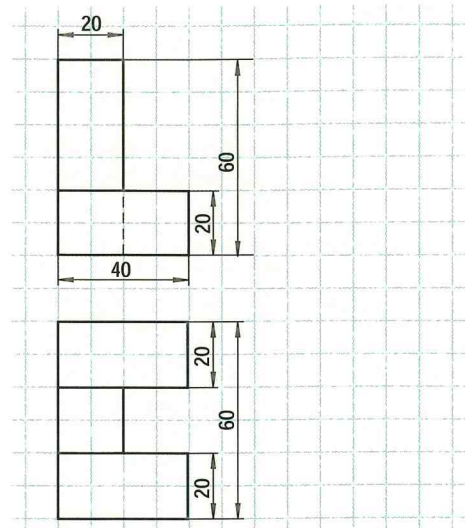
Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich über die Konstruktionsmöglichkeiten für fehlende Ansichten im Dreitafelbild.
- ▶ Bedenke bei der Blatteinteilung den Platzbedarf der Bemaßung.
- ▶ Konstruiere die fehlenden Ansichten skizzenhaft.
- ▶ Lass deine Skizzen von anderen überprüfen.
- ▶ Zeichne und bemaße die Dreitafelbilder.
- ▶ Überprüfe deine technischen Zeichnungen durch den Nachbau der Teilstücke (Karton oder Baukastensystem). Lege die Modelle der Teilstücke auf die entsprechenden Ansichten deiner technischen Zeichnungen.

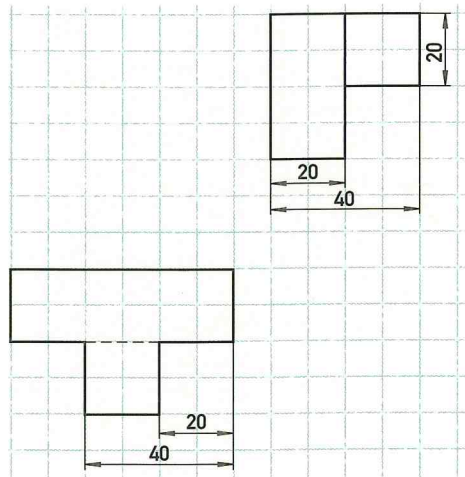
Sind deine Zeichnungen, deine Modelle richtig? Wenn du die Frage bejahen kannst, dann solltest du die Teilstücke zu einem geometrischen Körper zusammenfügen können.



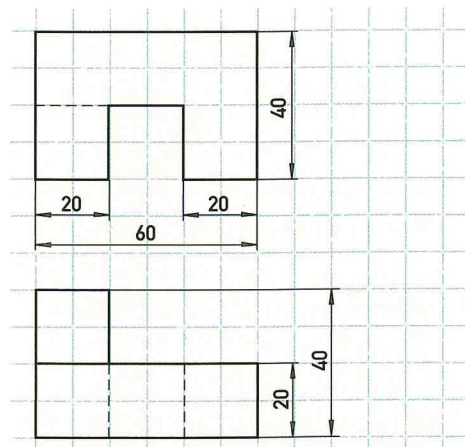
1 Draufsicht konstruieren



2 Seitenansicht konstruieren



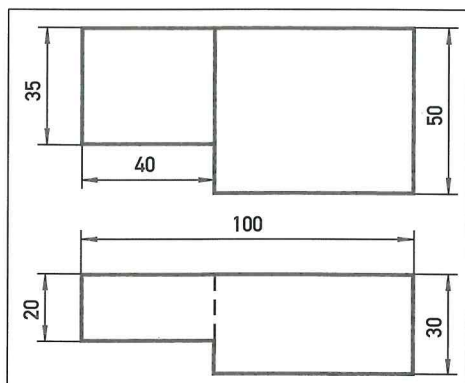
3 Vorderansicht konstruieren



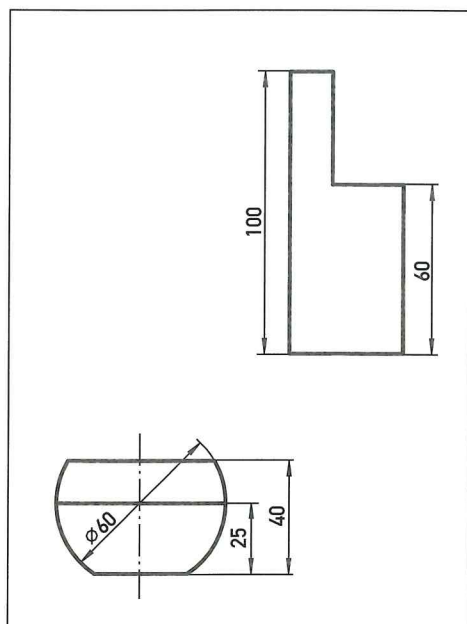
4 Seitenansicht konstruieren

Aufgabe 31:
Konstruktion einer fehlenden Ansicht

In Abb. 5 ist die Seitenansicht eines Vorrichtungsteils gesucht.
Konstruiere die fehlende Ansicht im Dreitafelbild.



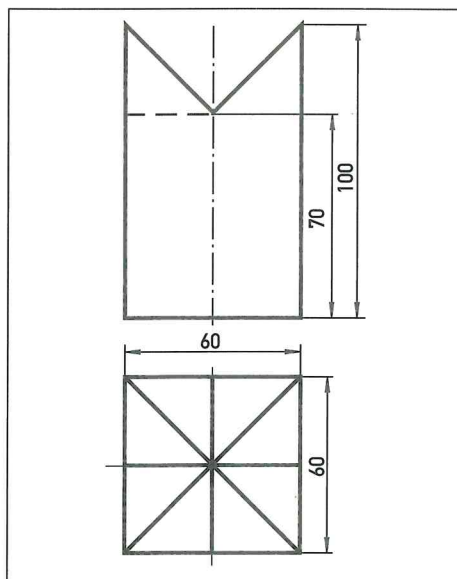
5 Vorrichtungsteil



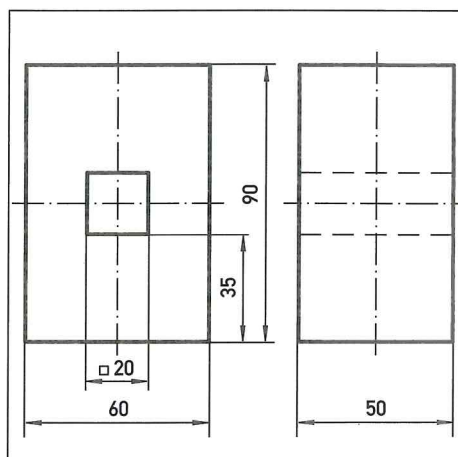
6 Sperrbolzen

Aufgabe 33:
Konstruktion einer fehlenden Ansicht

In Abb. 7 sind die Vorderansicht und die Draufsicht einer Biegevorrichtung im Dreitafelbild gezeichnet.
Konstruiere die fehlende Ansicht.



7 Biegevorrichtung



8 Führungsteil

Aufgabe 32:
Konstruktion einer fehlenden Ansicht

In Abb. 6 sind die Drauf- und die Seitenansicht eines Sperrbolzens im Dreitafelbild gezeichnet.
Konstruiere die fehlende Ansicht.

Aufgabe 34:
Konstruktion einer fehlenden Ansicht

In Abb. 8 sind die Vorder- und die Seitenansicht eines Führungsteils im Dreitafelbild dargestellt.
Konstruiere die fehlende Ansicht.

Aufgaben zur Darstellung in Parallelperspektiven

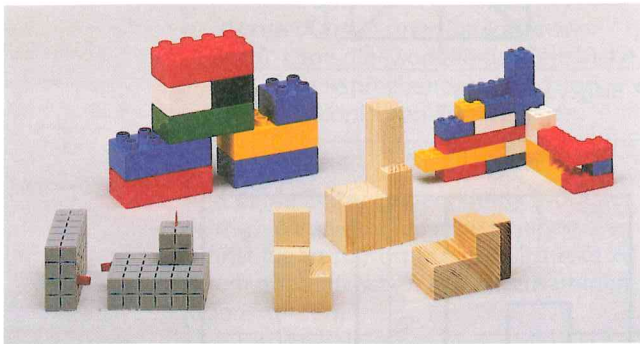
Aufgabe 35: Körper mit Aussparungen in der Kavalierperspektive darstellen

Baue zunächst aus Einzelementen (siehe Abb. 1) Modelle mit Aussparungen. Zeichne sie dann in der Kavalierperspektive.

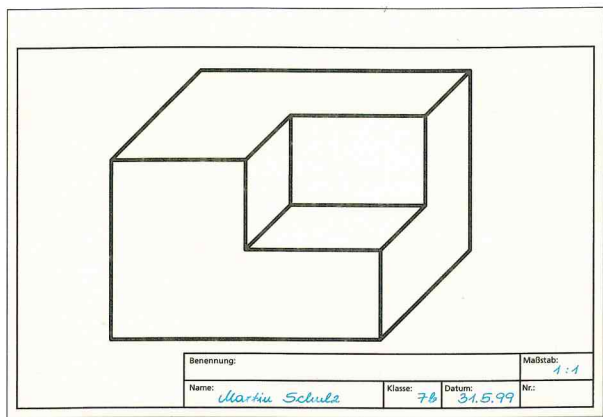
Deine Darstellung könnte ähnlich wie Abb. 2 aussehen.

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich im Informationsteil zur Kavalierperspektive und dabei besonders zur Arbeitsweise beim Zeichnen.
- ▶ Wähle die für das Zeichnen günstigste Lage des Modells.
- ▶ Teile dein Zeichenblatt ein.
- ▶ Zeichne zuerst die Hüllform des Modells.
- ▶ Überprüfe deine Darstellung und korrigiere, wenn nötig.



1 Materialien zum Bau von Modellen



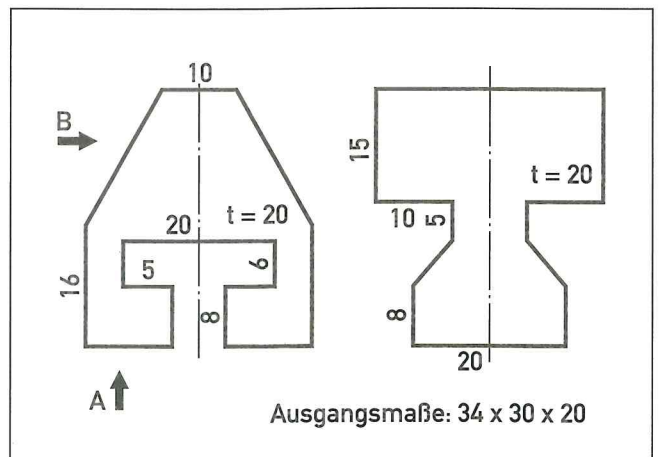
2 Beispieldarstellung

Aufgabe 36: Profilstücke in der Kavalierperspektive darstellen

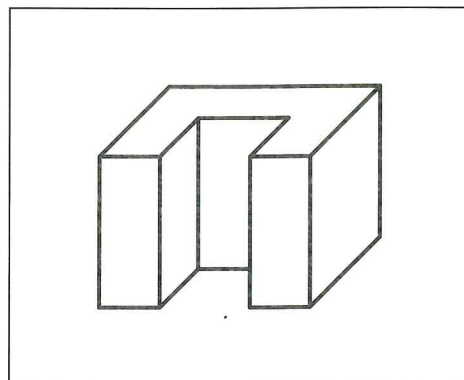
Zeichne ein Profilstück nach Abb. 3 aus der Sicht von Pfeilrichtung A in der Kavalierperspektive. Deine Darstellung könnte ähnlich wie in Abb. 4 aussehen.

Arbeitshinweise:

- ▶ Informiere dich im Informationsteil zur Kavalierperspektive.
- ▶ Es ist hilfreich, wenn du dir zunächst mit einer Skizze Klarheit über Form und Gestalt des Profilstücks verschaffst.
- ▶ Falls du das Profilstück zuvor in zwei Ansichten zeichnest, kannst du diese als Orientierungshilfe und zur Kontrolle nutzen.



3 Profilstücke in der Draufsicht



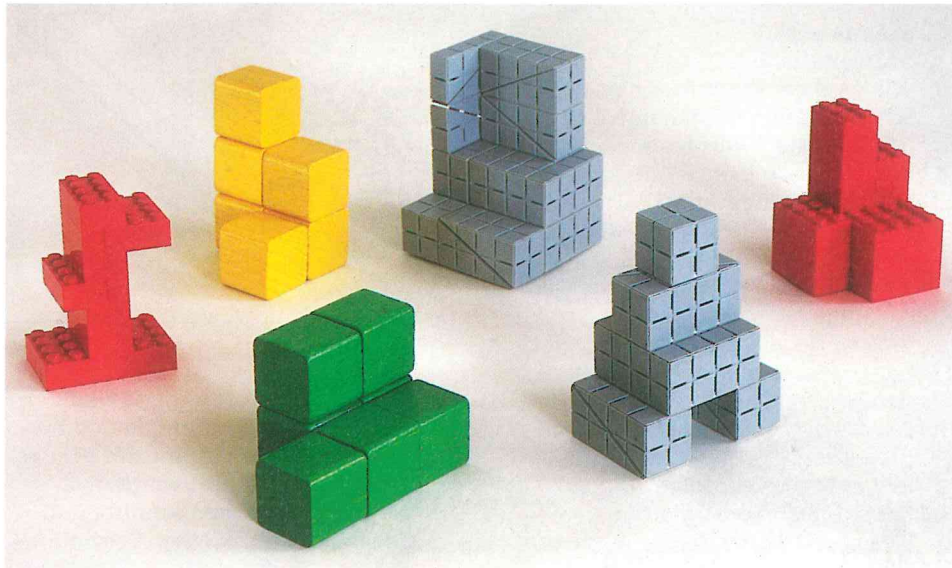
4 Gegenstand in Kavalierperspektive

Aufgabe 37:
Ein Modell in dimetrischer Darstellung zeichnen

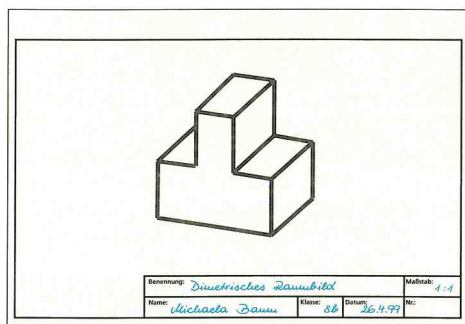
Baue zunächst aus Baukastenteilen ein Modell mit Aussparungen. Zeichne es dann in dimetrischer Darstellung. Deine Darstellung könnte ähnlich wie Abb. 6 aussehen.

Aufgabe 38:
Ein Modell in isometrischer Darstellung zeichnen

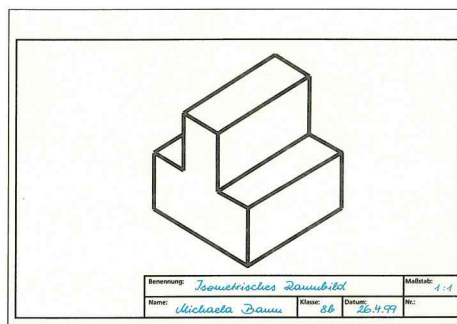
Baue zunächst aus Baukastenteilen ein Modell mit Aussparungen. Zeichne es dann in isometrischer Darstellung. Deine Darstellung könnte ähnlich wie Abb. 7 aussehen.



5 Modelle aus verschiedenen Materialien



6 Modell in dimetrischer Darstellung



7 Modell in isometrischer Darstellung

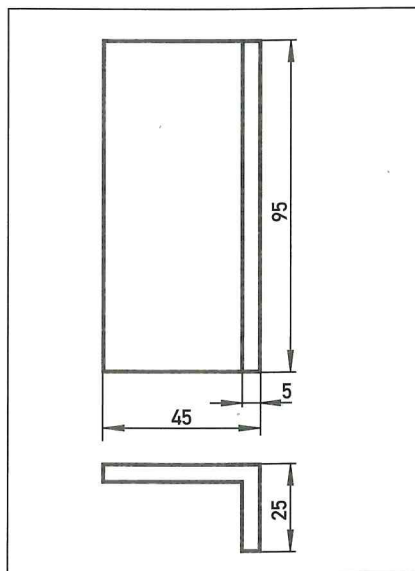
Arbeitshinweise für Aufgabe 37 und 38:

- ▶ Informiere dich über die dimetrische bzw. die isometrische Darstellung und dabei besonders zur Arbeitsweise beim Zeichnen.
- ▶ Wähle die für das Zeichnen günstigste Lage.
- ▶ Skizziere zunächst das Raumbild. Beginne dabei mit der Hüllform des Modells.
- ▶ Vergleiche Skizze und Modell und korrigiere, wenn nötig.
- ▶ Zeichne das Modell maßstäblich. Klemme dabei das Lineal zum Verschieben der Zeichenschablone fest.
- ▶ Überprüfe deine Darstellung.

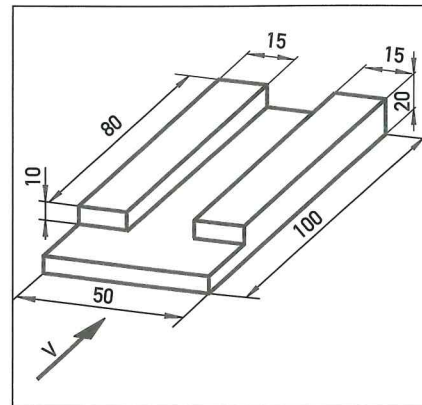
Überprüfe dein Wissen

Bearbeite die folgenden Aufgaben und mache dir dazu Notizen. Du kannst das Themenheft zu Hilfe nehmen.

- 1 Erkläre die folgenden Fachbegriffe: Fertigungszeichnung, Fertigungs-skizze, Maßstab, Eintafelbild, Zweitafelbild, Maßbezugs-kante, Linien-arten.
- 2 Beschreibe die Zeichnungsanfertigung im
 - a) Eintafelbild,
 - b) Zweitafelbild.
- 3 Wie wird ein Werkstück bemaßt? Schreibe deine Vorgehensweise auf und lasse sie kontrollieren.
- 4 Was mußt du beim Ausfüllen des Schriftfeldes beachten?
- 5 Erkläre die folgenden Darstellungsarten: Kavalierperspektive, dimetrische Darstellung, isometrische Darstellung.
- 6 Welche Regeln gelten für den Platzbedarf bei räumlichen Darstellungen?
- 7 Erkläre die rechtwinklige Parallelprojektion.
- 8 In welcher Reihenfolge wird ein Dreitafelbild konstruiert?
- 9 Wie mußt du das Zeichenblatt einteilen, wenn du ein Dreitafelbild zeichnest?
- 10 Konstruiere die fehlende Seitenansicht des Werkstücks aus Stahl und trage eine passende Benennung in das Schriftfeld ein.



- 11 Zeichne das Dreitafelbild der abgebildeten Führung:



- 12 Eine technische Zeichnung gibt ein Werkstück mit Bohrungen und Rundungen wieder. Was musste bei der Bemaßung beachtet werden?
- 13 Woran erkennt man Schnitte und Gewinde in technischen Zeichnungen?
- 14 Welche Faustregeln gelten für den Umgang mit Bleistiften, Feinminenstiften, Zirkel, Zeichenplatte und Schablonen?
- 15 Was ist CAD und wo wird es eingesetzt?
- 16 Beschreibe einen CAD-Arbeitsplatz.
- 17 Woraus besteht die Hardware für einen CAD-Arbeitsplatz?
- 18 Welchen Vorteil hat das CAD gegenüber dem manuellen technischen Zeichnen?
- 19 Mit welchen Darstellungen kann beim Einsatz einer CAD-Software gearbeitet werden?
- 20 Erkläre drei Änderungsfunktionen.
- 21 Wie werden Zeichnungen mit der Ebenentechnik erstellt?
- 22 Wozu benötigt man technische Texte?
- 23 Welche Anforderungen werden an Technische Zeichner/Zeichnerinnen gestellt?
- 24 In welchen Fachrichtungen werden Technische Zeichner/Zeichnerinnen ausgebildet und welche Aufgaben haben sie auszuführen?

Am Anfang stehen viele Fragen: Um Antworten für die Lösung von Problemen zu finden, muss man sich vieler unterschiedlicher Informationsquellen bedienen.



Im Team beraten, wie und wo Informationen beschafft werden können



Das Lexikon ist eine einfach erreichbare Info-Quelle



Nur wer Fragen stellt, findet auch Antworten

Computer, CD-Roms, Internet und Mailboxen sind fast unerschöpfliche Informationsquellen



In Bibliotheken ist das Wissen von 2000 Jahren gesammelt



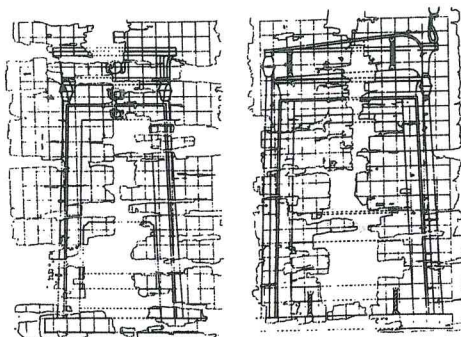
Fachleute kennen sich aus. Wenn man die richtigen fragt, bekommt man die richtige Antwort



Aus der Geschichte der technischen Zeichnung

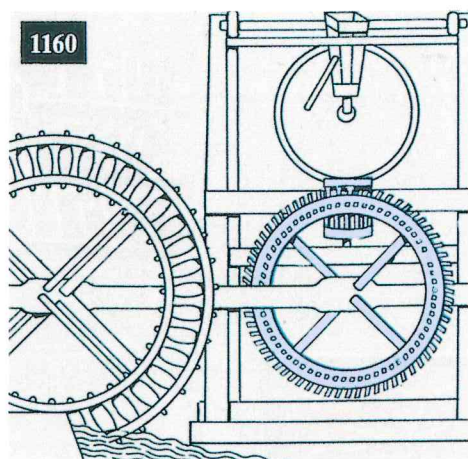
Die ersten zeichnerischen Darstellungen zur Planung und Herstellung von Gegenständen, Geräten und Bauten haben ihren Ursprung in der Arbeitsteilung der Menschen des Altertums. Für bestimmte Aufgaben bildeten sich Spezialisten heraus, so z. B. Töpfer, Werkzeugmacher und Baumeister.

Sie ritzten ihre Aufzeichnungen auf Ton- oder Wachstafeln oder fertigten Baupläne auf Pergamenten.



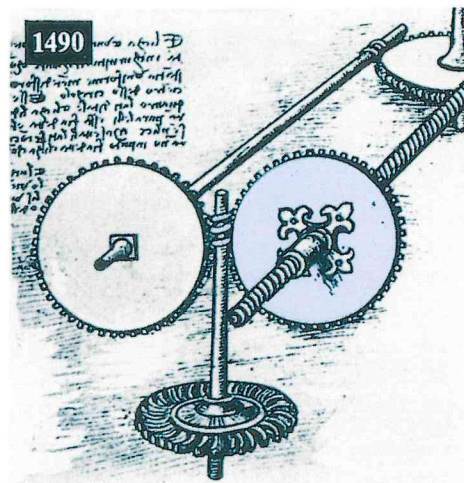
1 Bauplan auf einem Papyrus

In den mittelalterlichen Zünften der „Reißer“ entstanden sehr genaue Pläne – auch „Risse“ genannt – von Bauwerken und deren Einzelteilen, ohne die z. B. der Dombau nicht möglich gewesen wäre. Darstellungen technischer Gegenstände aus dieser Zeit zeigen in einfacher Form, wie die Menschen durch das Zusammenfügen und Zusammenwirken verschiedener Bauteile die Kräfte der Natur nutzten.



2 Hölzerne Zahnräder an einer Weinpresse

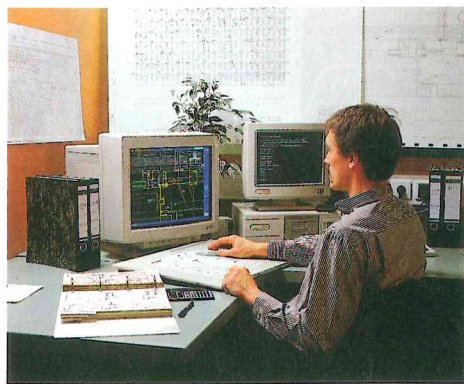
Die Werk- oder Ideenskizzen des Erfinders, Malers und Baumeisters Leonardo da Vinci (15. Jh.) waren – auch durch ihre räumliche Darstellung – seiner Zeit weit voraus. Erst Jahrhunderte später wurden technische Darstellungen dieser Art in der Zeit der industriellen Revolution gefertigt.



3 Werkskizze von Leonardo da Vinci

Allgemein verbindliche Darstellungsweisen der Technik entstanden erst mit der Massenfertigung von Gütern und der damit verbundenen Rationalisierung durch moderne, arbeitsteilige Fertigung mit vorgefertigten Einzelteilen, wie z. B. Schrauben oder Zahnrädern.

In Deutschland gibt es erst seit 1921 technische Zeichnungen, die nach einer festgelegten Zeichensprache mit Regeln und Bestimmungen gefertigt werden.

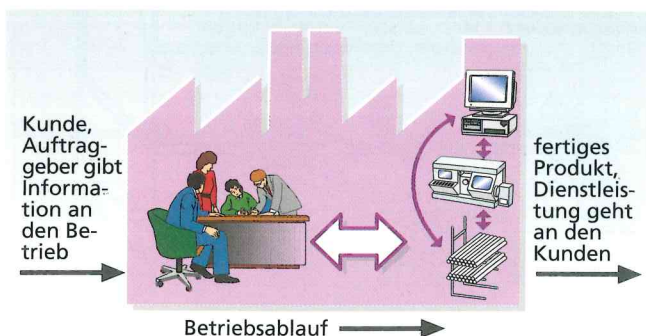


4 CAD-Arbeitsplatz

CAD =
Computer
Aided
Design

Die technische Kommunikation im Überblick

Bevor ein Produkt oder ein Werkstück produziert und ausgeliefert werden kann, fließen viele Informationen vom Kunden zum Betrieb, innerhalb des Betriebes und zurück zum Kunden.



5 Betriebsinterne Kommunikation

Enthalten diese Informationen technische Sachverhalte, so können sie nur in einfachen Fällen durch Sprache oder Schrift übermittelt werden. Zur Darstellung und Übermittlung dieser Sachverhalte benutzt man technische Kommunikationsmittel und -medien.

Die technischen Kommunikationsmittel und -medien werden zur Informationsbeschaffung, -weitergabe und -speicherung benötigt. Dabei werden überwiegend elektronische Datenträger eingesetzt.

Um die Kommunikation zu erleichtern, werden genormte Informationsträger zur Bearbeitung von Aufträgen verwendet, z. B.

- Stücklisten
- Zeichnungen
- Diagramme
- Kennlinien
- Schaltpläne
- Tabellen
- Arbeitspläne
- Fertigungsprogramme
- Arbeitszeitkarten
- Versandpapiere
- Betriebsanleitungen
- Ersatzteillisten
- Bestellformulare
- Prüfprotokolle

Grundregeln, die bei der Informationsvermittlung beachtet werden müssen, sind in nationalen (DIN) und internationalen (ISO) Normen festgelegt. Innerhalb der technischen Kommunikation gelten die Normen für die Gestaltung der Unterlagen (Zeichnungsnormen) sowie die Normen über die Größe und Ausführung der Werkstücke (Normteile).

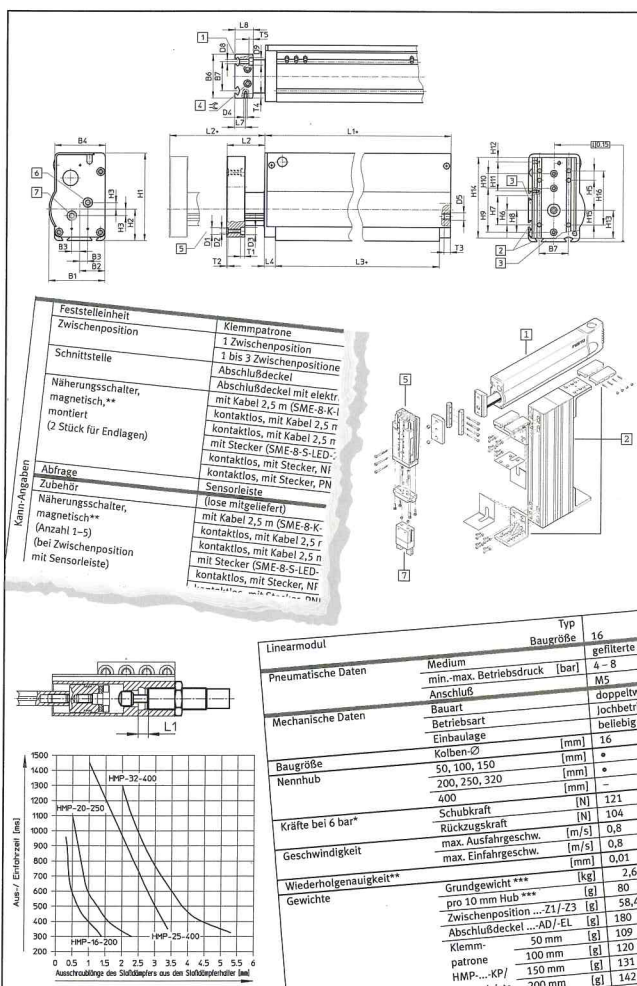
DIN:
Deutsches
Institut für
Normung

ISO:
Internationale
Standard
Organisation

Technische Zeichnungen sind häufig das wichtigste Informationsmittel für den Produktionsablauf vom Kundenauftrag bis zum fertigen Produkt. Dies gilt auch bei der Instandsetzung und Wartung von Maschinen und Geräten.

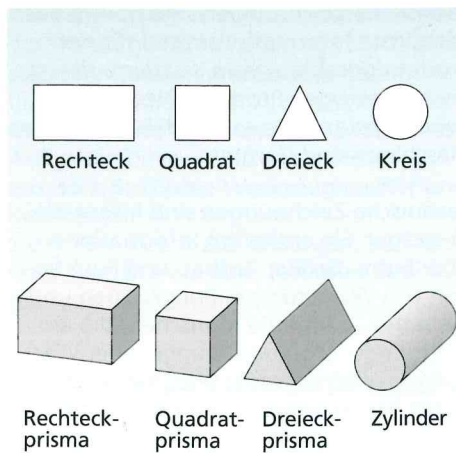
Technische Zeichnungen sind Informationsträger. Sie enthalten Informationen über Form, Größe, Aufbau und Funktionen von Werkstücken, Baugruppen und Systemen, damit die Menschen, die am Fertigungs-, Instandsetzungs- oder Wartungsprozess beteiligt sind, die notwendigen Angaben am Arbeitsplatz haben.

Technische Zeichnungen unterscheidet man nach ihrem Inhalt und Zweck, daher gibt es Skizzen, Teilzeichnungen, Gruppen- und Gesamtzeichnungen sowie Explosionszeichnungen und Pläne.

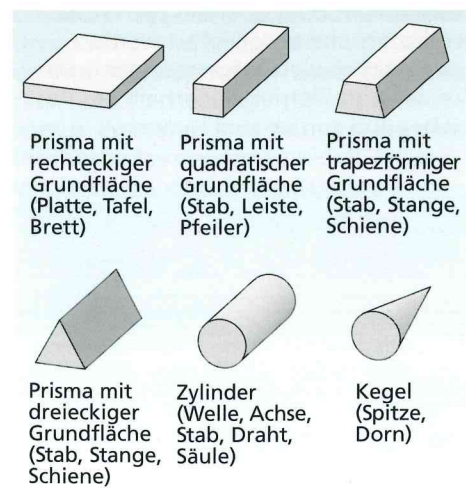


6 Kommunikationsmittel

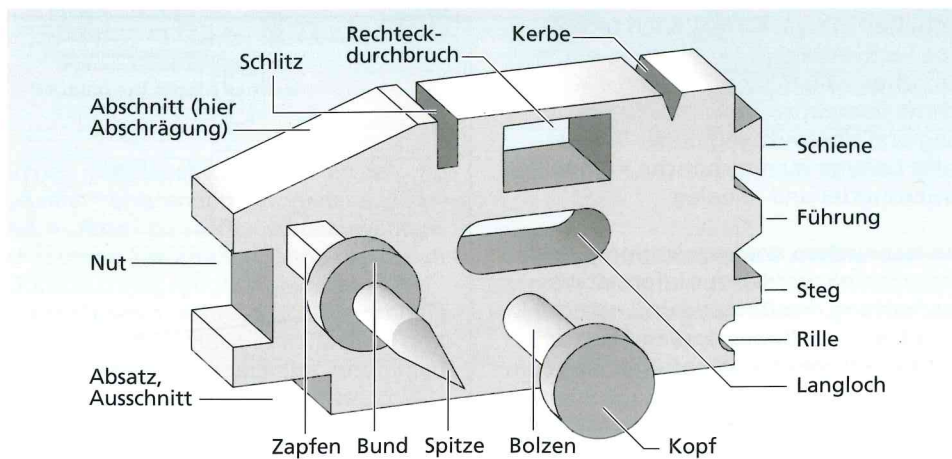
Formbeschreibung im technischen Zeichnen



1 Begriffe für geometrische Grundformen von Flächen und Körpern



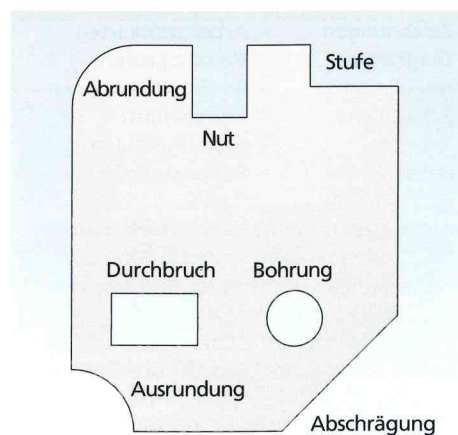
2 Begriffe für geometrische und technische Formen



3 Begriffe für Teilformen (Ausparungen und Ansätze)

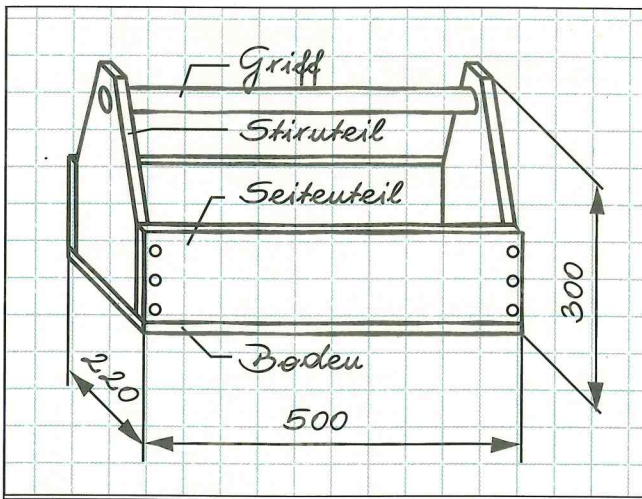
Das Erkennen der Form ist das Kernstück des Zeichnungslesens. Um sich über die Form eines Gegenstands verständigen zu können, ist es notwendig, sie eindeutig zu beschreiben.

Das Beschreiben der Form beginnt mit dem Benennen der geometrischen Grundform. Anschließend werden die Teilformen nacheinander „abgebaut“ und benannt.

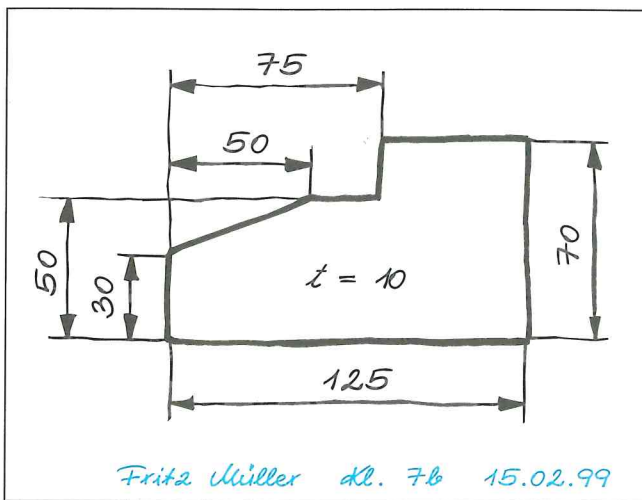


4 Begriffe für Bearbeitungsformen (Auswahl)

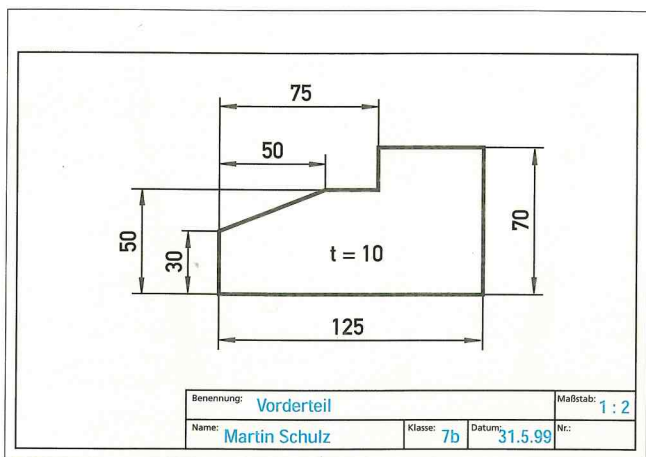
Skizze und Fertigungszeichnung



5 Entwurfsskizze eines Werkzeugkastens



6 Fertigungsskizze



7 Fertigungszeichnung

Skizze

Skizzen werden in der Regel angefertigt, um etwas mit wenig Aufwand an Zeit und Hilfsmitteln zeichnerisch darzustellen (Abb. 5 und 6).

Das Skizzieren geschieht vorwiegend freihändig und ist nicht an Regeln und Bestimmungen gebunden. Die Verwendung von kariertem Papier kann das Skizzieren erleichtern.

Ideen- bzw. Entwurfsskizzen helfen, eigene Ideen zu finden bzw. zu klären und anderen zu erläutern.

Fertigungsskizze

Sollen Gegenstände oder ihre Einzelteile zum Zweck ihrer Herstellung rasch und mit einfachen Mitteln dargestellt werden, so bietet sich die Fertigungsskizze an. Sie enthält alle notwendigen Angaben, so z. B. solche über

- die Abmessungen (Länge, Breite, Dicke)
- die Lage und Maße von Aussparung und Schräge
- die Benennung des Werkstücks
- Angaben zum Namen, zur Klasse und zum Datum

Fertigungszeichnung

Für die Planung und Herstellung von Gegenständen im Technikunterricht ist vor allem die Fertigungszeichnung von Bedeutung. Ihre Anfertigung erfordert im Vergleich zur Fertigungsskizze neben einer Zeichenplatte mit Lineal vor allem zeichnerische Genauigkeit und Sauberkeit.

Umgang mit Bleistift und Feinminenstift



Bleistift



Feinminenstift



Stellzirkel

Eine Linie sauber zu ziehen, will gelernt sein. Sie sollte möglichst tiefschwarz und gleichmäßig breit sein (Abb. 1). Ob dies gelingt, hängt ab vom Härtegrad der verwendeten Mine, vom Druck auf den Stift und von der Beschaffenheit des Zeichenpapiers.

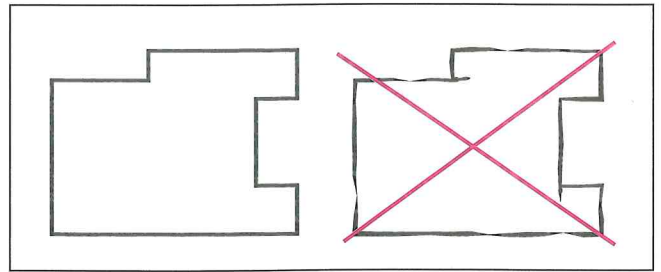
Die folgende Faustregel kann dir einen Anhaltspunkt geben:

- Beim Vorzeichnen sollte man härtere Minen, z. B. F oder H, verwenden und dabei nur geringen Druck ausüben.
- Zum Nachzeichnen (auch „Ausziehen“ genannt) eignen sich weichere Minen, z. B. HB oder B. Dabei wird mit deutlich stärkerem Druck gearbeitet.

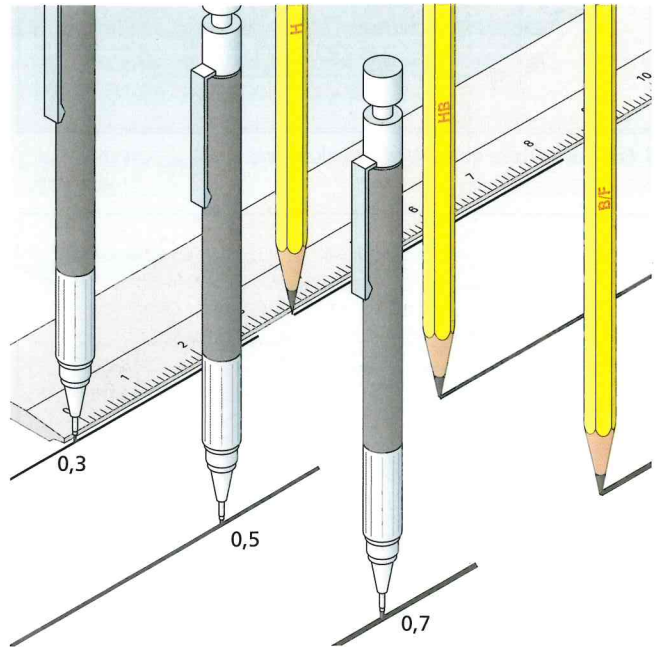
Für „Bleistiftzeichnungen“ eignen sich **Holzbleistifte** oder noch besser **Feinminenstifte** (Abb. 2 und 3).

Um randscharfe Linien zu erhalten, sollten **Holzbleistifte** immer gut angespitzt werden und eng an der Linealkante entlang geführt werden (Abb. 3a). Damit die Linie trotz Abrieb der Minenspitze möglichst gleichmäßig breit wird, neigt man den Stift schräg in Richtung der Linienführung und dreht ihn beim „Ziehen“ zwischen den Fingern (Abb. 3b).

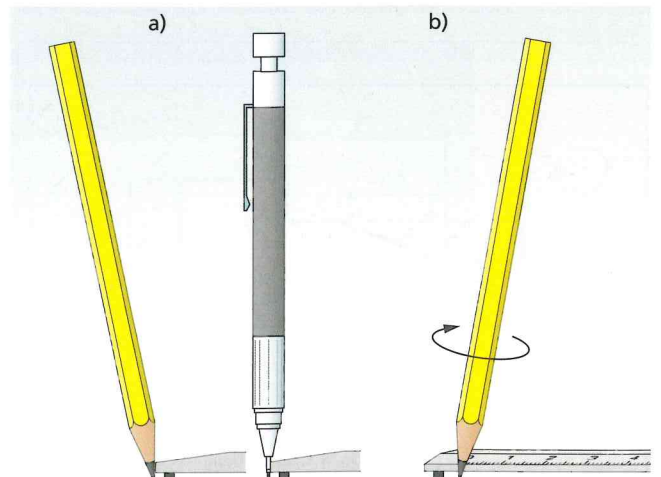
Feinminenstifte gibt es für 0,3, 0,5 und 0,7 mm dicke Minen (Abb. 2). Mit ihnen kann man – leichter als mit dem Bleistift – entsprechend breite und gleichmäßige Linien zeichnen. Außerdem entfällt das Anspitzen. Da nur die Mine kürzer wird und der Feinminenstift seine Länge behält, liegt er immer gleich gut in der Hand.



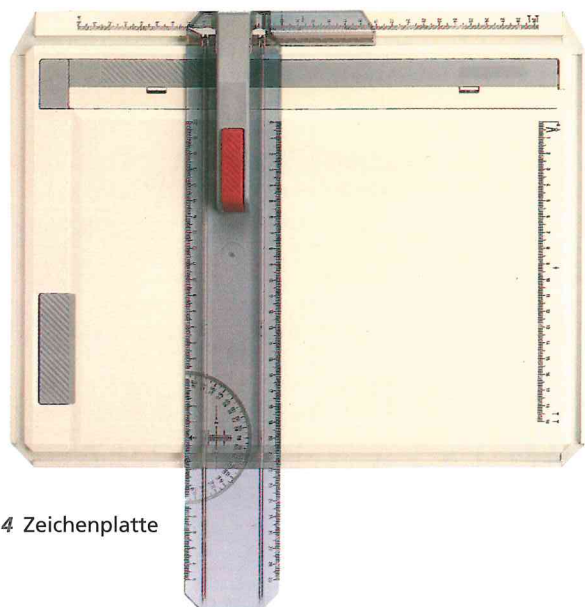
1 Richtig und falsch gezogene Linien



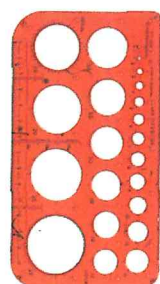
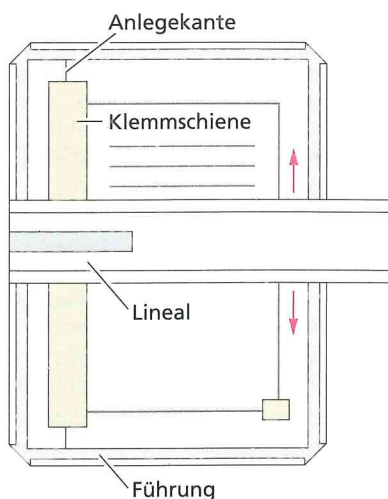
2 Zeichenstifte und Linienbreiten



3 Zeichenstiftführung



4 Zeichenplatte



Lochkreis-schablone

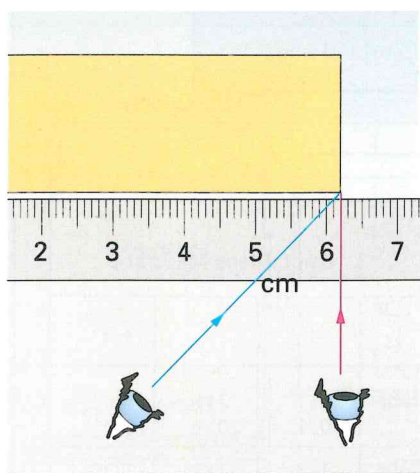
Für das technische Zeichnen in der Schule eignet sich die Zeichenplatte aus Kunststoff (Abb. 4). Die Klemmschiene hält das Zeichenblatt. Unter ihr befindet sich eine Anlegekante, an der das Blatt randparallel bzw. rechtwinklig ausgerichtet wird. Nuten oder Stege an allen 4 Seiten führen das **Lineal**. Dieses kann man verschieben bzw. umsetzen und so parallele bzw. rechtwinklige Linien ziehen. Sollen am Lineal Schablonen oder Zeichendreiecke angelegt werden, so sollte man es zuvor feststellen. Genaues Zeichnen wird durch das Benutzen der Messskalen

(in cm) auf Lineal und Klemmschiene erleichtert. Voraussetzung ist dabei das genaue Ablesen auf der Messskala (Abb. 5).

Kleinere Kreise und Radien lassen sich mit der **Lochkreis-schablone** zeichnen, größere mit dem Zirkel. Bei der Arbeit mit dem **Zirkel** sollten Zentrierspitze und die angeschliffene Zirkelmine senkrecht auf dem Zeichenblatt stehen (Abb. 6). Beim Zeichnen von Radien werden zuerst diese und dann die Anschlusslinien gezeichnet (Abb. 7). Zum Anschleifen der Zirkelmine ist das Schleifbrettchen eine praktische Hilfe.

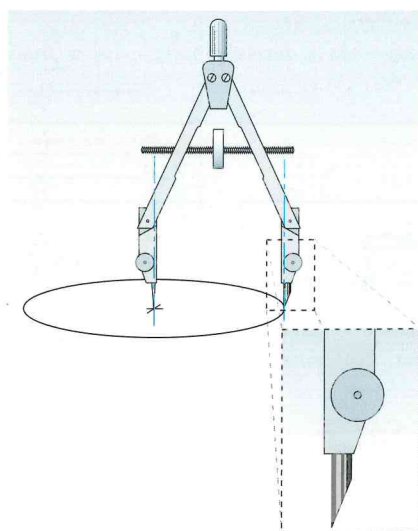


Schleif-brettchen

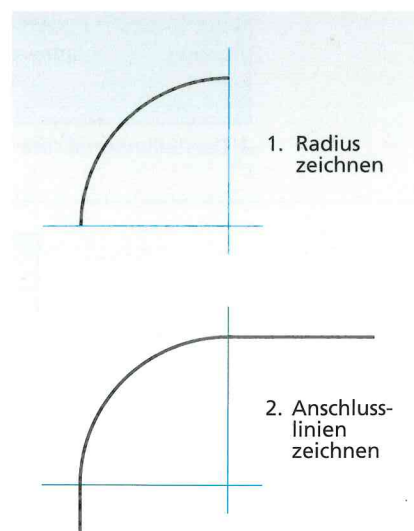


Schräges Ablesen = falsche Größe
Gerades Ablesen = richtige Größe

5 Messen mittels Lineal



6 Zeichnen mittels Zirkel



7 Zeichnen eines Radius

Maßstab

Sind Gegenstände unseres Alltags zeichnerisch darzustellen, so zeichnet man sie in wirklicher Größe, verkleinert oder vergrößert (Abb. 1).

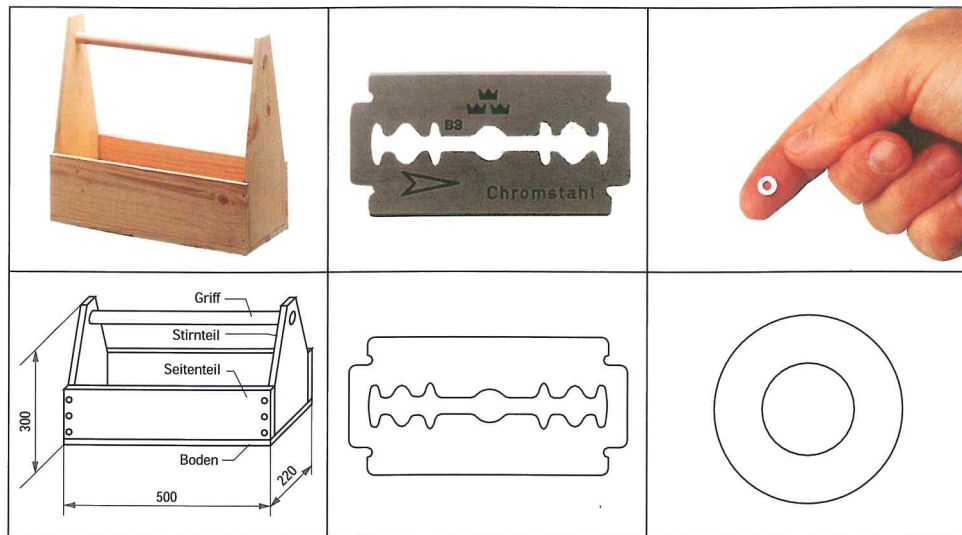
In allen drei Beispielen stehen die Abmessungen des gezeichneten Gegenstands in einem bestimmten Verhältnis zu seiner wirklichen Größe.

Das Verhältnis der Abmessungen eines gezeichneten Gegenstands zu seiner wirklichen Größe nennt man **Darstellungsmaßstab**, abgekürzt **M** (Abb. 2).

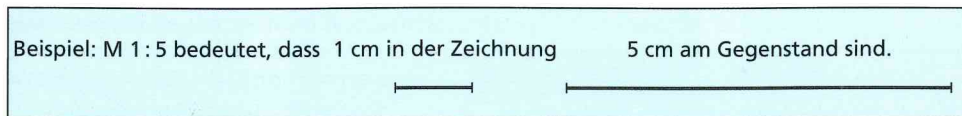
In technischen Zeichnungen werden neben dem natürlichen Maßstab auch der Verkleinerungs- und der Vergrößerungsmaßstab verwendet (Abb. 3).

Beim **Verkleinerungsmaßstab** werden alle Abmessungen im angegebenen Verhältnis zeichnerisch verkleinert und beim **Vergrößerungsmaßstab** zeichnerisch vergrößert.

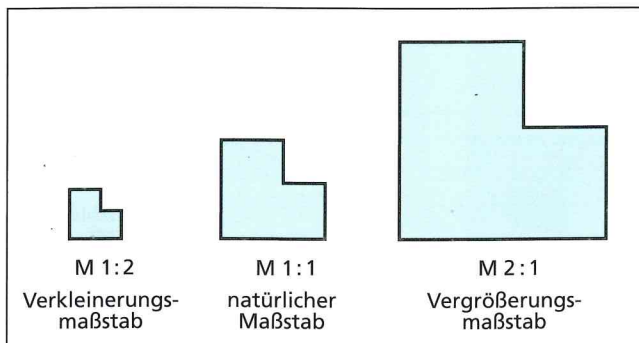
Verkleinerungs- und Vergrößerungsmaßstäbe, die beim technischen Zeichnen üblich sind, zeigt Abb. 4.



1 Gegenstände und maßstäbliche Zeichnungen



2 Darstellungsmaßstab



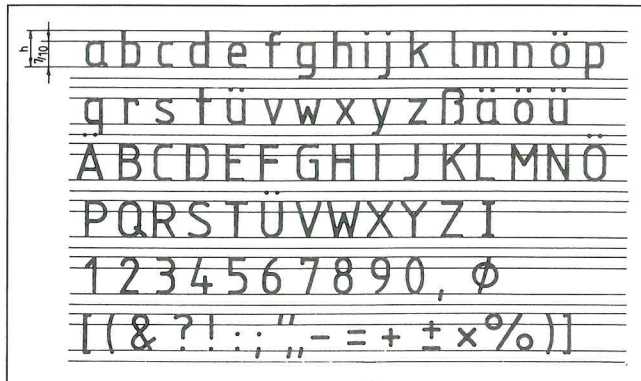
3 Verschiedene Maßstäbe

Arten der Maßstäbe	Empfohlene Maßstäbe		
natürlicher Maßstab			1:1
Vergrößerungsmaßstäbe	5:1 50:1	2:1 20:1	10:1
Verkleinerungsmaßstäbe	1:2 1:20	1:5 1:50	1:10 1:100

4 Empfohlene Maßstäbe

Benennung: Vorderteil		Maßstab: 1:1	
Name: Martin Schulz	Klasse: 7b	Datum: 31.5.99	Nr.:

5 Vorschlag für ein Schriftfeld



6 Normschrift

Schriftfeld

Der verwendete Maßstab muss in der Zeichnung angegeben werden. Üblicherweise geschieht dies in einem dafür vorgesehenen Teil des Schriftfeldes (Abb. 5). Das Schriftfeld ermöglicht eine übersichtliche Anordnung von weiteren Angaben auf dem Zeichenblatt (Abb. 5). Für unsere ersten Zeichnungen genügen Angaben zum Namen, zum Datum und zum Maßstab sowie zur Benennung des Dargestellten, zur Klasse und zur Blattnummer (Abb. 5).

Beschriftung

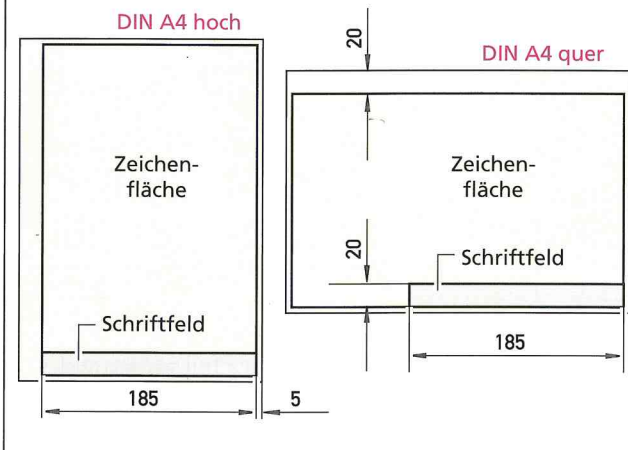
Zur unmissverständlichen Fertigungszeichnung gehört auch die eindeutig und klar lesbare Beschriftung. Diese Forderung erfüllen verschiedene Schriftarten, die hierfür entwickelt wurden. Sie sind als **Normschriften** festgelegt (Abb. 6).

Zeichenblatt

Für unsere Zwecke sind Zeichenblätter mit einer leicht rauen Oberfläche geeignet, weil sie Minen- und Bleistiftstriche gut annehmen. Außerdem sollten sie ein mehrfaches Radieren erlauben, ohne dass Spuren zurückbleiben. Als Format wird in der Regel das DIN-A4-Format ausreichen (Abb. 7).

Papierformate nach DIN 6771

Format	Abmessungen in mm
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210
A6	105 x 148



7 DIN-Formate

Linien – Bemaßung

Linien

Um einfache technische Zeichnungen lesen und anfertigen zu können, solltest du die wichtigsten der vereinbarten (genormten) **Linienarten** und deren Bedeutung kennen.

Feinminienstifte und Tuschezeichner sind in der Regel zur besseren Unterscheidung der **Linienbreiten** farblich gekennzeichnet.

Jeweils drei Linienbreiten sind einer **Liniengruppe** zugeordnet. Für Zeichnungen auf dem Format DIN A4 und DIN A3 empfiehlt sich die Liniengruppe 0,7.

Beim Arbeiten mit dieser Liniengruppe wählt man als **Schrifthöhe** 5 mm (Kleinbuchstaben: 3,5 mm hoch).

Linienart	Benennung	Verwendung	Linienbreiten der Liniengruppe 0,7 bei Verwendung von:	
			Tuschezeichner	Feinminienstiften
	Volllinie, breit	für sichtbare Kanten und Umrisse	0,7 	0,7 
	Volllinie, schmal	für Maßlinien, Maßhilfslinien, Schraffurlinien, kurze Mittellinien, Bezugslinien	0,35 	0,3 
	Freihandlinie	Bruchlinien		
	Strichpunktlinie, schmal	für Mittellinien, Lochkreise, Darstellung der ursprünglichen Form, Gehäuse		
	Strichlinie	für verdeckte Kanten	0,5 	0,5 
	Strichpunktlinie, breit	für die Kennzeichnung des Schnittverlaufs	0,7 	0,7 

1 Linienarten und Linienbreiten

Bemaßung

Mithilfe der Bemaßung werden die Form und die Abmessungen eines Werkstücks eindeutig festgelegt. Seine Herstellung muss ohne Umrechnung der Maße möglich sein.

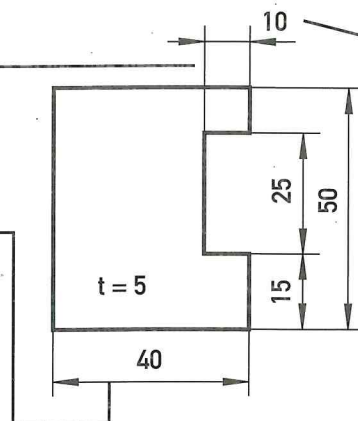
Jedes Maß (z. B. für Länge, Höhe oder eine Teilform) **ist in der Zeichnung nur einmal einzutragen.**

Maßhilfslinie

Entsteht durch „Verlängern“ der Umrisslinie. Sollte etwa 2 mm über die Maßlinie hinausragen.

Maßlinie

Liegt parallel zur Werkstückkante und zwischen Maßhilfslinien. Ihr Abstand zur Kante sollte etwa 10 mm betragen, zur nächsten Maßlinie etwa 7 mm.



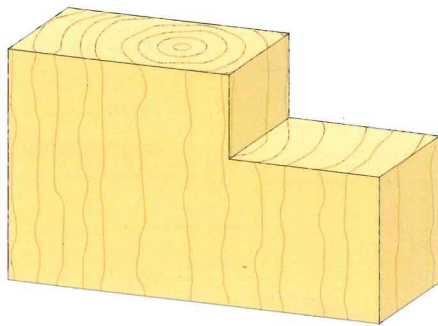
Maßzahl

Steht über der Maßlinie und gibt das tatsächliche Maß in mm an. Die Maßeinheit entfällt.

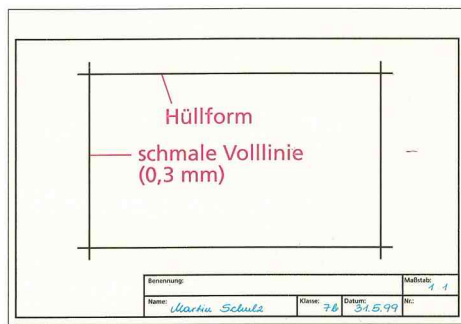
Maßlinienbegrenzung

Hier wird der Pfeil verwendet. In der Liniengruppe 0,7 ist er 3 bis 4 mm lang.

Darstellen im Einfeldbild



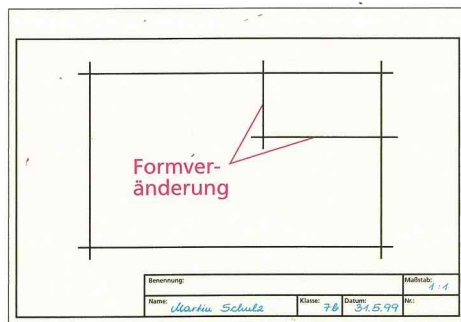
2 Flächiges Werkstück



3 Hüllform zeichnen

Umrisslinien

Von flächigen Werkstücken, wie z. B. nach Abb. 2, wird nur die Hauptansicht gezeichnet. Dabei zeigen Umrisslinien die sichtbaren Kanten (Abb. 6). Umrisslinien sind die breitesten Linien in technischen Zeichnungen. Im Technikunterricht werden sie in der Regel 0,7 mm breit gezeichnet.



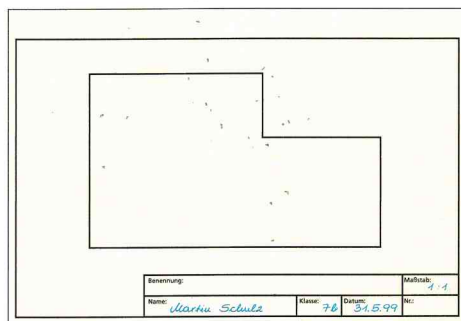
4 Aussparung zeichnen

Vorgehen beim Zeichnen

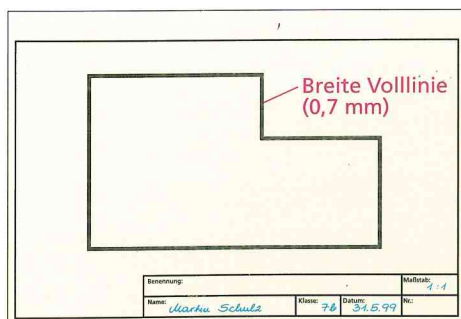
Beim Zeichnen eines Werkstücks empfiehlt es sich, die notwendigen Herstellungsschritte gedanklich und zeichnerisch nachzuvollziehen. Wie man vorgeht, zeigen die Abbildungen 3 bis 6.

Zeichenschritte:

1. Aufzeichnen der Hüllform (des Ausgangsbretts) mit der 0,3 mm breiten schmalen Volllinie (Abb. 3).
2. Einzeichnen der Formveränderung (Aussparung); Überprüfen der Darstellung (Abb. 4).
3. Radieren der überflüssigen Konstruktionslinien (Abb. 5).
4. Jetzt oder nach der Bemaßung die Fertigform mit der 0,7 mm breiten Volllinie ausziehen (Abb. 6).

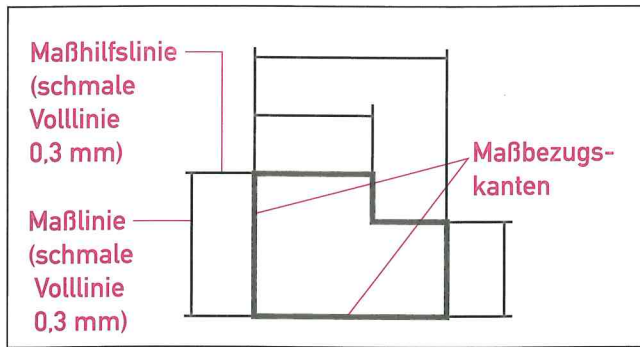


5 Überflüssige Linien entfernen

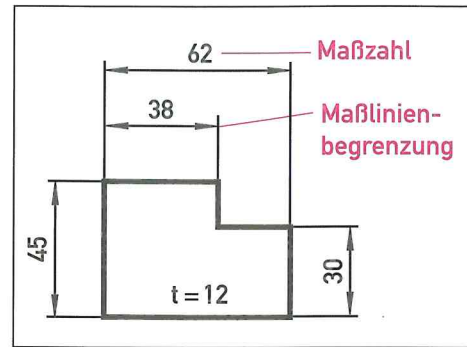


6 Fertigform ausziehen

Bemaßen im Einfeldbild



1 Bemaßungselemente



2 Zeichnung mit Bemaßung

Es ist nicht üblich, die Größe eines Werkstücks aus der technischen Zeichnung durch Messen zu entnehmen. Daher müssen Werkstücke bemaßt werden.

Erst Form und Bemaßung zusammen ergeben wichtige Informationen über den Gegenstand (Abb. 2).

Bemaßungselemente

Maßlinien werden parallel zur Werkstückkante zwischen die Maßhilfslinien gezeichnet. Ihr Abstand zu den Kanten sollte etwa 10 mm, zur nächsten Maßlinie etwa 7 mm betragen.

Maßhilfslinien zeichnet man durch „Verlängern“ der Umrisslinien. Sie sollten sich nach Möglichkeit nicht kreuzen und etwa 2 mm über die Maßlinie hinausragen.

Maßzahlen geben die tatsächlichen Maße des Werkstücks in mm an. Die Maßeinheit entfällt. Auch beim Vergrößern und Verkleinern ändern sich die Maßzahlen nicht. Man schreibt sie so über die Maßlinie, dass sie in der Lese-lage des Schriftfelds von unten oder von rechts lesbar sind.

Als **Maßlinienbegrenzung** sind nach DIN-Norm der Maßpfeil, der Punkt oder der Schrägstrich zu verwenden. Innerhalb einer Zeichnung sollte in der Regel nur eine Art benutzt werden.

Da man im Einfeldbild die Dicke des Werkstücks nicht bemaßen kann, wird sie mit „t =“ angegeben (Abb. 2).

t: Tiefe, thick

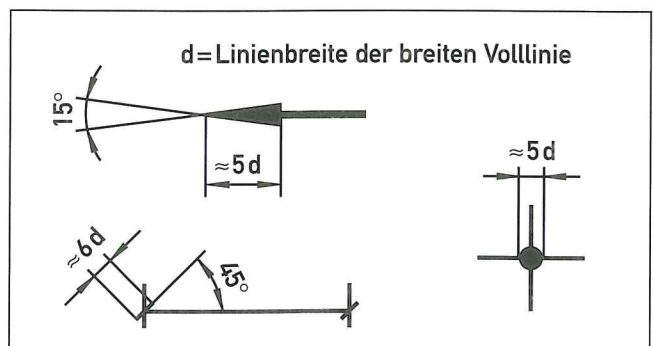
Bemaßung

Bei unsymmetrischen Werkstücken werden Maße von zwei rechtwinklig aufeinander stehenden **Maßbezugs-kanten** aus eingetragen (Abb. 1). Alle Maßlinien beginnen oder enden an diesen Maßbezugs-kanten.

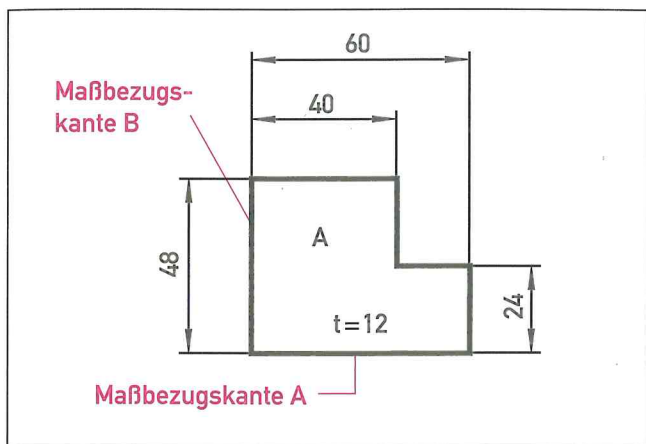
Zeichenschritte bei der Bemaßung:

1. Lege die Bezugs-kanten fest (Abb. 1).
2. Ziehe die Maß- und Maßhilfslinien (Abb. 1).
3. Zeichne die Maßlinienbegrenzung (Abb. 2).
4. Trage die Maßzahlen und die Dicke des Werkstücks ein (Abb. 2).

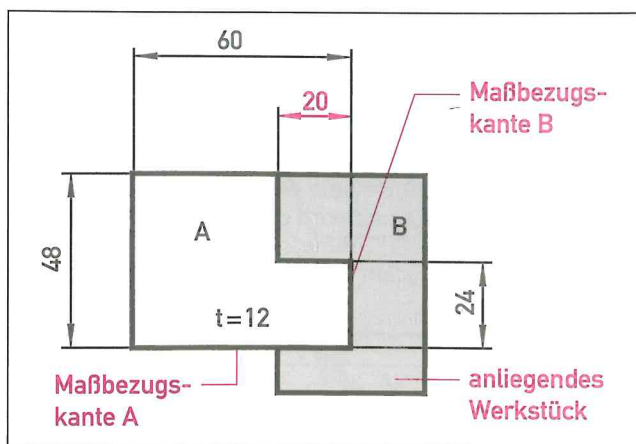
Jede Abmessung darf nur einmal bemaßt werden!



3 Maßlinienbegrenzungen



4 Wahl der Maßbezugs-kanten



5 Wahl der Maßbezugs-kanten bei anliegendem Werkstück

Festlegen der Maßbezugs-kanten

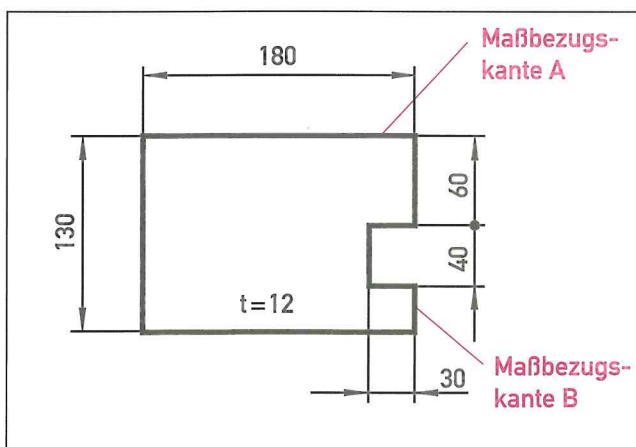
In der Regel wählt man die linke und die untere Kante eines Werkstücks als Maßbezugs-kanten (Abb. 4).

Muss das Werkstück mit einem Gegenstück zusammenpassen, wird häufig von dieser Regel abgewichen.

In Abb. 5 soll der „Zapfen“ des Werkstücks A in die Nut des Werkstücks B passen. Da an der rechten Kante von A das Werkstück B anliegt, wird diese Kante nun zur Maßbezugs-kante.

Bemaßen bei kurzen Maßlinien

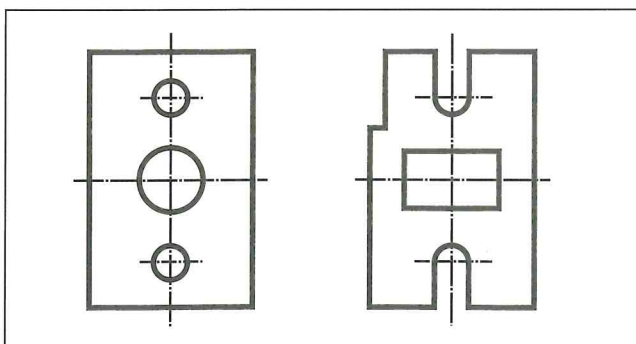
Bei sehr kurzen Maßlinien werden Maßlinien von außen an die Maßhilfslinien gesetzt (Abb. 6). Passt die Maßzahl nicht auf die Maßlinie, darf sie herausgerückt werden, wenn möglich nach rechts (siehe Maß 30). Haben die Maße eine Maßhilfslinie gemeinsam, kann der Maßpfeil durch einen Punkt ersetzt werden (Abb. 6).



6 Bemaßung bei kurzer Maßlinie

Werkstücke mit Symmetrieachse

Bei symmetrischen Werkstücken werden Symmetrieachsen als Mittellinien gezeichnet. Man wählt für sie die schmale Strichpunktlinie. Wir zeichnen Mittellinien im Gegensatz zur Mathematik auch dann ein, wenn die Hälften eines Werkstücks in Kleinigkeiten voneinander abweichen (Abb. 7).

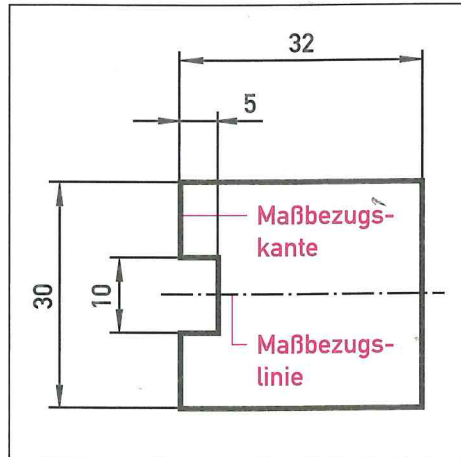


7 Werkstücke mit Mittellinien

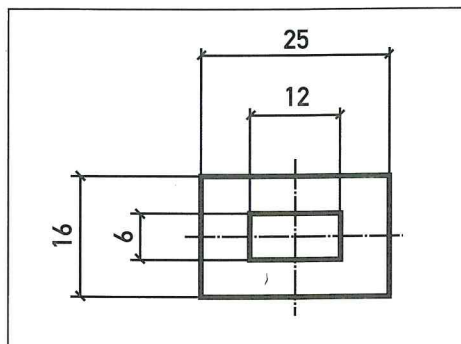
Bemaßen im Einfeldbild

Bemaßen von Werkstücken mit Mittellinien

Werkstücke mit einer Mittellinie erhalten nur eine Maßbezugs-kante (Abb. 1). Diese liegt rechtwinklig zur Mittellinie. Die Mittellinie ersetzt eine Maßbezugs-kante und wird zur **Maßbezugs-linie** (Abb. 1). Gemessen und angerissen wird in diesem Fall von dieser Mittellinie aus.



1 Maßbezugs-kante bei Werkstücken mit einer Mittellinie

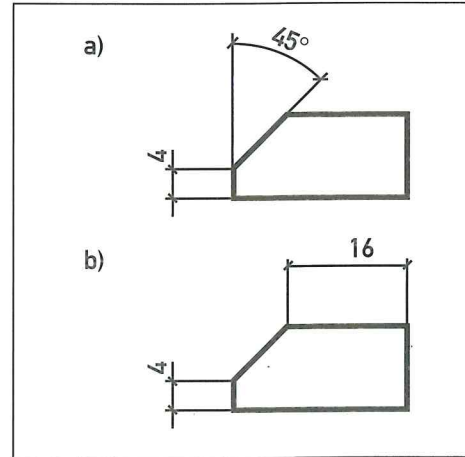


2 Werkstück ohne Maßbezugs-kanten

Bemaßen schiefwinkliger Kanten

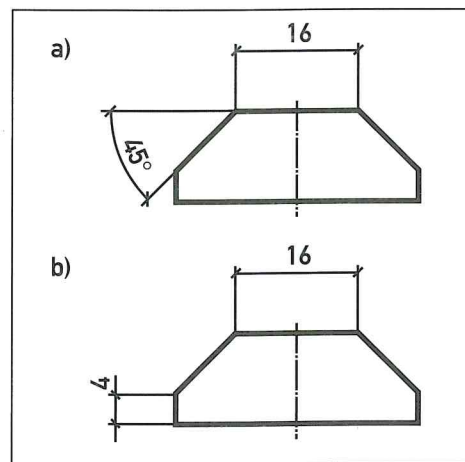
Schräg zueinander stehende Kanten können auf zwei Arten bemaßt werden:

- durch die Angabe eines Winkels und eines Längenmaßes (Abb. 3a).
- durch die Angabe von zwei Längenmaßen (Abb. 3b).



3 Bemaßung schiefwinkliger Kanten

Beide Arten können auch bei Werkstücken mit Mittellinien angewendet werden (Abb. 4a und 4b). Die Winkelangaben sollen wie andere Maßzahlen von unten oder rechts lesbar sein.



4 Bemaßung schiefwinkliger Kanten bei symmetrischen Werkstücken

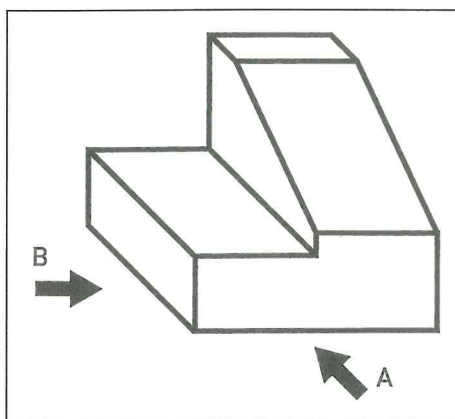
Darstellen in zwei Ansichten

Der Gegenstand in Abb. 5 weist eine Aussparung und eine Schräge auf. Um ihn eindeutig darstellen zu können, genügt eine Ansicht (ein Eintafelbild) allein nicht mehr.

Blicken wir aus Richtung des Pfeils A, so können wir den Winkel der Abschrägung weder zeichnen noch bemaßen. Bei einer Darstellung nur aus der Sicht des Pfeils B gilt dasselbe für die Tiefe der Aussparung.

Wir benötigen daher für die Herstellung des Gegenstands zwei Ansichten, und zwar aus jeder Pfeilrichtung eine (Abb. 6). Die Ansicht aus Richtung A nennen wir „Vorderansicht“, die aus Richtung B „Seitenansicht“.

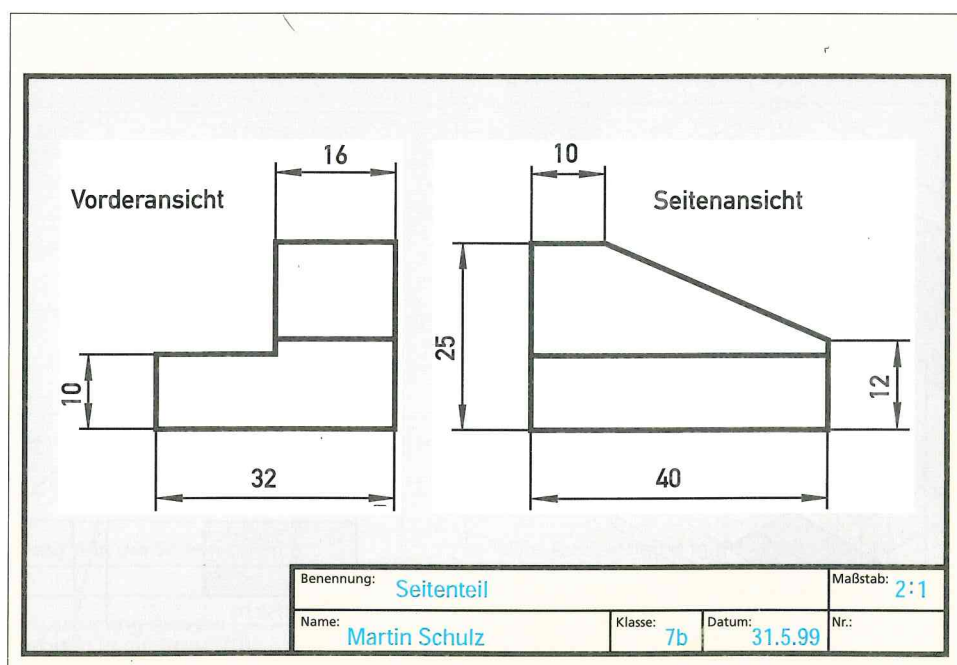
Zur Darstellung der einzelnen Ansichten gehört auch ihre Bemaßung. Damit beide unmissverständlich und eindeutig sind, sollten sie übersichtlich auf der Zeichenfläche angeordnet werden. Es empfiehlt



5 Körper mit Aussparung und Schräge

sich daher, bei der Blatteinteilung jeweils zwischen ihnen und den Zeichenflächenrändern genügend und etwa gleich große Abstände einzuplanen.

Beim Platzbedarf pro Maß ist es üblich, von etwa 15 mm auszugehen.



6 Darstellung eines Körpers in zwei Ansichten (Zweitafelbild)

Darstellen in mehreren Ansichten

Zur Herstellung von Gegenständen werden in der Regel flächige Zeichnungen angefertigt, da räumliche Darstellungen

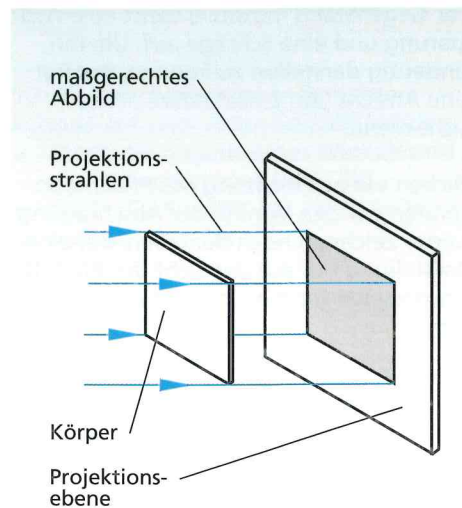
- aufwendig zu zeichnen sind und
- Kreisformen in Kavalierperspektive und Dimetrie nur in der Vorderansicht auch als Kreise gezeichnet werden können.

Beim technischen Zeichnen wird daher meist die rechtwinklige Parallelprojektion angewendet.

Rechtwinklige Parallelprojektion

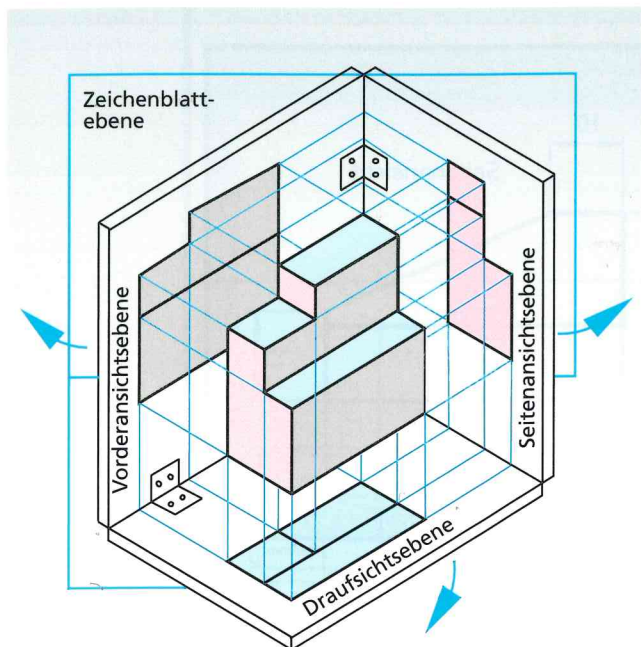
Mit ihrer Hilfe lassen sich Punkte, Strecken, Flächen und Körper auf einer dahinter liegenden Ebene zweidimensional abbilden (Abb. 2):

Parallele Projektionsstrahlen treffen rechtwinklig auf die Eckpunkte, Kanten und Flächen des Körpers. Sie ergeben ein genaues und maßgerechtes Abbild. Um einen Körper eindeutig darstellen zu können, sind meist drei Abbildungen (Projektionen bzw. Ansichten) erforderlich. Entsprechend werden drei Projektionsebenen benötigt. Diese sind rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie bilden miteinander die nach vorne offene Raumecke (Abb. 1).

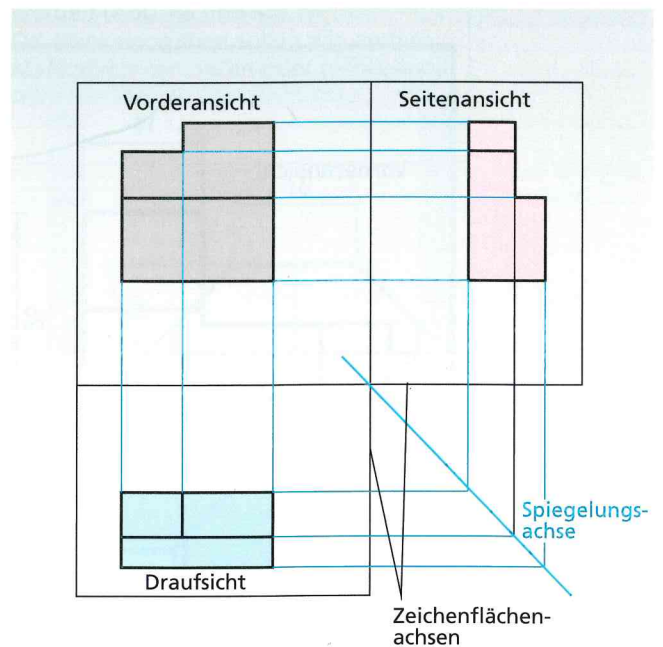


2 Rechtwinklige Parallelprojektion

Zur zeichnerischen Darstellung werden alle drei Projektionsebenen gedanklich in eine Zeichenflächenebene geklappt (Abb. 3). Ihre Verbindungsachsen werden zu Zeichenflächenachsen. Es entsteht das **Dreitafelbild**.

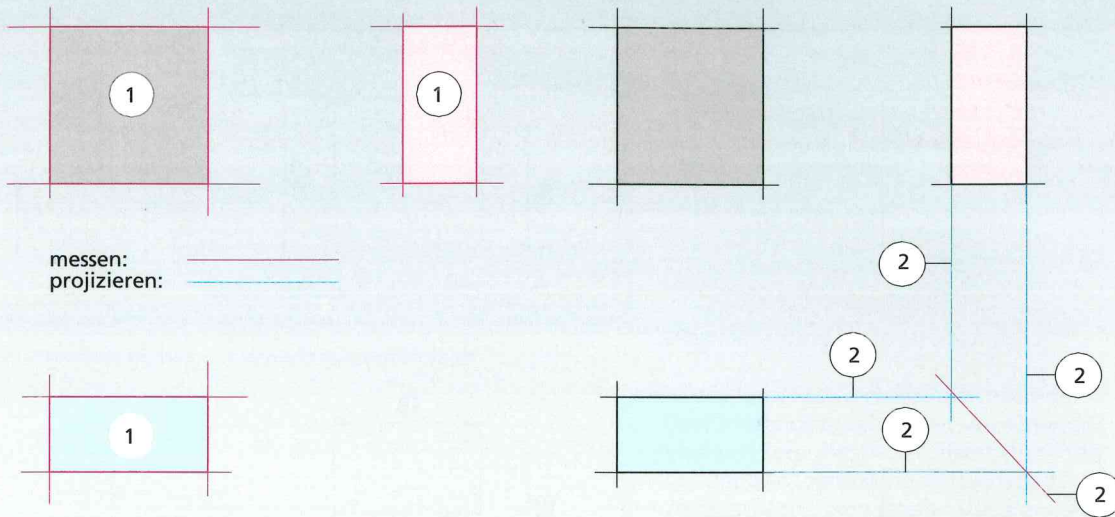


1 Parallelprojektion in der Raumecke



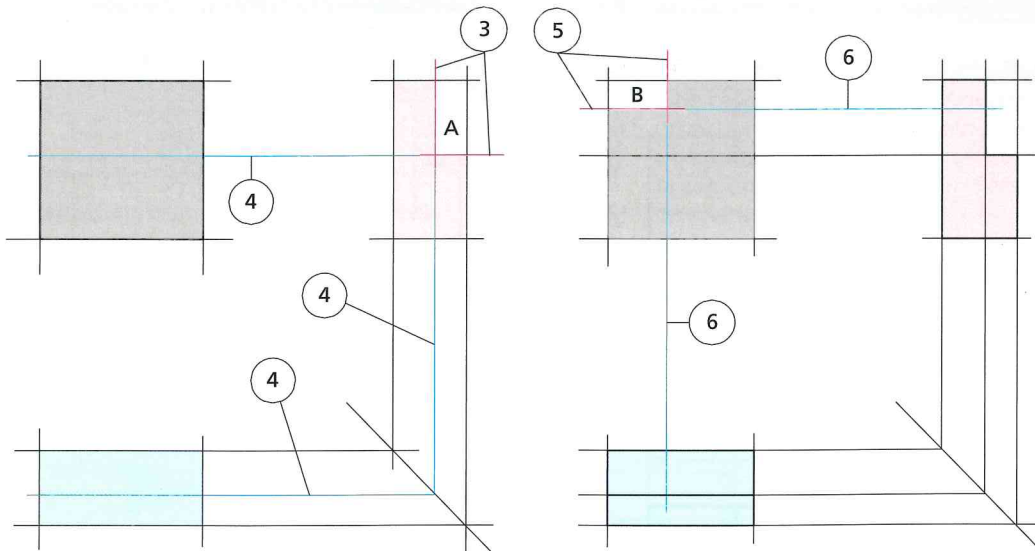
3 Dreitafelbild

Arbeitsweise beim Zeichnen: Konstruktion durch Messen und Übertragen



- 1 Die Hüllform der 3 Ansichten zeichnen. Dazu Länge, Breite und Höhe einmessen. Die 3 Ansichten möglichst so anordnen, dass sie etwa den gleichen Abstand voneinander haben und das Zeichenblatt gut aufteilen. Siehe dazu auch Seite 41.

- 2 Spiegelungsachse für Seitenansicht und Draufsicht einzeichnen. Dazu die Begrenzungslinien der Draufsicht nach rechts verlängern, die Begrenzungslinien der Seitenansicht nach unten. Die beiden Schnittpunkte durch eine Gerade (Spiegelungsachse) verbinden.



- 3 Die Aussparung A in die Seitenansicht einzeichnen.

- 4 Kanten der Aussparung A in die Vorderansicht und in die Draufsicht projizieren.

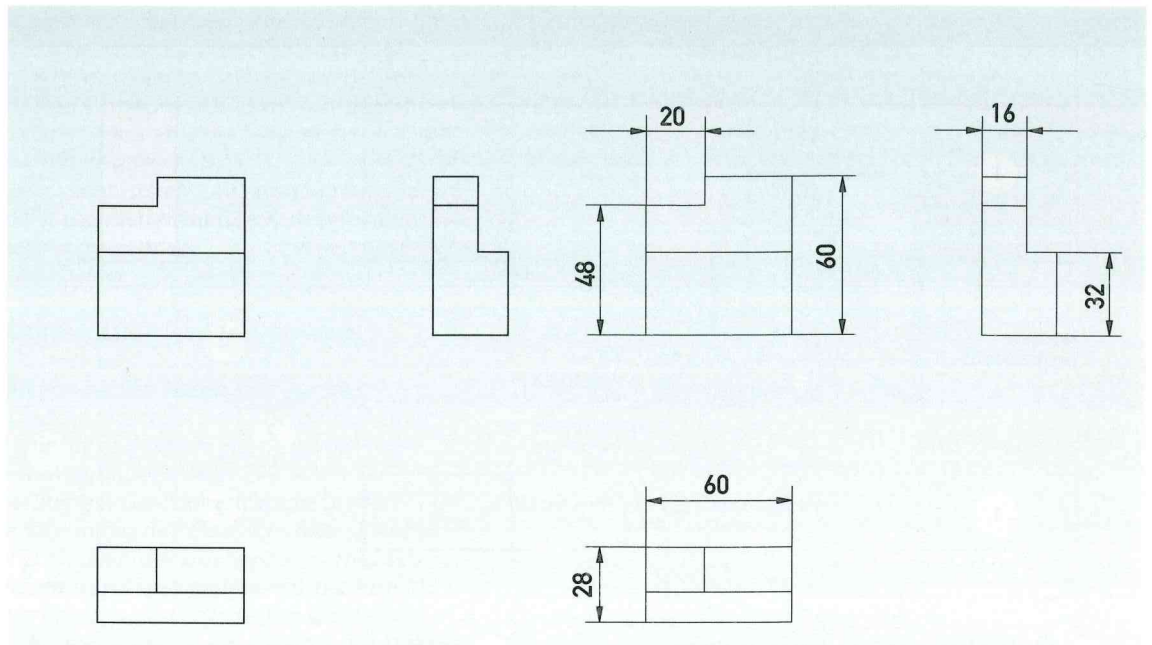
- 5 Die Aussparung B in die Vorderansicht einzeichnen.

- 6 Kanten der Aussparung B in die Seitenansicht und in die Draufsicht projizieren.

4 Arbeitsschritte beim Konstruieren eines Dreitafelbildes

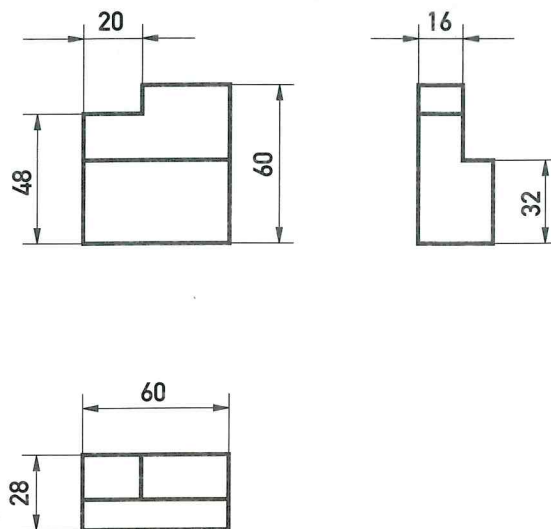
Darstellen in mehreren Ansichten

Arbeitsweise beim Zeichnen: Ausziehen und Bemaßen



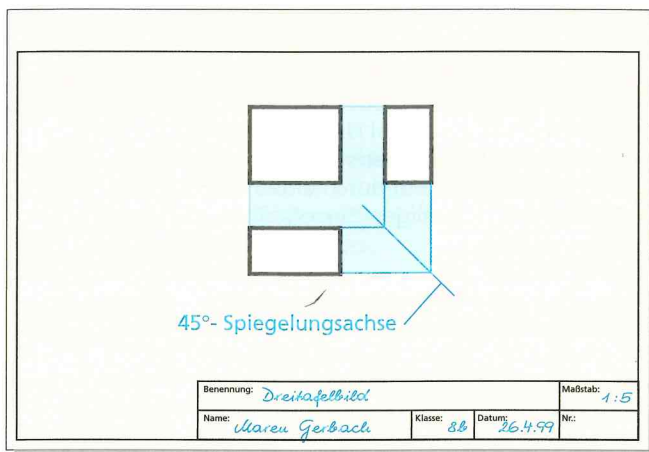
7 Überflüssige Konstruktionslinien entfernen.

8 Darstellung bemaßen.

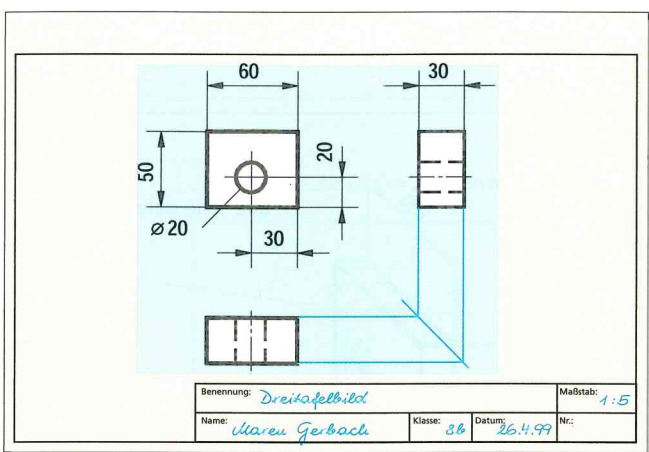


9 Kanten geschickt ausziehen, indem man jeweils die Kanten einer Richtung nacheinander und ohne Umwechseln des Lineals zieht.

1 Arbeitsschritte beim Ausziehen und Bemaßen eines Dreitafelbildes



2 Blatteinteilung beim unbemaßten Dreitafelbild



3 Blatteinteilung beim bemaßten Dreitafelbild

Technische Zeichnungen sollten möglichst zentrisch auf der nutzbaren Zeichenfläche (grau angelegt) angeordnet werden. Dies ergibt eine klare und ausgewogene Anordnung der notwendigen Zeichenfläche (blau angelegt) auf dem Zeichenblatt.

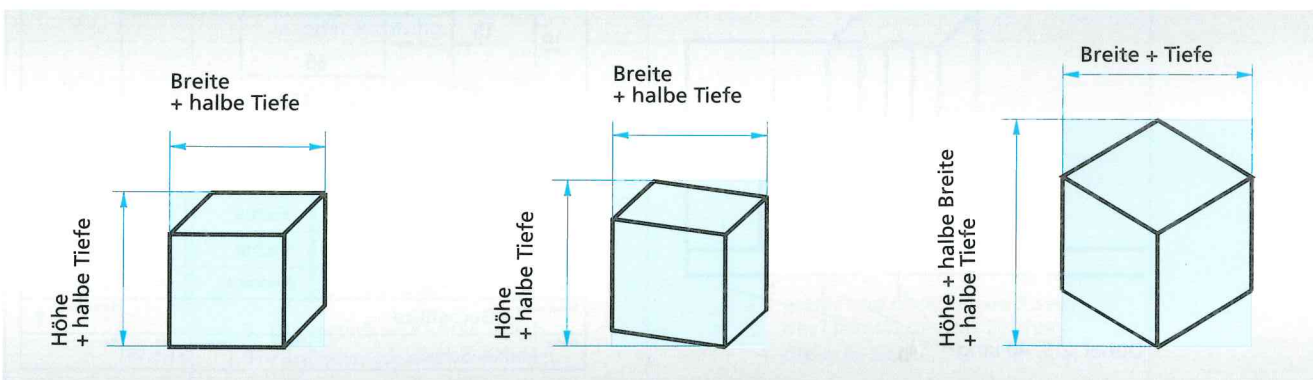
Bei bemaßten Darstellungen ist auch der Platzbedarf für die Bemaßung zu berücksichtigen. Vergleiche dazu die Abbildungen 2 und 3.

Blatteinteilung beim Dreitafelbild

In der Regel sollten die Ansichten des Dreitafelbildes gleich weit voneinander entfernt sein. Deshalb solltest du schon bei der Blatteinteilung den Abstand der Zeichenfläche zum Zeichenflächenrand festlegen. Es empfiehlt sich, die Blatteinteilung durch Skizzieren auf Karopapier vorzubereiten.

Platzbedarf bei räumlicher Darstellung

Um auch bei räumlichen Darstellungen eine möglichst zentrische Anordnung zu erreichen, kannst du die folgenden überschlägigen Angaben zur Gesamtbreite und Gesamthöhe von Perspektiven heranziehen.



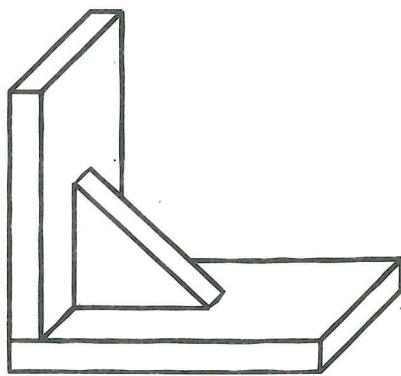
4 Platzbedarf bei räumlicher Darstellung

Darstellung mehrteiliger Gegenstände

Für die zeichnerische Darstellung von Gegenständen, die aus mehreren Einzelteilen bestehen – so genannte **mehrteilige Gegenstände** –, gelten die gleichen Regeln des technischen Zeichnens wie für einteilige Gegenstände.

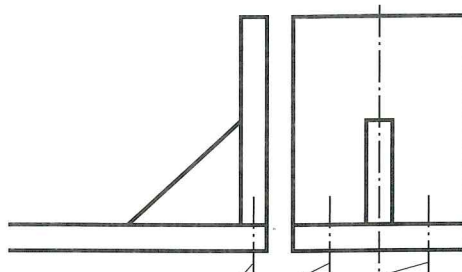
Wie die Abbildungen 1 bis 3 für eine Buchstütze zeigen, kann man solche Gegenstände auf unterschiedliche Art darstellen.

Sehr informativ und leicht verständlich sind räumliche Darstellungen, z. B. in Form einer Kavalierperspektive. Das Anfertigen von Zeichnungen dieser Art erfordert aber eine gewisse Übung.



1 Buchstütze als Kavalierperspektive

Man kann mehrteilige Gegenstände aber auch in zwei Ansichten zeichnen, wie dies Abb. 2 zeigt. Das Lesen und Anfertigen von Zeichnungen dieser Art erfordert aber ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen.

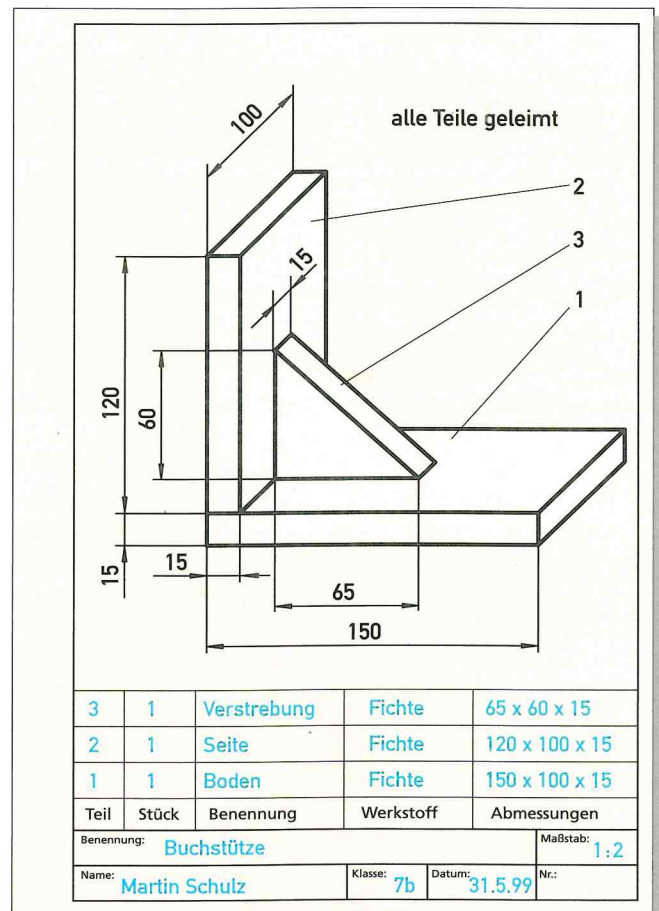


Dübel $\varnothing 5$, 40 lang

2 Buchstütze in zwei Ansichten gezeichnet

Zum besseren Verständnis enthalten Zeichnungen von mehrteiligen Gegenständen häufig auch noch **Kennzeichnungen der einzelnen Teile**. Dafür verwendet man in der Regel Nummern, die außerhalb des gezeichneten Gegenstands angeordnet und durch einen Strich mit dem jeweiligen **Einzelteil** verbunden werden.

Ergänzend dazu enthalten die **Zusammenstellungszeichnungen** mehrteiliger Gegenstände – man nennt solche Zeichnungen auch **Gesamtzeichnungen** – in der Regel auch noch eine Stückliste, wie z. B. nach Abb. 3.



3 Gesamtzeichnung einer Buchstütze

Kavalierperspektive

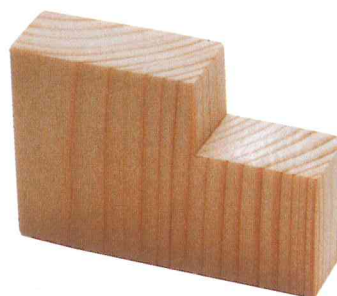
Durch ein Raumbild können mehrere Flächen eines Gegenstands anschaulich in einer einzigen Abbildung dargestellt werden (Abb. 5).

Raumbilder, in denen parallele Kanten und Flächen eines Gegenstands auch parallel gezeichnet werden, sind **Parallelperspektiven**.

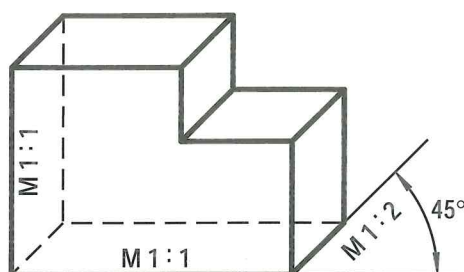
Neben genormten Parallelperspektiven mit genau festgelegten Winkeln und Verkürzungen wird beim technischen Zeichnen auch die **Kavalierperspektive (Schrägbild)** verwendet (Abb. 5).



Mathematik:
Schrägbild

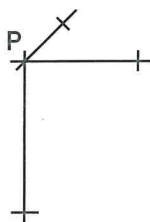


4 Holzquader

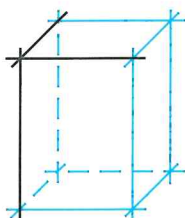


5 Kavalierperspektive

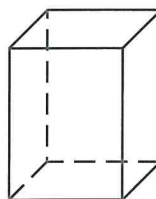
Arbeitsweise beim Zeichnen:



1. Zusammen mit der Blatteinteilung den Ausgangspunkt P festlegen.
2. Vom Punkt P aus: Messen und Einzeichnen von je einer Kante in jeder Richtung.



3. Die restlichen Kanten durch Parallelverschieben zeichnen.



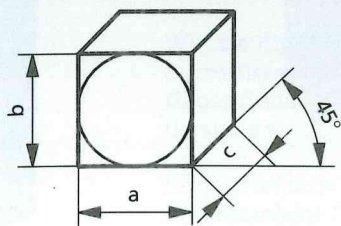
4. Die überstehenden Konstruktionslinien entfernen.



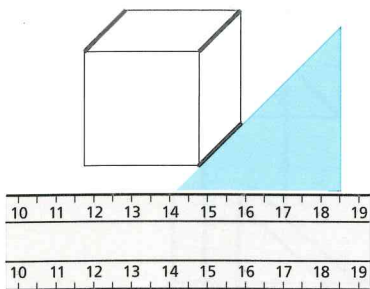
5. Die Kanten geschickt ausziehen, indem man jeweils die Kanten einer Richtung nacheinander und ohne Umwechseln des Lineals oder des Zeichen-dreiecks zieht.

6 Zeichnen eines einfachen Gegenstands in der Kavalierperspektive

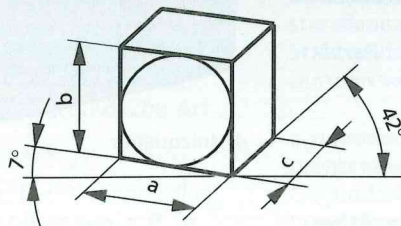
Kavalierperspektive



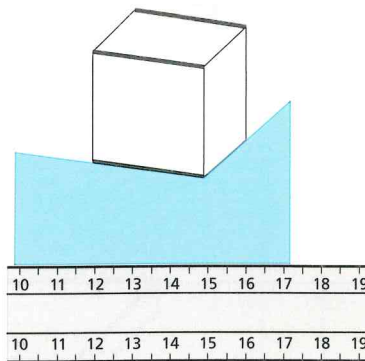
Seitenverhältnis
 $a : b : c = 1 : 1 : 0,5$



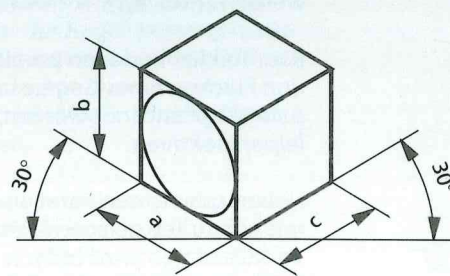
Dimetrische Darstellung



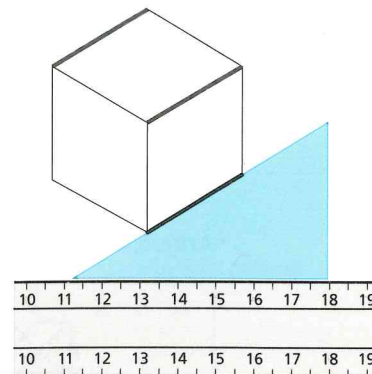
Seitenverhältnis
 $a : b : c = 1 : 1 : 0,5$



Isometrische Darstellung



Seitenverhältnis
 $a : b : c = 1 : 1 : 1$



1 Parallelperspektiven

Neben der Kavalierperspektive werden in technischen Zeichnungen auch die dimetrische und die isometrische Darstellung verwendet.

Bei beiden sind die Größenverhältnisse der Abmessungen in der Breite, Höhe und Tiefe genau festgelegt (genormt). Alle senkrechten Kanten werden auch senkrecht gezeichnet. Die Kanten von Vorder- und Seitenansicht werden in unterschiedlichen Winkeln zur Waagerechten angetragen (Abb. 1).

In **Kavalierperspektive** und **Dimetrie** wird die Vorderseite der Darstellung betont. Weist sie Kreise auf, werden diese auch als solche gezeichnet.

Die **Isometrie** dagegen lässt alle drei Seiten gleich wichtig erscheinen. In allen Seiten wird der Kreis zur Ellipse.

Bei allen drei Parallelperspektiven liegt der Schwerpunkt beim Zeichnen auf der Parallelverschiebung von Linien oder Kanten.

Es gilt der Grundsatz:
So viel Parallelverschiebung wie möglich und so wenig Messen wie nötig!

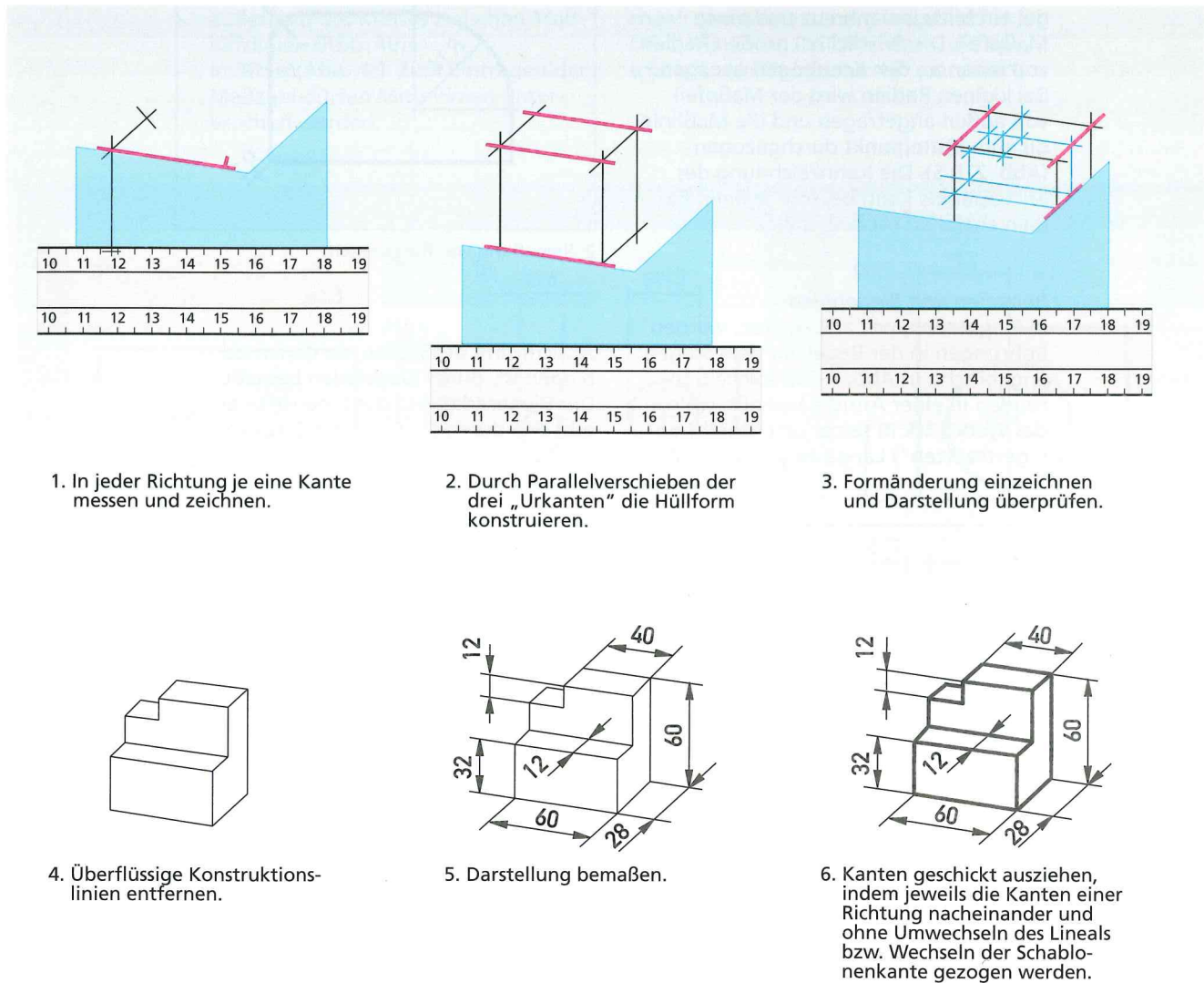
Das Zeichnen solcher Raumbilder wird durch die Verwendung von Zeichendreiecken oder spezieller Zeichenschablonen erleichtert.

Vorgehen beim Zeichnen

Beim Zeichnen eines Werkstücks empfiehlt es sich, die notwendigen Herstellungsschritte gedanklich und zeichnerisch nachzuvollziehen. Wie du vorgehen kannst, zeigt dir Abb. 2.

Bemaßen von Raumbildern

Auch Raumbilder können bemaßt werden. Achte besonders darauf, dass sich Maß- und Maßhilfslinien möglichst nicht mit Kanten überschneiden.



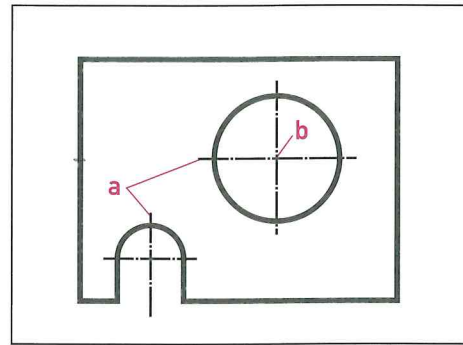
2 Vorgehen beim Darstellen in der Parallelperspektive

Werkstücke mit Rundungen und Bohrungen

Mittellinien

Bohrungen erhalten in technischen Zeichnungen Mittellinien (Abb. 1). Sie werden mit der schmalen Strichpunktlinie gezeichnet. Bei Verwendung der 0,7 mm breiten Volllinie für die Kanten wird diese Strichpunktlinie bei Bleistiftzeichnungen in der Linienbreite 0,3 mm ausgeführt.

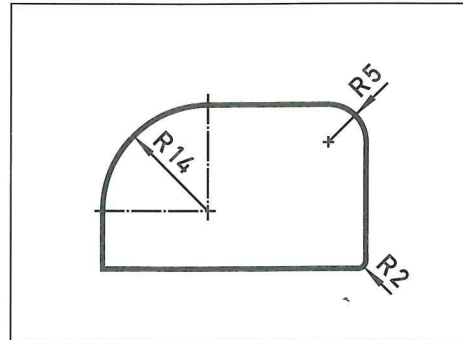
Mittellinien werden etwas über die zugehörigen Kanten hinausgeführt (Abb. 1, Punkt a). Im Schnittpunkt kreuzen sich die Strichlinien (Abb. 1, Punkt b).



1 Werkstück mit Bohrung

Bemaßen von Rundungen

Kreisteile werden immer mit dem Radius bemaßt (Abb. 2). Sie erhalten in der Regel ein Mittellinienkreuz und einen Maßpfeil. Dieser wird bei großen Radien von innen an den Kreisbogen gezogen. Bei kleinen Radien wird der Maßpfeil von außen angetragen und die Maßlinie bis zum Mittelpunkt durchgezogen (Abb. 2, R 5). Die Kennzeichnung des Mittelpunkts kann bei sehr kleinen Radien entfallen (Abb. 2, R 2).

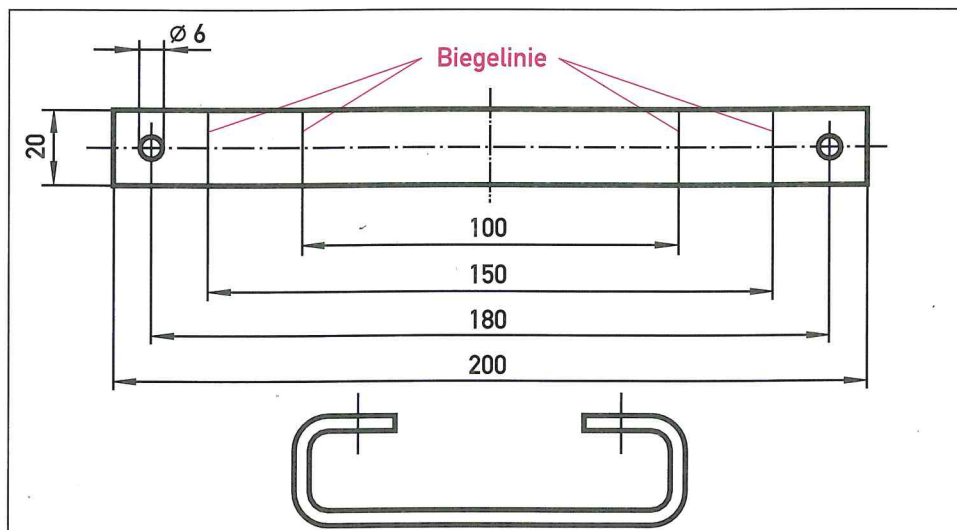


2 Bemaßung von Rundungen

Bemaßen von Biegeteilen

In Biegeteilen, wie z. B. Griffen, werden Bohrungen in der Regel vor dem Biegen angebracht. In Abb. 3 sind solche Bohrungen in einer Ansicht bemaßt, welche das Werkstück in seiner ursprünglichen („gestreckten“) Länge zeigt. In dieser

Ansicht sind die Stellen, an denen zu biegen ist, durch Biegelinien bemaßt. Der Biegeradius auf der Innenseite ergibt sich durch die Form der Biegevorrichtung.



3 Bemaßung von Biegeteilen

Werkstücke mit Bohrungen

Bemaßen von Bohrungen

Mittellinien von Bohrungen werden von Bezugskanten bzw. Bezugslinien aus bemaßt (Abb. 4c). Bemaßt werden Durchmesser und – mit Ausnahme von Durchgangsbohrungen – ihre Tiefe.

Sind Durchmesser als Kreise zu sehen, werden sie in der Regel an diesen Kreisen bemaßt. Je nach ihrer Größe kann das auf verschiedene Weise geschehen:

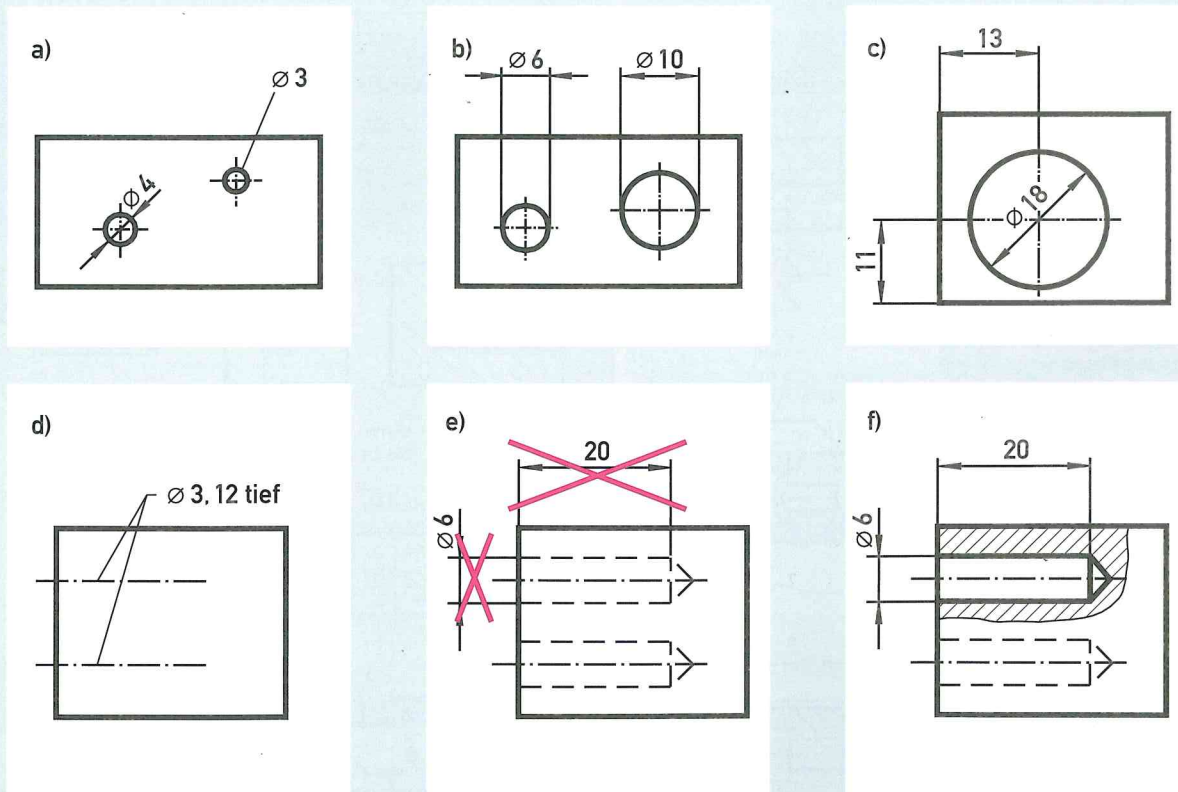
- am Kreis direkt mit durchgezogener Maßlinie und Maßpfeil oder mit Bezugslinie (Abb. 4a).
- In Eintafelbildern kann außerdem durch einen Zusatz die Tiefe angegeben werden (Abb. 4d).
- außerhalb des Kreises zwischen Maßhilfslinien (Abb. 4b)
- im Kreis (Abb. 4c). Zum Eintragen der Maßzahl dürfen Mittellinien unterbrochen werden.

Sind Bohrungen nicht als Kreis sichtbar, so kann man sie wie in Abb. 4d vereinfacht darstellen und bemaßen.

In Abb. 4e sind die Bohrungen mit Strichlinien dargestellt. Die Strichlängen sind zwischen 3 und 4 mm lang, Lücken etwa 2 mm.

Werden sichtbare Kanten mit der 0,7 mm breiten Volllinie gezeichnet, sollten Strichlinien 0,3 mm breit sein.

An Strichlinien wird in der Regel nicht bemaßt (Abb. 4e). Zum Bemaßen wird das Werkstück gedanklich „aufgebrochen“ und ein Teilschnitt angebracht (Abb. 4f). Dieser Teil wird dann mit der schmalen Volllinie unter 45° schraffiert.



4 Verschiedene Möglichkeiten der Bemaßung von Bohrungen

Schnittdarstellung – Darstellung und Bemaßung von Gewinden

Schnittdarstellung

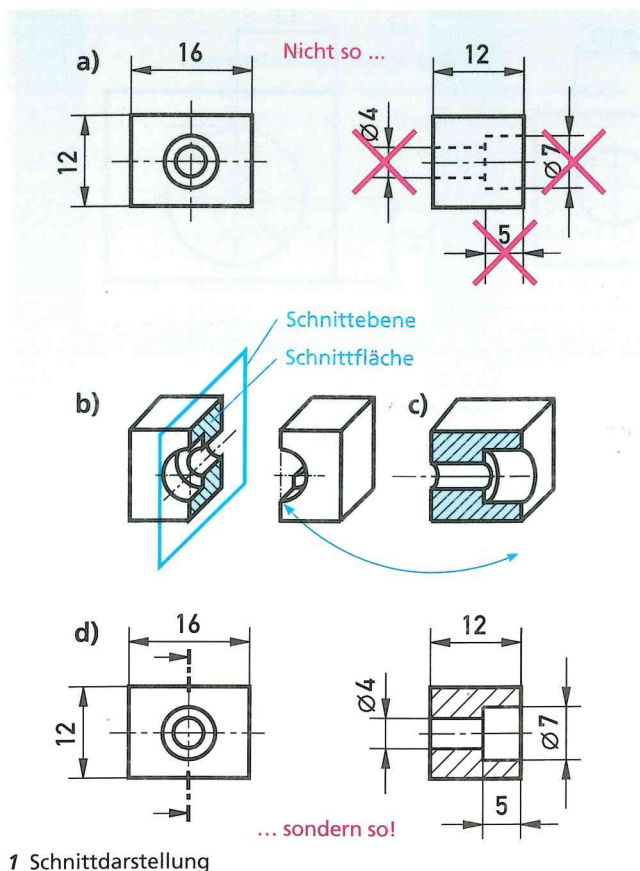
Um Teilformen eines Werkstücks bemaßen zu können, bedient man sich beim technischen Zeichnen häufig der Schnittdarstellung (Abb. 1d). Ein zeichnerischer Schnitt trennt das Werkstück „gedanklich“ in einer Schnittebene in zwei Teile (Abb. 1b). In der Schnittebene entstehen Schnittflächen. Ein Teil wird so geklappt, dass seine Schnittfläche in der Zeichenebene liegt (Abb. 1c). Bisher verdeckte Kanten sind nun sichtbar. Sie werden mit der breiten Volllinie gezeichnet. Schnittflächen werden mit der schmalen Volllinie unter 45° zum unteren Zeichenflächenrand schraffiert (Abb. 1c). Die Lage der Schnittebene wird durch die breite Strichpunktlinie gekennzeichnet (Abb. 1d). Pfeile kurz vor dem Ende dieser Schnittlinie zeigen die Richtung, in die die Schnittfläche in die Zeichenebene geklappt wird.

Gewindedarstellung

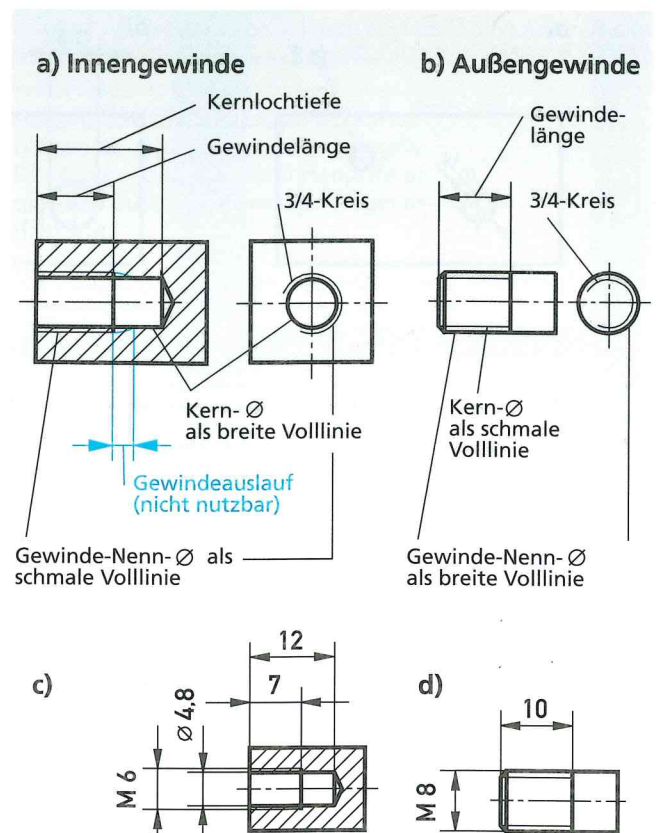
Innengewinde mit Kernlochbohrung (Abb. 2a und 2c) werden in der Regel im Schnitt dargestellt. Die Gewindebohrung wird nicht gezeichnet. Die Kernlochbohrung ist stets länger zu zeichnen als die Gewindebohrung. Da der Gewindeauslauf außerhalb der nutzbaren Gewindelänge liegt, wird er nicht gezeichnet (Gewindeauslauf: etwa halber Gewinde-Nenn Durchmesser). Auch beim **Außengewinde** (Abb. 2b und 2d) wird der Gewindeauslauf weggelassen.

Gewindebemaßung

Bei Gewinden wird stets der Gewinde-Nenn Durchmesser bemaßt (Abb. 2c und 2d). Linksgewinde sind mit dem Zusatz „links“ zu versehen. Als Gewindelänge ist die nutzbare Länge anzugeben.



1 Schnittdarstellung



2 Gewindedarstellung und Gewindebemaßung

Zeichnerische Darstellung mithilfe des Computers

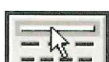
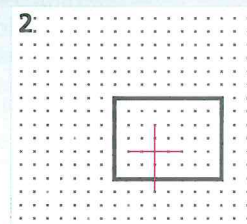
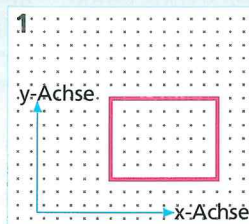
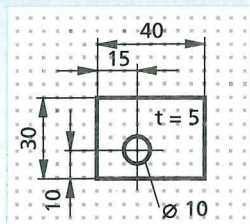
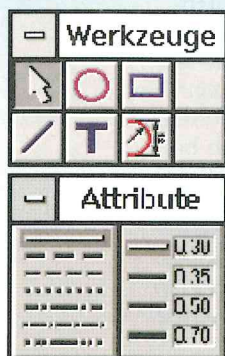
In mittleren und großen Betrieben wird seit 1973 zunehmend mithilfe von Computern und CAD (Computer Aided Design) entwickelt und konstruiert. Dabei findet eine wechselseitige Kommunikation zwischen Benutzer und Rechner mithilfe von Bildschirm und Eingabegerät (z. B. Tastatur oder Maus) statt.

Linienart und Linienbreite werden beim abgebildeten Beispiel durch Anklicken von Symbolen (Icons) einer Auswahl (eines Menüs) festgelegt. Ebenso die Form der auf dem Bildschirm zu zeichnenden Elemente, wie z. B. Linie, Rechteck oder Kreis.

Auch das Zeichnen übernimmt das Programm. Bei einem Rechteck z. B. benötigt es die Eingabe zweier Eckpunkte als

Koordinatenmaße über die Tastatur oder das Anklicken dieser Eckpunkte mit der Maus. Ein Koordinatenfenster zeigt für jeden Punkt, an dem sich der Mauszeiger befindet, die geometrische Position. Das Positionieren des Mauszeigers wird durch ein Punktegitter erleichtert. Wenn gewünscht, kann man das Programm so einrichten, dass die Zeigerspitze im Umkreis von z. B. 2 Millimetern durch einen Gitterpunkt „gefangen“ wird.

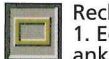
Neben Icons für geometrische Formen enthalten die Menüs auch Icons für typische Tätigkeiten beim technischen Zeichnen, so z. B. für das Bemaßen. Diesen Bestandteil der CAD-Software bezeichnet man als Element-Erzeugnisfunktion.



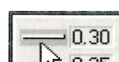
Linienart
einstellen



Linienbreite
wählen



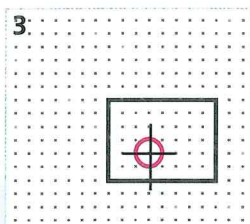
Rechteck zeichnen:
1. Eckpunkt mit der Maus
anklicken und Umriss ziehen



Linienbreite
einstellen



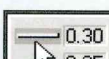
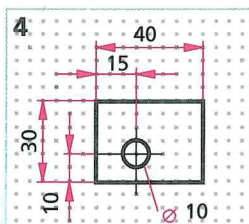
Mittellinien ziehen:
Jeweils Endpunkte
mit der Maus an-
klicken



Linienbreite
wählen



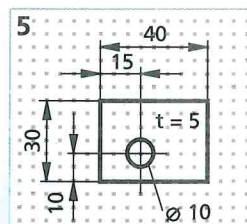
Kreis zeichnen:
Mittelpunkt und
Durchmesser mit der
Tastatur eingeben



Linienbreite
einstellen



Bemaßen:
Zu bemaßende Kanten an-
klicken



Text eingeben:
t = 5

Arbeiten mit CAD

CAD-Arbeitsplätze

Durch den Wandel in der industriellen Fertigung verändern sich auch die Arbeitsmethoden und die zum Einsatz kommenden Werkzeuge für technische Zeichnungen.

Früher wurden die technischen Zeichnungen ausschließlich von Hand gezeichnet, mit Zeichenbrettern, Zeichenstiften, Radierern und Schablonen. Heute tritt diese Form der Zeichnungserstellung immer weiter in den Hintergrund und man benutzt CAD-Systeme. Durch eine entsprechende Hard- und Software wird der Computer zum Zeichen- und Konstruktionswerkzeug.

Zu einem CAD-Arbeitsplatz gehören die Eingabegeräte:

- (Personal)-Computer,
- Tastatur,
- Tablett,
- elektronischer Stift.

Als Ausgabegeräte benötigt man:

- Textbildschirm,
- Grafikbildschirm,
- Plotter (rechnergesteuerte Zeichmaschine),
- Drucker

Diese Geräte bilden die Hardware des CAD-Systems, die nach dem EVA-Prinzip arbeitet.

Die eingesetzte Software wird durch das Betriebssystem und die Anwendungssoftware gebildet.

Darstellungen

Aus den Eingabewerten erstellt das CAD-System eine Abbildung des Objekts (z. B. Werkstück) auf dem Bildschirm. Die Abbildung kann flächig oder räumlich dargestellt werden.

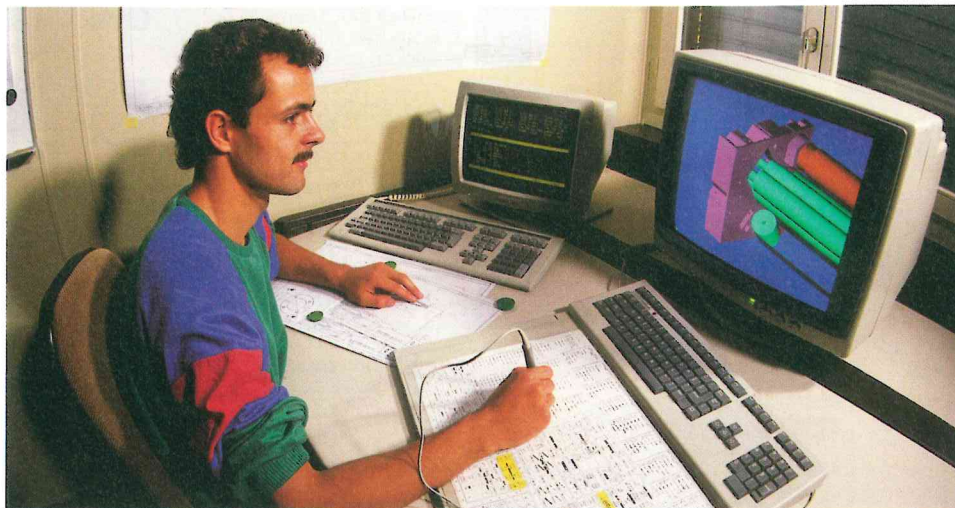
Zweidimensionale Systeme (2-D), das sind flächige Darstellungen, definieren Punkte und verbinden sie mit geraden oder kreisförmigen Linien.

Bei **dreidimensionalen Systemen (3-D)** werden die Bauteile und Objekte immer räumlich dargestellt, so gezeichnet und abgespeichert. Jede Darstellung und Veränderung des Objekts ist möglich.

Aus den gespeicherten räumlichen Darstellungen können jederzeit flächige Ansichten, Schnitte, Projektionen und Abwicklungen auf dem Bildschirm dargestellt oder ausgedruckt werden.

Durch das Eingeben der entsprechenden Befehle werden von dem Objekt Durchdringungen, Schrägbilder, Schnitte oder verschiedene, auch bewegte, räumliche Ansichten auf dem Bildschirm sichtbar.

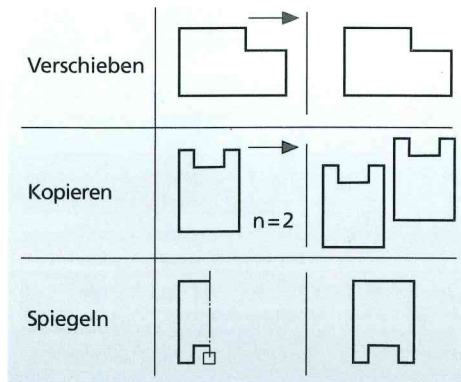
Mehrere Objekte können zu Bauteilgruppen zusammengeführt werden. Dadurch lassen sich Gesamtzeichnungen, Explosionsdarstellungen und Teilzeichnungen von einem mehrteiligen Modell entwickeln und bei Bedarf auf dem Plotter ausdrucken.



1 Zwei-Bildschirm-Arbeitsplatz

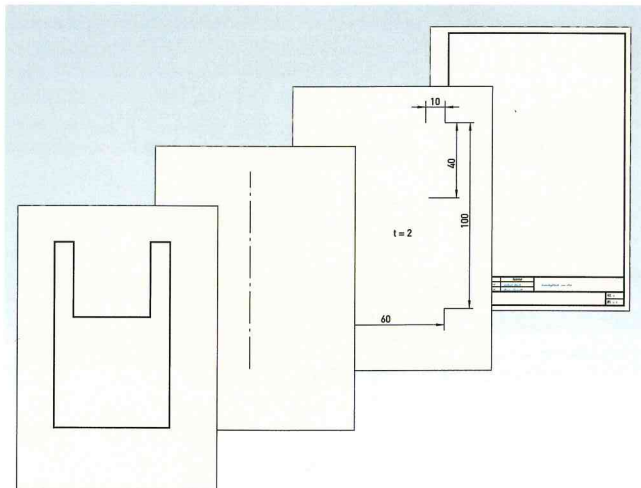
Einzelne Geometrieelemente können durch die **Änderungsfunktionen** der CAD-Software ohne Schwierigkeiten auf dem Bildschirm bearbeitet werden.

Einige der Funktionsbefehle heißen: Trimmen, Spiegeln, Kopieren, Drehen, Verschieben, Dehnen, Ziehen, Skalieren.



2 Beispiele von Änderungsfunktionen

Mit einer CAD-Software kann man zusätzlich mit der Makrofunktion, der Variantenkonstruktion, der Symboltechnik und der Ebenentechnik arbeiten. Die Ebenen- oder Layertechnik – auch Folientechnik genannt – soll an dieser Stelle etwas ausführlicher dargestellt werden. Genauere Informationen kann man den jeweiligen Handbüchern der Softwarehersteller entnehmen.



3 Ebenen 1–4

Ebenentechnik

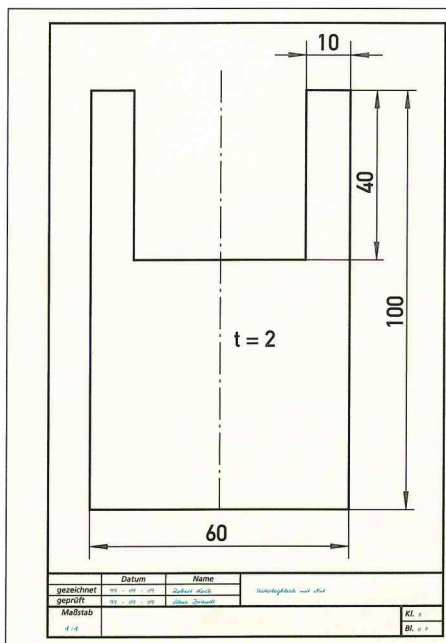
Beim Einsatz der Ebenentechnik kann der CAD-Anwender die am Bildschirm zu konstruierende Zeichnung strukturieren.

Durch das Festlegen auf welcher Ebene (Folie) z. B. die sichtbaren Körperkanten (1), die Mittellinie (2), die Bemaßung (3) und der Rahmen mit Schriftfeld (4) dargestellt werden, ist ein übersichtliches Konstruieren möglich. Bei Bedarf können die einzelnen Ebenen ein- und ausgeblendet werden.

Den einzelnen Zeichnungselementen können zusätzlich die Eigenschaften Linienart und Farbe zugeordnet werden. Die Gesamtzeichnung ist durch das Einblenden aller Ebenen zu sehen und kann durch den Plotter ausgegeben werden.

Technische Texte

Zu einer technischen Zeichnung gehören auch schriftliche Anweisungen. Diese technischen Texte werden benötigt, damit das Objekt fachgerecht angefertigt, zusammengebaut, bedient, gepflegt und gewartet oder – falls erforderlich – sachgerecht repariert werden kann.



4 Gesamtzeichnung = Ebenen 1 + 2 + 3 + 4

Computervernetzung in der



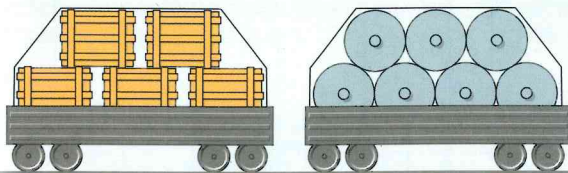
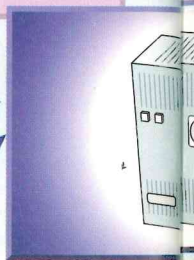
PPS

- Terminplanung
- Materialplanung
- Maschinenbelegung



CAO

- Marktforschung
- Produktplanung
- Investitionen
- Kalkulation
- Werbung
- Vertrieb
- Personal

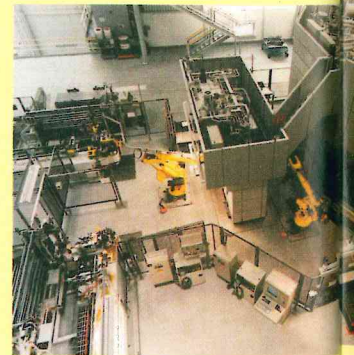


CAQ

Qualitätssicherung

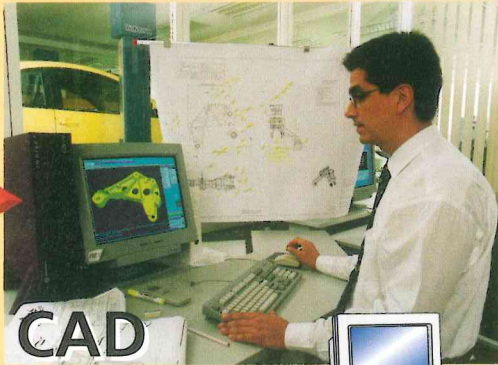


CAM



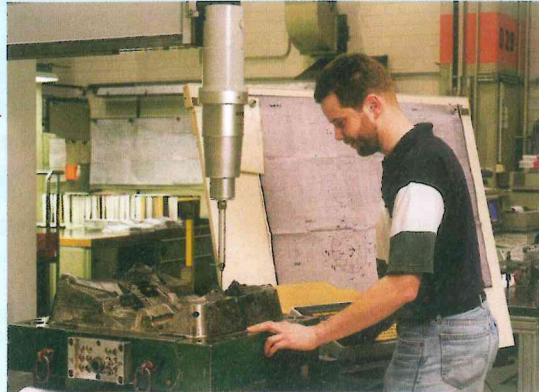
industriellen Fertigung – CIM

Computer Integrated Manufacturing
(rechnerintegrierte Produktion)



CAD

- Normteile
- Bauteile
- Konstruktionsrichtlinien

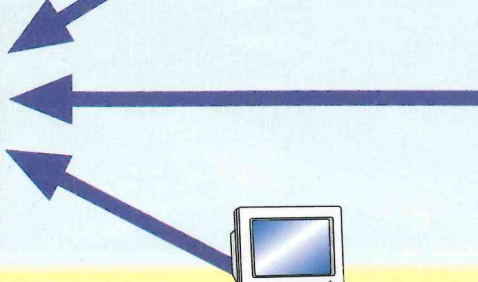
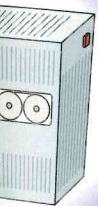


CAP

- Arbeitsvorbereitung
- NC-Programmierung
- Qualitätsplanung
- NC-Programme



Zentralrechner



Fertigung, Montage,
Betriebsdatenerfassung



CAO Computer Aided Organisation
CAD Computer Aided Design
CAP Computer Aided Planning

CAQ Computer Aided Quality Assurance
CAM Computer Aided Manufacturing
PPS Production Planning System

Ausbildung zum Technischen Zeichner/zur Technischen Zeichnerin



Es handelt sich um einen anerkannten Ausbildungsberuf nach dem Berufsbildungsgesetz. Die dreieinhalbjährige Berufsausbildung wird im Wesentlichen im Ausbildungsbetrieb und in der Berufsschule durchgeführt.

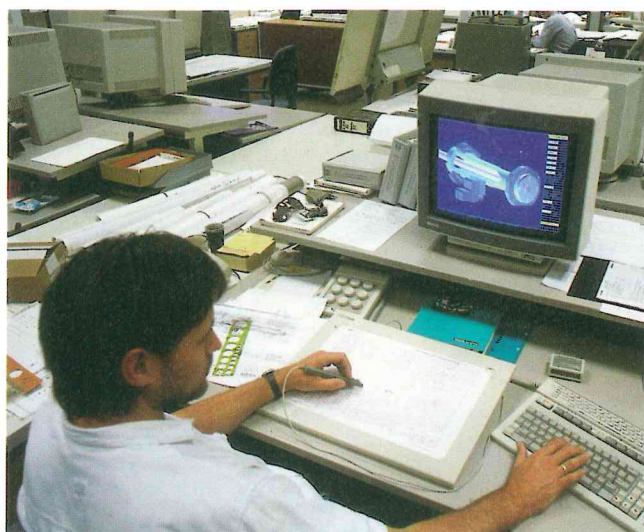
Die Ausbildung ist in fünf Fachrichtungen möglich. Die vollständigen Informationen zu den Fachrichtungen bekommst du am besten beim Arbeitsamt oder in deiner Schule. Frage, wenn du mehr Informationen haben möchtest, nach „Beruf aktuell“ oder den „Blättern zur Berufskunde“. Beides sind Informationsmaterialien, die vom Arbeitsamt speziell für die Berufswahl herausgegeben werden. Dort findest du nicht nur Berufsbeschreibungen, sondern auch wichtige Hinweise zur Dauer der Ausbildung und zu dem Schulabschluss, den du erreichen musst, um überhaupt einen Ausbildungsvertrag bekommen zu können.

Aufgaben

Technische Zeichner/Zeichnerinnen erstellen selbstständig technische Unterlagen auf der Grundlage konstruktiver Entwicklungen der Konstrukteure. Sie vervollständigen u. a. die technischen Zeichnungen und Stücklisten nach den betrieblichen Vorgaben und nach den geltenden Normen.

Je nach Arbeitsgebiet und betrieblichen Erfordernissen gibt es verschiedene Schwerpunkte und Einsatzmöglichkeiten. In ihrer Eigenverantwortung liegt z. B. die Vollständigkeit und Übersichtlichkeit sowie die norm-, funktions- und fertigungsgerechte Ausführung der technischen Zeichnungen und Unterlagen.

Im Bereich der CAD-Technik sind Technische Zeichner/Zeichnerinnen Anwender der betrieblichen Software. Sie sind verantwortlich, dass die von ihnen erstellten Daten gesichert sind und weiterverarbeitet werden können. Die Inbetriebnahme und Bedienung der Hardware mit den erforderlichen Zusatzgeräten sowie die effektive Anwendung der CAD-Software ist somit ein Hauptaufgabengebiet der Technischen Zeichner/Zeichnerinnen.



Anforderungen

Die Beanspruchung der Technischen Zeichner/Zeichnerinnen liegt hauptsächlich im geistigen Bereich in Verbindung mit manuellem Geschick und der Arbeit im Team.

Die Fähigkeit, Lösungsvorschläge auszuarbeiten, Liebe zum Detail, technisches Verständnis, aber auch ein ausgeprägter Sinn für Büroarbeiten: das sind die Voraussetzungen für diesen abwechslungsreichen Beruf.

*Bei welchen Aufgaben wirken Technische Zeichner/Zeichnerinnen
in den einzelnen Fachrichtungen mit?*

1. Maschinen- und Anlagentechnik

Entwicklung von neuen Produkten wie z. B. Maschinen und Geräte für den privaten und industriellen Gebrauch

Neubau, Entwicklung und Modernisierung von Fahrzeugen aller Art, z. B. Schiffbau, Automobilbau, Flugzeugbau, Spezial-Fahrzeugbau



2. Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik

Umbau bzw. Modernisierungsmaßnahmen an Heizungs-, Klima- und Sanitäreinrichtungen entsprechend dem Stand der Technik

Entsorgen von flüssigen oder gasförmigen Abfallstoffen



3. Stahl- und Metallbautechnik

Neu-, Umbau- oder Verschönerungsmaßnahmen von Bauwerken wie Industrieanlagen, Gebäuden, Brücken etc.

Energiespar- und Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden und Industrieanlagen



4. Elektrotechnik

Planung und Entwurf von elektrotechnischen und elektronischen Schaltplänen für alle Bereiche des täglichen Lebens sowie für Industrie und Technik

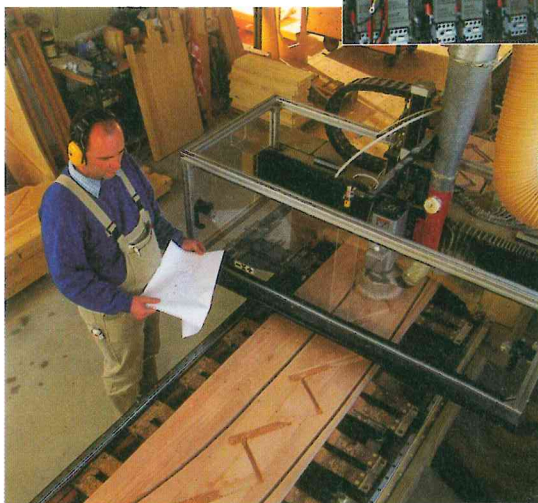
Planung und Ausführung im Bereich der Elektroinstallations- und Kommunikationstechnik



5. Holztechnik

Herstellung und Gestaltung von Möbeln sowohl als Einzelanfertigung als auch in der industriellen Produktion

Gestaltung von Innen- und Außentüren, Fenstern sowie Planung und Ausführung von Fachwerken und Dachkonstruktionen



Stichwortverzeichnis

Abrundung 26
Absatz 26
Abschnitt 26
Abschrägung 26
Änderungsfunktion 51
Ansatz 26
Ansicht 37 ff.
Ausführungsplan 6
Ausrundung 26
Ausschnitt 26
Ausziehen 40

Bearbeitungsformen 26
Bemaßen von
– Biegeteilen 46
– Bohrungen 47
– Eintafelbildern 34 ff.
– Gewinden 48
– Maßbezugsanten 35
– Mittellinien 47
– quadratischen Flächen 16
– Raumbildern 45
– schiefwinkligen Kanten 36
– Schnitten 48
Bemaßung 32
Berufe 54 f.
Beschriftung 31
Betriebsablauf 25
Biegelinie 46
Biegeteil 46
Blatteinteilung 41
Bleistift 28
Bohrung 26, 46, 47
Bolzen 26
Bund 26

CAD 4, 49, 54
CAD-Arbeitsplatz 50
CAM 52 f.
CAO 52 f.
CAP 52 f.
CAQ 52 f.
CIM 52–53

Darstellungsmaßstab 30
Dimetrische Darstellung 44
DIN 4, 25
DIN-Formate 31
Draufsicht 38
Dreidimensionales System 50
Dreieckprisma 26
Dreitafelbild 38, 39, 40, 41
Durchbruch 26

Ebenentechnik 51
Eintafelbild 33 ff.
Eintafelprojektion 6, 7
Entwurfsskizze 27
Explosionszeichnung 6, 7, 25

Feinminienstift 28
Fertigungsskizze 27
Fertigungszeichnung 27
Formen 26
Freihandlinie 32
Freihandskizze 6
Führung 26
Geometrische Grundformen 26
Gesamtzeichnung 42
Geschichte 24
Gewindebemaßung 48

Hüllform 33

Ideenskizze 24
ISO 4, 25
Isometrische Darstellung 44

Kavalierperspektive 43 ff.
Kegel 26
Kerbe 26
Kommunikationsmedien 25
Kommunikationsmittel 25
Kopf 26

Langloch 26
Lineal 29
Linien 32
Linienart 49
Linienbreite 28, 34, 49
Lochkreisschablone 29

Maßbezugsante 34, 35, 36
Maßbezugslinie 36
Maßhilfslinie 32, 34
Maßlinie 32, 34, 35
Maßlinienbegrenzung 32, 34
Maßpfeil 34
Maßstab 30
Maßzahl 30, 32, 34
Mehrteilige Gegenstände 42
Messen 39
Mittellinie 35, 36, 46

Normschrift 31
Nut 26

Papierformate 31
Parallelperspektive 43 ff.
Parallelprojektion, rechtwinklige 38
Platzbedarf bei räumlicher Darstellung 41
PPS 52 f.
Prisma 26
Projektion 38

Quadratprisma 26

Radius 29
Raumbild 38, 41, 44–45
Rechteckprisma 26
Rille 26
Riss 24
Rundung 46

Schablone 29
Schaltplan 6, 7
Schiefwinklige Kanten 36
Schiene 26
Schlitz 26
Schnittdarstellung 48
Schrägbild 43
Schriftfeld 31
Seitenansicht 37, 38
Skizze 24, 25, 27
Spiegelungsachse 38, 41
Spitze 26
Steg 26
Strichlinie 32
Strichpunktlinie 32
Stückliste 5, 25, 42
Stufe 26
Symbolhafte Darstellung 6
Symmetrieachse 35

Technische Kommunikation 25
Technische Texte 51
Technische(r) Zeichner(in) 54–55
Teilformen 26

Übertragen 39
Umrisslinien 33

Vergrößerungsmaßstab 30
Verkleinerungsmaßstab 30
Volllinie 32, 33, 34
Vorderansicht 37, 38

Werkskizze 24

Zapfen 26
Zeichenblatt 31
Zeichengeräte 11, 28 f.
Zeichenplatte 29
Zeichnen mit Computer 49
Zirkel 28, 29
Zusammenstellungszeichnung 42
Zweidimensionales System 50
Zweitafelbild 37
Zylinder 26





9 783127 578164

ISBN 3-12-757816-4



Themenheft Technisches Zeichnen