

Skriptum



Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Aufgaben, Entwicklung und Quellen des Technischen Zeichnens	8
Lernziele	8
Fachliche Grundlagen	8
Die technische Zeichnung im Produktentstehungsprozess	8
Die technische Zeichnung aus technik-historischer Sicht	10
Quellen des technischen Zeichnens	13
Unterschiedlichkeit der Darstellungsformen	14
Bedeutung der Normung	15
Fachspezifische Ausprägungen des technischen Zeichnens	16
Entwicklungen des technischen Zeichnens	16
Freihandzeichnen und technisches Zeichnen	18
Grundlagen des Freihandzeichnens - Linienführung	18
Grundlagen des Freihandzeichnens – Blatteinteilung	19
Praxisbeispiel	20
Projektbereich	21
Didaktisch-methodische Hinweise	21
Projektaufgabe	23
 Kapitel 2: Körper- und Flächenformen	24
Lernziele	24
Fachliche Grundlagen	24
Körper und ihre Einteilung	25
Prismen und Pyramiden	31
Flächenformen	33
Übungsaufgaben	40
Praxisbeispiel	43
Projektbereich	45
Didaktisch-methodische Hinweise	45
Projektaufgabe	47

Kapitel 3: Zeichengeräte.....	50
Lernziele	50
Fachliche Grundlagen.....	50
Vorbemerkung	50
Zeichnungsträger	50
Rechnergestütztes Zeichnen – CAD	60
Schlussaufgabe	61
Praxisbeispiel.....	61
Projektbereich	62
Didaktisch-methodische Hinweise	62
Projektaufgabe	65
 Kapitel 4: Projektionsarten.....	66
Lernziele	66
Fachliche Grundlagen.....	66
Einführung	66
Allgemeines	67
Abbildungsvorschriften bei der Zentralprojektion	75
Abbildungsvorschriften bei der Parallelprojektion	82
Aufgaben	86
Praxisbeispiel	87
Projektbereich	89
Didaktisch-methodische Hinweise	89
Projektaufgabe	92
 Kapitel 5: Parallelprojektionen.....	94
Lernziele	94
Fachliche Grundlagen.....	95
Einführung	95
Verschiedene Parallelperspektiven	96
Normalrisse	97
Koordinatensysteme, Axonometrie	99
Normalbilder	103
Schiefwinklige Parallelprojektion, Schrägbilder	109
Übungsaufgaben	119

Praxisbeispiel	120
Projektbereich	124
Didaktisch-methodische Hinweise	124
Projektaufgabe	125
 Kapitel 6: Isometrie	127
Lernziele	127
Fachliche Grundlagen	127
Aufgaben zur Wiederholung	127
Isometrische Darstellung von Vielfächnern	128
Drehkörper in isometrischer Darstellung	130
Praxisbeispiel	133
Projektbereich	135
Didaktisch-methodische Hinweise	135
Projektaufgabe	136
 Kapitel 7: Drei-Tafel-Bild	138
Lernziele	138
Fachliche Grundlagen	138
Eine Aufgabe zum Anfang	138
Projektionsverfahren: Unterschiede bei der Anschaulichkeit und Maßtreue	139
Orthogonale Parallelprojektionen	140
Drei-Tafel-Projektion	141
Drei-Tafel-Bild	142
Bezeichnungen und Auswahl der Ansichten	143
Hinweise zur zeichnerischen Umsetzung eines Drei-Tafel-Bildes	145
Die Darstellung der Ansichten nach DIN ISO 5456-2	149
Übungsaufgaben	153
Praxisbeispiel	155
Projektbereich	157
Didaktisch-methodische Hinweise	157
Projektaufgabe	159
 Kapitel 8: Dimetrie	160
Lernziele	160

Fachliche Grundlagen	160
Aufgaben zur Wiederholung	160
Dimetrische Darstellung von Vielfächnern	161
Drehkörper in dimetrischer Darstellung	168
Praxisbeispiel	171
Projektbereich	173
Didaktisch-methodische Hinweise	173
Projektaufgabe	174
 Kapitel 9: Kavalier- und Militärperspektive	176
Lernziele	176
Fachliche Grundlagen	176
Aufgaben zur Wiederholung	176
Besonderheiten der Kavalier- und Militärperspektive	177
Verschiedene Schrägbilder unseres Pavillons	179
Praxisbeispiel	182
Projektbereich	184
Didaktisch-methodische Hinweise	184
Projektaufgabe	184
 Kapitel 10: Bemaßung und Beschriftung	186
Lernziele	186
Fachliche Grundlagen	186
Warum eine Bemaßung?	186
Normschrift	187
Bestandteile der Bemaßung	189
Arten der Bemaßung	191
Leserichtung technischer Zeichnungen	192
Aufgaben der Maßeintragungen - Maßsysteme	193
Überblick über Bemaßungsregeln	195
Aufgabe zum Schluss	198
Praxisbeispiel	199
Projektbereich	201
Didaktisch-methodische Hinweise	201
Projektaufgabe	202

Kapitel 11: Linienarten	203
Lernziele	203
Fachliche Grundlagen	203
Einleitung	203
Grundarten von Linien	204
Linienbreiten und Liniengruppen	206
Linienarten und Ihre Verwendung	207
Aufgabe zum Schluss	216
Praxisbeispiel	217
Projektbereich	218
 Kapitel 12: Maßstäbe	221
Lernziele	221
Fachliche Grundlagen	221
Einleitung	221
Die Angabe von Maßstäben	221
Gründe für die Veränderungen des Maßstabs	222
Die Umrechnung von Maßen	224
Gebräuchliche Maßstäbe	226
Aufgabe	226
Praxisbeispiel	227
Projektbereich	228
Didaktisch-methodische Hinweise	228
Projektaufgabe	229
 Kapitel 13: Schnitte an ebenflächigen Körpern	230
Lernziele	230
Fachliche Grundlagen	230
Einleitung	230
Schnitte an prismatischen Körpern	231
Schnitte an Pyramiden	235
Praxisbeispiel	237
Projektbereich	238
Didaktisch-methodische Hinweise	238

Projektaufgabe	238
Kapitel 14: Schnitte an Rotationskörpern	240
Lernziele	240
Fachliche Grundlagen	240
Einleitung	240
Normalschnitte an Zylindern	241
Normalschnitte am Kegel	244
Praxisbeispiel	248
Projektbereich	249
Didaktisch-methodische Hinweise	249
Projektaufgabe	250

Kapitel 1: Aufgaben, Entwicklung und Quellen des Technischen Zeichnens

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Einordnung und Funktion der technischen Zeichnung im Konstruktions- und Herstellungsprozess
- Historische Beispiele für die Entwicklung des Technischen Zeichnens/Darstellende Geometrie
- Wichtige Quellen des Technischen Zeichnens
- Wichtige Darstellungsverfahren im Technischen Zeichnen
- Notwendigkeit der Normung
- Fachspezifische Ausprägungen des Technischen Zeichnens
- Bedeutung von CAD

Fähigkeiten:

- Blatteinteilung bei Freihandzeichnungen
- Zeichnen von Linien und Rundungen ohne Hilfsmittel
- Anfertigen proportionsgerechter Skizzen

Fachliche Grundlagen

Die technische Zeichnung im Produktentstehungsprozess

Der Mensch lebt in einer gestalteten Umwelt. Technische Geräte, Einrichtungsgegenstände, Häuser, unsere Infrastruktur und künstlerische Artefakte sind das Ergebnis eines Konstruktions- oder Gestaltungsprozesses, in dessen Verlauf Zeichnungen entweder als Mittel der Kommunikation mit anderen oder als mentales Hilfsmittel eingesetzt wurden.

Wenngleich die digitale Datentechnik die technische Zeichnung aus angestammten Einsatzgebieten verdrängt und die Zeichnungserstellung revolutioniert hat, als Mittel der Kommunikation hat sie andererseits neue "Benutzer" dazugewonnen: Rechnergestützte Präsentations- und Animationstechniken ermöglichen es auch solche Adressaten anzusprechen, die über keine oder nur geringe Zeichnungslesefähigkeit besitzen. Dazu zählen Nichttechniker im Produktentstehungsprozess genauso wie die späteren Nutzer bzw. Käufer eines Produkts.

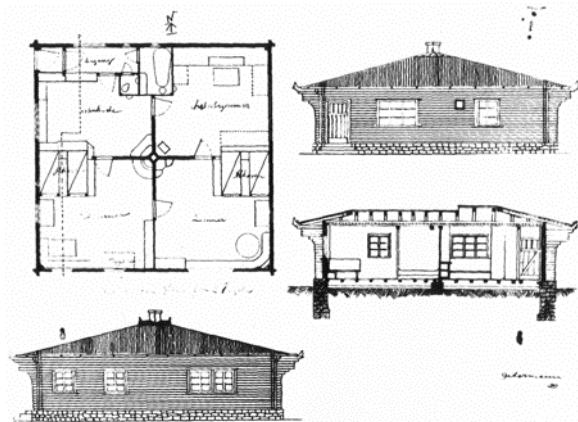


Abb. 1.1.1: Entwurf eines Holzhauses für die Bauhaussiedlung in Buchfart bei Weimar, Walter Determann, 1920

Die hauptsächliche Bedeutung technischer Zeichnungen liegt freilich weiter im Produktentstehungs- bzw. Gestaltungsprozess. In jeder Phase kommen Zeichnungen als Mittel technischer Kommunikation zum Einsatz: Von der ersten Planung (eventuell helfen Skizzen, die eigentliche Produktidee auszuformulieren) über die Konstruktionsphase (die Funktionen des Artefakts werden bestimmt, die Baustuktur wird festgelegt und die letztendlichen geometrischen Eigenschaften mit genauen Konstruktionszeichnungen werden definiert) bis hin zu Fertigungs- oder Montagezeichnungen für die Fertigungsphase.

Für ihre Erstellung sind unterschiedliche Kompetenzen erforderlich.

Sie lassen sich unterscheiden in die Fähigkeit,

- Zeichnungen zu erstellen,
- konstruktive Lösungen zeichnerisch darstellen zu können,
- Zeichnungen lesen zu können und
- nach Zeichnungen arbeiten zu können (vgl. Clauss u.a. 1981)



Abb. 1.1.2: Rechnerunterstützte Zeichnung eines Pumpengehäuses

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtige Antwort an.

Die technische Zeichnung ist das Ergebnis des Konstruktionsprozesses.

Stimmt

Stimmt nicht

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Die technische Zeichnung aus technik-historischer Sicht

Seit Menschen gestalterisch tätig sind, formen, bauen, Geräte und Maschinen entwickeln, letztlich die Natur nach ihrem Willen beeinflussen, erstellen sie Zeichnungen und technische Planungsgrundlagen: Grundrisse auf Papyrus oder Stein, Baubeschreibungen auf Inschriftableinen oder auch Modelle zeugen davon.

Die Wurzeln der technischen Zeichnung sind daher zum einen im künstlerischen Ausdruck, zum anderen in der Notwendigkeit der Kommunikation technischer Zusammenhänge zu suchen.

Unterscheiden lassen sich technische Zeichnungen sowohl nach der Art der Zeichnung (z.B. Skizze), der Art der Anfertigung (z.B. Tuschezeichnung), dem Inhalt (z.B. Architekturzeichnung) oder dem Zweck (z.B. Vorentwurfszeichnung).

Einen Teil der mathematischen Grundlagen des technischen Zeichnens steuerten bereits die alten Ägypter bei. Sie benutzten geometrische Kenntnisse, um die Grenzen ihrer Felder abzustecken. Dabei war es notwendig, Winkel zu messen oder auch zu konstruieren.

Neben der Landvermessung waren es vor allem astronomische Beobachtungen und die Suche nach konstruktiven Lösungen beim Bau von Tempeln, Pyramiden oder Brücken, die dafür sorgten, dass sich die Geometrie stetig weiter entwickelte. Vom Felsengrab Ramses des IV. (um 1100 v. Chr.) ist auf Papyrus ein Bauplan im Maßstab 1:28 erhalten. Die Kapitelle des Tempels von Dandara, den die Königin Kleopatra (69-30 v. Chr.) für die Göttin Hathor errichten ließ, sind in halber Größe mit Lineal und Zirkel in roten Linien auf einem quadratischen Gitternetz eingetragen. Aus Griechenland sind Inschriftensteine bekannt, die Bauprogramme mit allen Dimensionen enthalten. Die Griechen entwickelten schließlich die Geometrie unter Berücksichtigung babylonischer Kenntnisse zu einer eigenständigen Wissenschaft weiter.

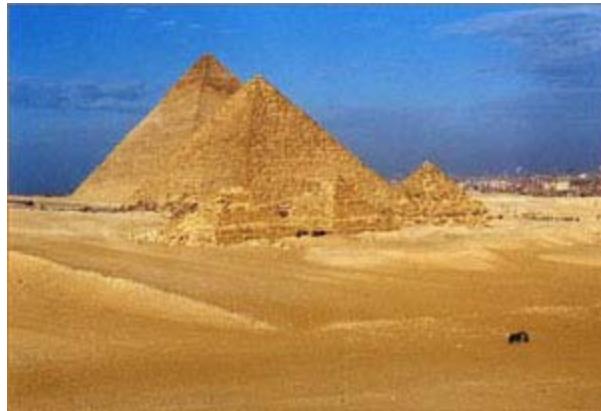


Abb. 1.2.1: Pyramiden von Gize

Vitruv (* ca. 55 v. Chr.; †14 n. Chr.), ein römischer Autor, der zu Zeiten der Herrschaft des Augustus lebte, zählt in seiner Abhandlung "De architectura" die Fertigkeit, Pläne, Aufrisse oder auch anschauliche Darstellungen zu zeichnen zu den Qualifikationen, die Menschen brauchen, um zeichnerische Planungsgrundlagen zu schaffen.



Abb. 1.2.2: Römisches Aquädukt

Während des frühen und des Hochmittelalters dürfte die technische Zeichnung auf das notwendigste beschränkt gewesen sein. Zum einen, weil geeignete und günstige Zeichnungsmedien rar waren, zum anderen aber auch, weil der ausführende Handwerker gleichzeitig die Rolle des Konstrukteurs inne hatte und somit eine umfangreiche technische Kommunikation in unserem Sinne nicht immer erforderlich war. Die Regeln der Zeichenkunst wurden jedoch auch in dieser Zeit weiterentwickelt und besonders in den Bauhütten gepflegt.

Neue Impulse brachte die Renaissance. Albrecht Dürer (1471-1528) beispielsweise hat das erste Buch über die Darstellende Geometrie mit dem Titel "Unterweysung der Messung mit dem Zirkel und dem Richtscheyd" verfasst. Darin finden sich unter anderem die Konstruktionen der drei Arten von Kegelschnitten im Grund- und Aufriss.

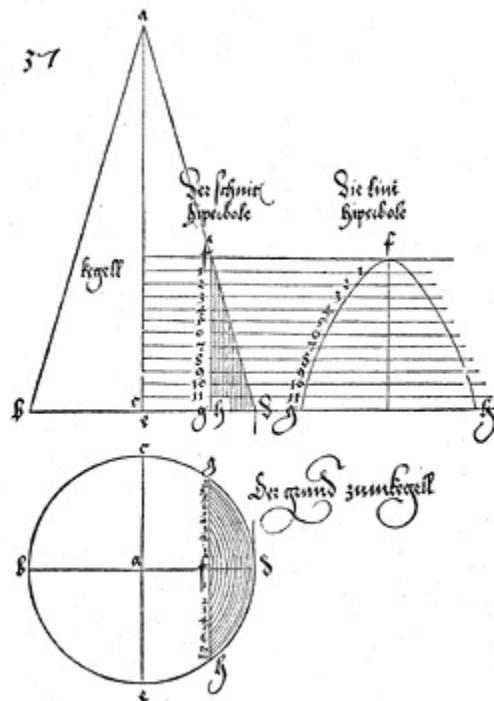


Abb. 1.2.3: Albrecht Dürer: Hyperbolischer Kegelschnitt eines Drehkegels

Anders als im Mittelalter üblich, findet in der Renaissance eine tiefere theoretische Auseinandersetzung mit Technik und Naturwissenschaft statt. Sie findet ihren Ausdruck in Zeichnungen, Modellen oder auch theoretischen Überlegungen. Gerade Leonardo da Vinci hat die technische Zeichnung zu einer bis dato noch nicht bekannten Reife geführt, indem er etwa unterschiedliche Ansichten eines Gegenstandes in einer Darstellung unterbrachte. Popplow (2006, S. 105f.) bezeichnet ihn deshalb auch als Meister der didaktisch aufbereiteten zeichnerischen Darstellung technischer Gegenstände.

In der Malerei gewannen geometrisch begründete Formen und ihre Konstruktion mehr und mehr an Einfluss. Das Interesse an geometrischen Zusammenhängen führte dazu, dass die Zentralperspektive, die bereits den Griechen und Römern bekannt war, in der Renaissance neu entdeckt wurde. Der Florentiner Baumeister Brunelleschi (1377-1446) gilt in diesem Zusammenhang als Geburtshelfer.



Abb. 1.2.4: Raffael, Die Schule von Athen, 1511

Während die vorindustriellen technischen Zeichnungen häufig noch Erklärungen in Textform oder Verschränkungen verschiedener Darstellungsformen beinhalteten, machte die zunehmende Komplexität der Maschinen sowie die industrielle Arbeitsweise mit ihrer Arbeitsteilung eine Formalisierung der Zeichnung erforderlich.

Das Rüstzeug dazu lieferte die Darstellende Geometrie. Sie ist neben der Analytischen Geometrie ein Teil der modernen Geometrie. Als eigene Wissenschaftsdisziplin verdankt sie ihren Ursprung in der Neuzeit vor allem französischen Mathematikern wie Gaspard Monge (1746-1818).

Erst durch die Anwendung der Gesetze der Darstellenden Geometrie wurde es möglich, von Bauwerken, Maschinen und sonstigen Artefakten anschauliche und maßstäbliche Abbildungen herzustellen, aus denen jederzeit die Abmessungen des geplanten oder dargestellten Objekts ermittelt werden können.

Quellen des technischen Zeichnens

Wie die kurze geschichtliche Betrachtung zeigt, resultiert die Entwicklung unterschiedlicher Darstellungsformen und Konstruktionen zu einem Gesamtgebäude "Technisches Zeichnen" aus der Notwendigkeit, anschauliche und detaillierte Anweisungen für die technische Umsetzung von Artefakten und Gebäuden zu erstellen. Die eigentliche Umsetzung ebenso wie die vorausgehende Erstellung der Planungs- oder Fertigungsunterlagen setzte eine Auseinandersetzung mit mathematisch-geometrischen Zusammenhängen aber auch künstlerisch-ästhetischen Fragen voraus.

Technische Zeichnungen stellen zwar in erster Linie Sachinformationen dar, die technische Fragen klar und unmissverständlich beantworten. Andererseits besitzen Skizzen, Pläne und Zeichnungen einen eigenen ästhetischen Wert.

Die für das Technische Zeichnen notwendigen Erkenntnisse lassen sich dem naturwissenschaftlich-mathematischen, dem technischen und künstlerischen Kulturbereich entnehmen. Im Kern stützt sich das Technische Zeichnen auf die Formenkunde, die auf das Erkennen, Beschreiben und auf die Darstellung geometrischer Formen abzielt, auf die Projektionslehre, die die zeichnerischen Grundlagen hinsichtlich der Ansichten und Projektionen liefert und auf ein Normenwerk. Es stellt die Übereinkunft dar, wie alle technischen Darstellungen gezeichnet und gelesen werden können.

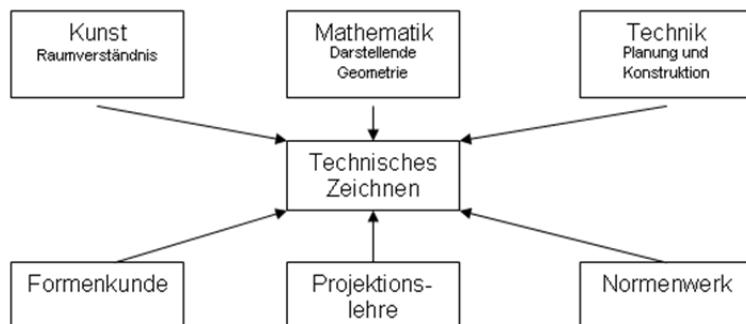


Abb. 1.3.1: Quellen des technischen Zeichnens

Unterschiedlichkeit der Darstellungsformen

In Abhängigkeit vom Zweck der Zeichnung, zum Beispiel innerhalb des technischen Planungs- oder künstlerischen Gestaltungsprozesses, der Zielgruppe und natürlich in Abhängigkeit von der Art des zu beschreibenden Objekts wurden und werden verschiedene Darstellungsformen verwendet (s. Abb. 1.4.1). So dienen unverzerrte Ansichten, Raumbilder oder Explosionszeichnungen als Arbeitsgrundlage für die Produktion oder die Montage, Schaltpläne oder Funktionspläne als Grundlage für Wartungs- oder Reparaturaufgaben und Freihandskizzen werden generell als Kommunikationsmittel in technischen oder künstlerischen Problemlösungs- oder Gestaltungsprozessen eingesetzt. Perspektivische Darstellungen, also Raumbilder, können mit der so genannten Parallel- oder Zentralprojektion erstellt werden (s. Lerneinheit 4). Die Ergebnisse (Zentral- oder Parallelperspektiven) werden oft für Demonstrations- oder Präsentationszwecke verwendet, sind aber wegen ihrer Anschaulichkeit auch als Arbeitsvorlagen im Fertigungsbereich verbreitet.

Insgesamt lassen sich die im Technischen Zeichnen eingesetzten Darstellungsformen in drei Großgruppen einteilen:

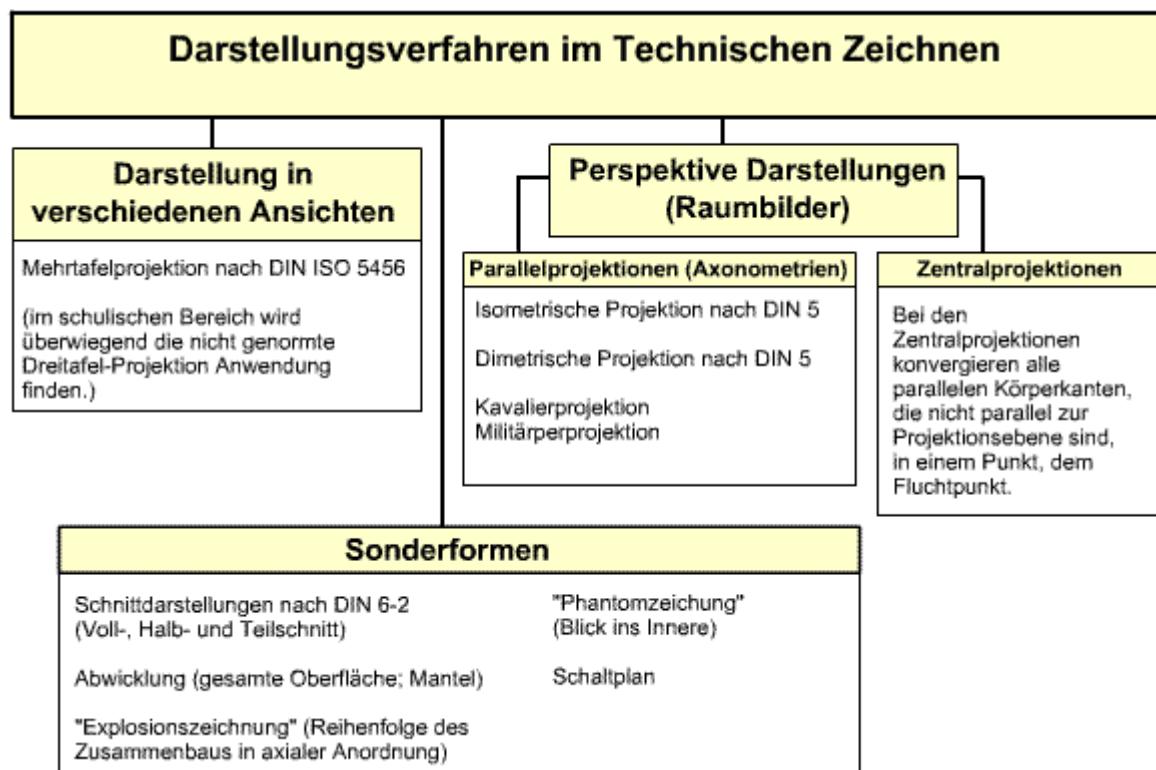
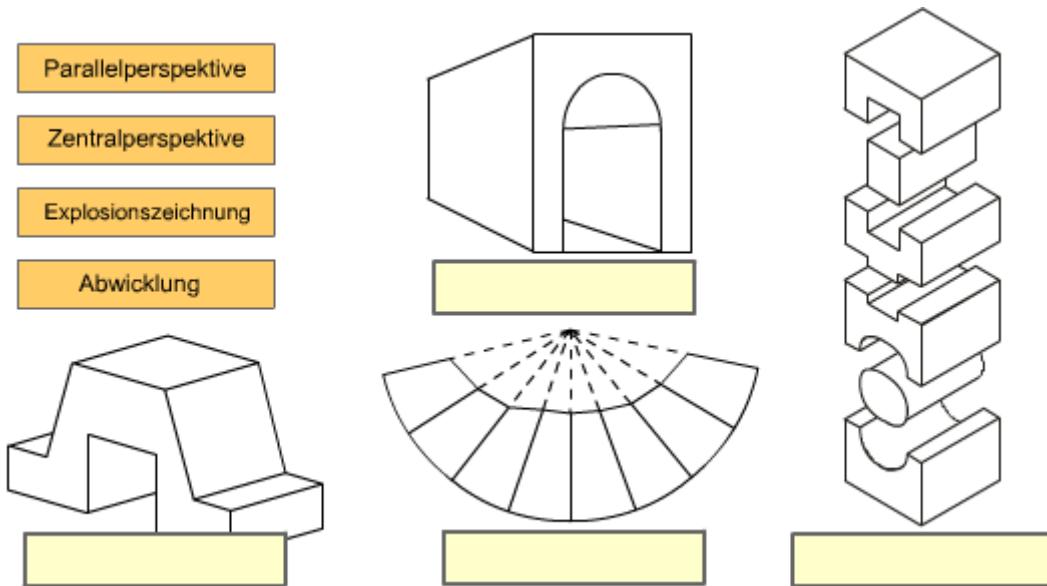


Abb. 1.4.1: Darstellungsverfahren im Technischen Zeichnen

Aufgabe

Setzen Sie die richtigen Bezeichnungen auf die entsprechenden Zeichnungen.



Bedeutung der Normung

Um Unklarheiten und Fehlinterpretationen zu vermeiden, sind Technische Zeichnungen ge normt. Das bedeutet, dass Sie verschiedenen Anforderungen gerecht werden müssen:

So müssen beispielsweise die Maße und Längen des in einer Zeichnung dargestellten Werk stücks in einem vorher festgelegten Verhältnis zu den späteren Maßen und Längen des realen Werkstücks gezeichnet werden. Zur Festlegung dieses Verhältnisses ist ein Maßstab er forderlich (s. Lerneinheit 12). Auch die Anordnung des Zeichengegenstandes auf dem Papier, die Bemaßung, die Art und Weise der Darstellung bestimmter Einzelteile usw. ist genormt.

Da Produktionsprozesse immer mehr auch Ländergrenzen überwinden, ist es erforderlich, dass technische Zeichnungen auch international "lesbar" sind.

Die vom Deutschen Institut für Normung (DIN) herausgegebenen Zeichnungsnormen be rücksichtigen daher auch die Normen und Empfehlungen der internationalen Normenorga nisation ISO.

Wichtige Normen für das schulische Zeichnen sind:

- DIN 5 Projektionen
- DIN 6 Ansichten und Schnitte
- DIN 406 Bemaßung
- DIN ISO 128-20 Linien in Zeichnungen
- DIN ISO 5455 Maßstäbe für technische Zeichnungen
- DIN ISO 5456 Projektionsmethoden

Fachspezifische Ausprägungen des technischen Zeichnens

Eine Vielzahl an Normen und Konstruktionsprinzipien gilt für alle technisch-zeichnerischen Aufgaben. Aufgrund der speziellen Komplexität einzelner technischer Bereiche und der damit verbundenen Notwendigkeit der spezifischen Darstellung der dort jeweils relevanten Arbeitsprozesse, Arbeitsmittel, Betriebsmittel, Werkstücke oder Bauteile existieren jedoch verschiedene Normen für fachbezogenes Zeichnen. Zu nennen sind hier die Bereiche Bau- und Holztechnik, Metalltechnik oder Elektrotechnik.

Die nachfolgende Bauzeichnung zeigt beispielsweise den Grundriss eines Zimmers mit Bemaßung und Einrichtungsgegenständen. Die Darstellung der horizontal geschnittenen Mauern wird durch die Schraffur verdeutlicht. Dies ist für alle technischen Zeichnungen genormt. Die Art der Bemaßung unterscheidet sich jedoch bei dieser Bauzeichnung von Zeichnungen aus dem Metallbereich.

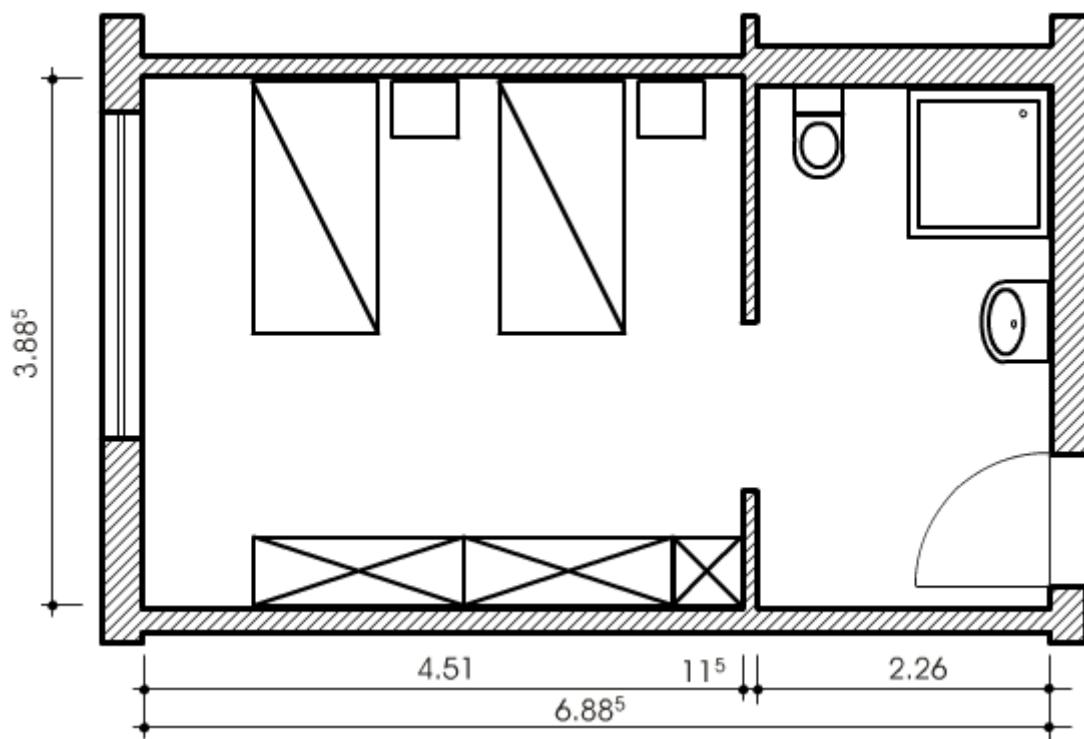


Abb. 1.6.1: Grundriss eines Zimmers mit Bemaßung und Einrichtung

Entwicklungen des technischen Zeichnens

Von immer größerer Bedeutung sowohl für den Entstehungsprozess technischer Artefakte als auch für die spätere Nutzung ist das rechnergestützte Konstruieren und Zeichnen (CAD: Computer Aided Design). Die geometrischen Daten des geplanten Objekts werden hier über vielfältige Eingabemöglichkeiten (z.B. Tastatur, Maus, Stift, Scanner) in ein CAD-Programm eingegeben und von diesem als Datenmodell im Rechner abgespeichert. Einfacher als bei einer Handzeichnung lässt sich das virtuelle Modell bearbeiten und verändern.

Die Ausgabe und Ansicht der Daten erfolgt zunächst über den Bildschirm, allerdings sind weitere Nutzungsmöglichkeiten der Daten möglich (s. Abb. 1.7.1).

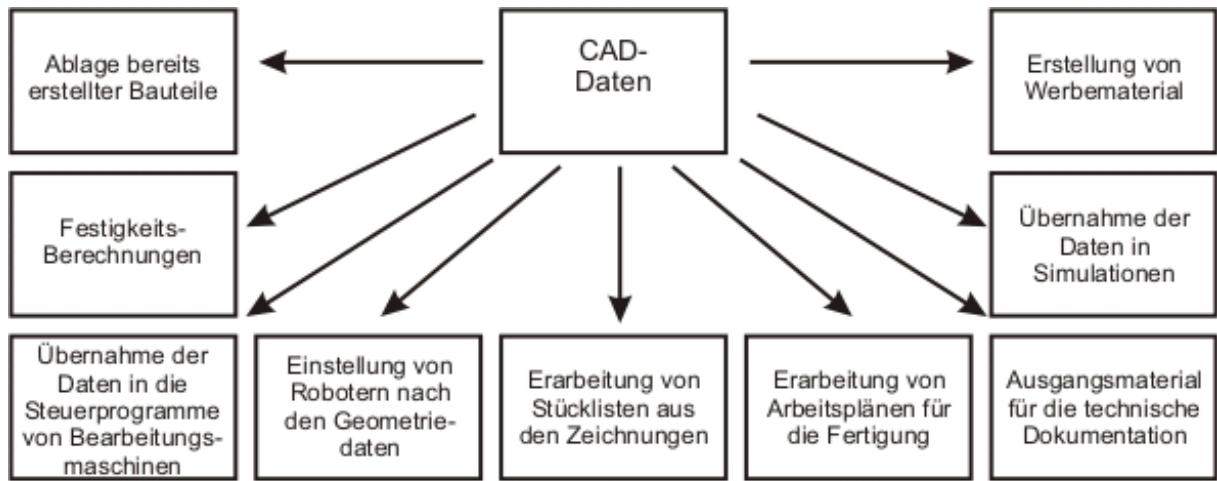


Abb. 1.7.1: CAD-Daten als Basis für verschiedenartige Weiterbearbeitung

Die Möglichkeiten des rechnerunterstützten Zeichnens haben nicht nur zu einer schnelleren Ausgabe unterschiedlicher Darstellungen wie Ansichten, Raumbilder, Schnitt- oder Explosionszeichnungen geführt. Die im Rechner hinterlegten Daten können auch an Fertigungssystemen wie CNC-Fräsen, oder an Simulationsprogramme, mit denen sich etwa mechanische Beanspruchungen des Werkstücks simulieren lassen, weiter gegeben werden.

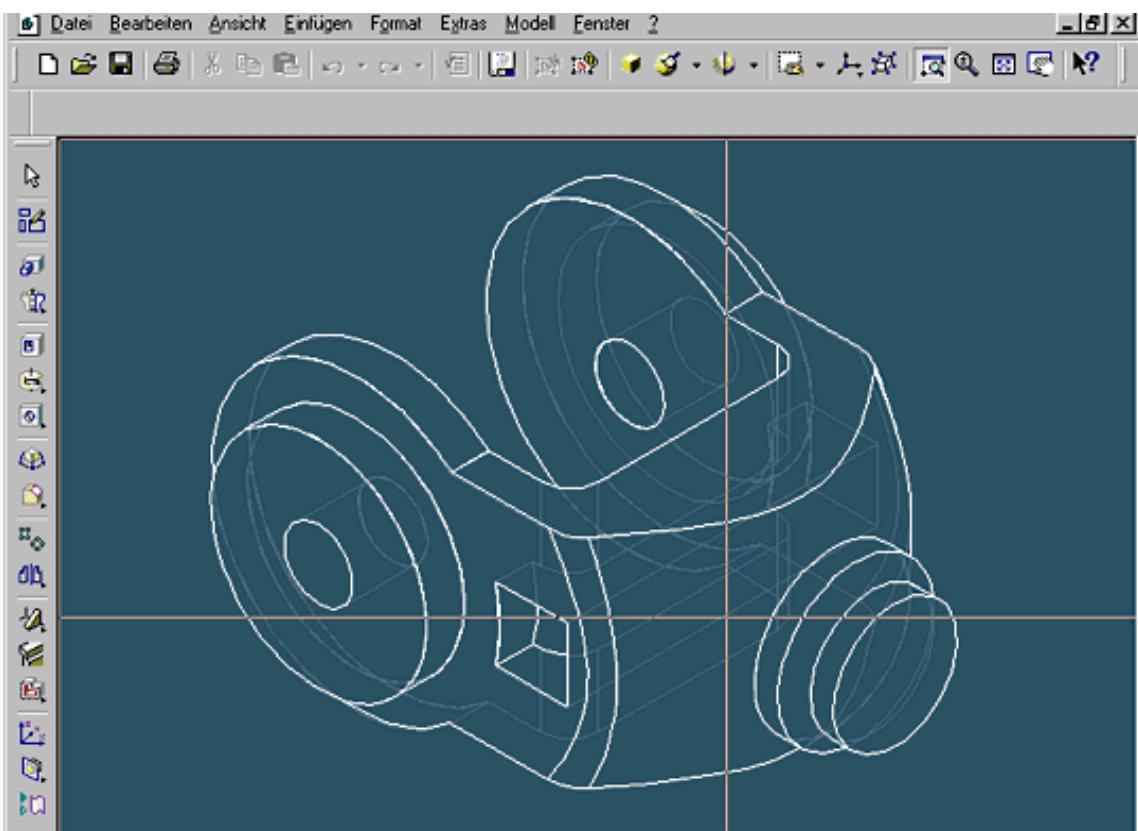


Abb. 1.7.2: Benutzeroberfläche eines CAD-Programms

Freihandzeichnen und technisches Zeichnen

Seit jeher war die Freihandzeichnung bzw. Freihandskizze Ausgangspunkt künstlerischer oder technischer Prozesse.

Die Kommunikation der Personen im technischen Erfindungs-, Konstruktions- oder Produktionsprozess erfolgt neben der Sprache zu einem Großteil über technische Zeichnungen. Nicht jede zeichnerische Information muss allerdings streng maßstabsgetreu oder normgerecht ausgeführt werden. Oft hilft eine Freihandskizze mit Bleistift weiter. Damit entfällt die aufwändige Anfertigung mit rechnergestützten Zeichenprogrammen oder gar mit Zeichenplatte und Zeichenwerkzeug. Besonders anschaulich sind räumliche Darstellungsformen. Für deren Umsetzung ist die Fähigkeit erforderlich, Gegenstände räumlich zu erfassen und zweidimensional auf ein Papier umzusetzen. Als Werkzeug für das Freihandzeichnen eignet sich ein normaler Bleistift oder auch ein Feinliner, also ein dünner Filzstift besonders gut.

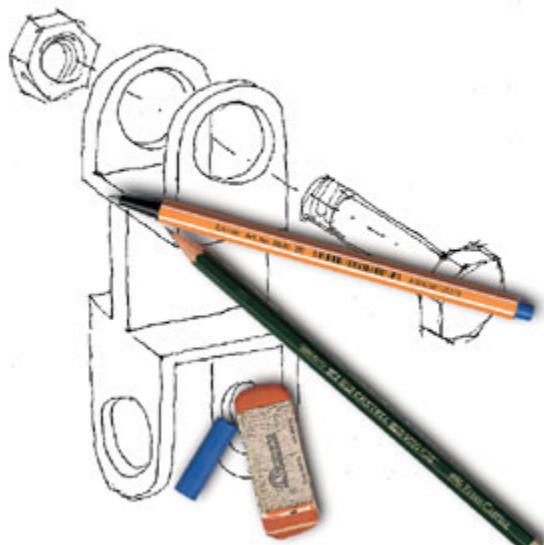


Abb. 1.8.1: Freihandskizze

Grundlagen des Freihandzeichnens - Linienführung

Die Darstellung komplexer Sachverhalte in technischen Skizzen erfordert eine genaue Linienführung und die Beachtung der Größenverhältnisse der angeordneten Einzelheiten.

Linien geben beispielsweise Umrisse oder Schnittkanten von Objekten an, man braucht sie aber auch für die Bemaßung.

Zur Verbesserung der Linienführung sollte man einige Grundlagen beachten.

Wichtig ist es beispielsweise, dass die Striche locker und möglichst ohne abzusetzen durchgezogen werden. Parallel Linien sollten auch parallel bleiben.

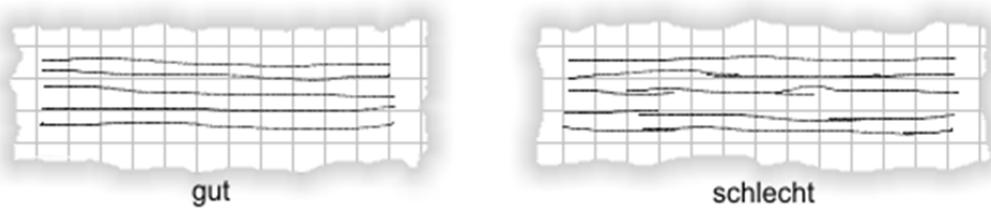


Abb. 1.9.1: Freihandzeichnen - Linien und Parallelität

Mit parallelen, schrägen Linien - als Schraffur bezeichnet - kennzeichnet man die Flächen (auf-)geschnittener Bauteile, also solcher, in die man besser hineinschaut, weil sich ihr Innenleben allein durch die Außenansicht nicht erschließt. Bei Schraffuren sollten die Abstände der einzelnen Linien möglichst gleich groß sein, die Linien sollten darüber hinaus bis zu den Umrisslinien gehen.

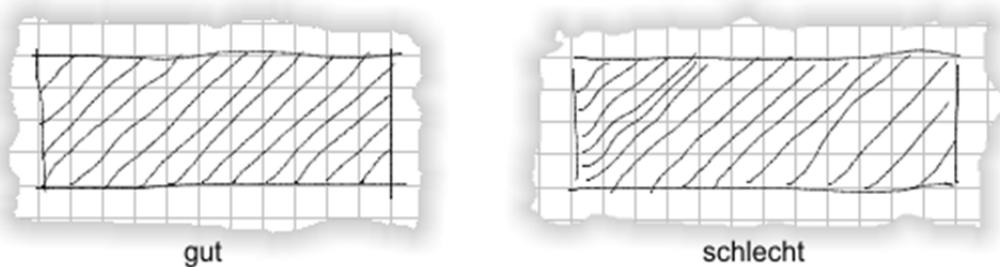


Abb. 1.9.2: Freihandzeichnen – Schraffuren

Ecken sollten stets geschlossen gezeichnet werden.

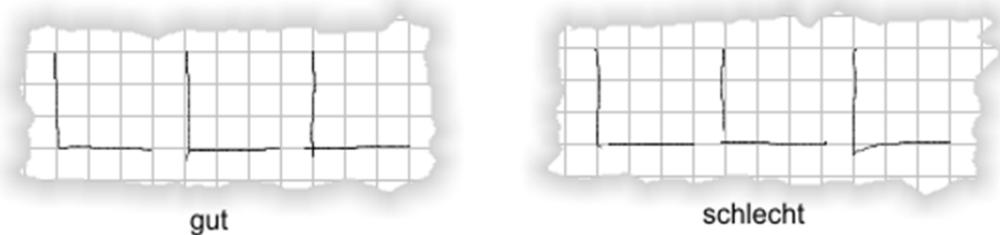


Abb. 1.9.3: Freihandzeichnen – Ecken

Grundlagen des Freihandzeichnens – Blatteinteilung

Auch für die Anordnung der Zeichnung auf einem Blatt gibt es einiges zu beachten. Eine mittige Platzierung der Zeichnung entspricht zwar der Gewohnheit des Betrachters, ein Bild zunächst von der Mitte aus zu erschließen. Der optische Schwerpunkt liegt allerdings nicht direkt in der Mitte sondern zwischen vier Schwerpunkten, die sich durch den "Goldenen Schnitt" ergeben. Er errechnet sich ungefähr aus dem Verhältnis ein Drittel zu zwei Dritteln

einer Strecke. Die Ausrichtung der Zeichnung an einem der vier sich ergebenden Punkte wirkt für den Betrachter weniger "langweilig". Ebenso wichtig: Das Blatt muss nicht restlos ausgenutzt werden, auch eine unmittelbare Anordnung an einen Rand des Blattes ist möglichst zu vermeiden.

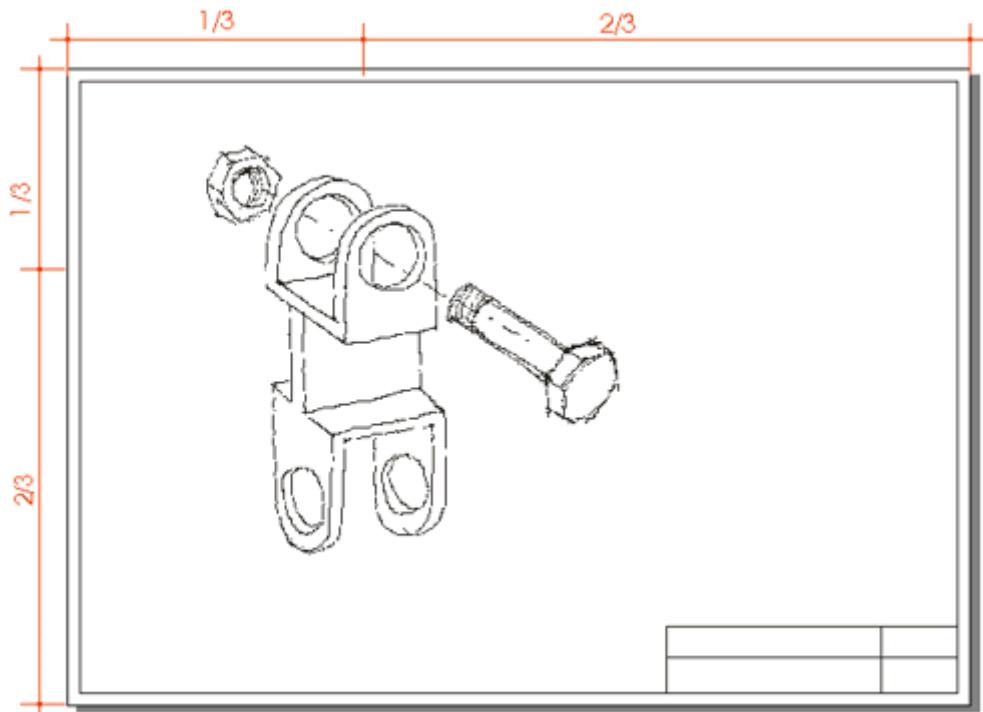


Abb. 1.10.1: Blatteinteilung nach dem "Goldenen Schnitt"

Praxisbeispiel

Skizzieren Sie zur Übung das dargestellte Werkstück auf ein DIN A 4 Blatt.

Bevor Sie mit der Skizze beginnen, sollten Sie sich grundlegendes Wissen über die Grundlagen des Technischen Zeichnens erarbeiten.



Abb. 1.11.1

So sieht das Ergebnis aus:

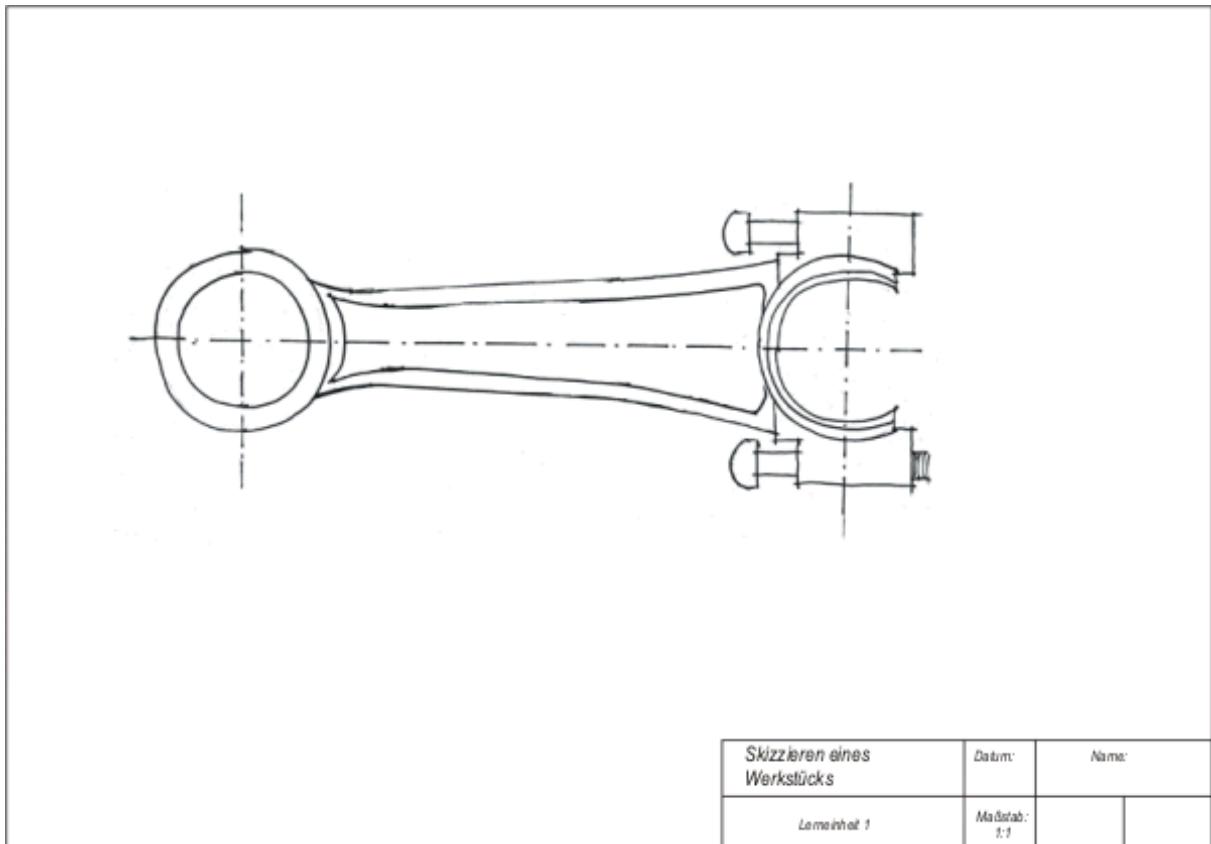


Abb. 1.11.2: Lösung der Beispielaufgabe

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise - Herstellungsaufgabe

Das dem Kurs zugrunde liegende Werkstück ist für die Umsetzung etwa ab der 6. Klasse z.B. in der Mittel- oder Realschule im Werkunterricht konzipiert. Technikdidaktisch handelt es sich hier um eine Herstellungsaufgabe, bei der es vor allem darum geht, einen bereits vorliegenden technischen Entwurf zu realisieren. Der Schwerpunkt liegt demnach auf der planmäßigen Produktion eines Gegenstandes. Dabei sollen planerische, arbeitsorganisatorische und handwerkliche Kenntnisse und Fertigkeiten erworben oder weiterentwickelt werden. In un-

serem Kurs geht es aber nicht darum, das Werkstück real anzufertigen, sondern vorrangig darum, die Fertigungsunterlagen zu erstellen, die zu seiner Umsetzung erforderlich sind.

Wenngleich uns im Kurs vor allem die frühen Phasen einer Herstellungsaufgabe leiten, bietet das Projekt aber auch einzelne konstruktive Freiheiten. Daher werden besonders in den ersten Lerneinheiten auch didaktisch-methodische Hinweise für eine entsprechende Ausrichtung als Konstruktionsaufgabe gemacht.

Bei einer Umsetzung in der Schule sollte dieses Projekt möglichst fachübergreifend realisiert werden. Beteiligt sein könnten: Technisches Zeichnen bzw. IT, Werken, evtl. auch Deutsch, Wirtschaft (Kalkulation Vertrieb durch Schülerfirma?), Arbeitslehre, Kunst oder Gestaltung (Spielanleitung, Werbung, Flyer). Bereits bei der Planung sollten Fächer wie Wirtschaft bzw. Arbeitslehre und Technisches Zeichnen bzw. IT oder Technik bzw. Werken eng zusammen arbeiten. Während der Produktion im Werkunterricht könnte dann beispielsweise bei einer Ausweitung auf andere Fächer auf Basis der Material- bzw. Stückliste und kalkulierter Herstellungszeiten ein Verkaufspreis ermittelt werden. Mit den Skizzen und Zeichnungen oder – falls vorgesehen – auch den Abbildungen der Computerplanung können Verpackung, Werbung und Spielanleitung geplant und gestaltet werden. Beteiligte hier könnten wiederum das Fach Kunst, Deutsch oder IT sein.

Ob Herstellungs- oder Konstruktionsaufgabe, Zeichnungen sind bei beiden Wegen notwendig. Je nach Planungsstand und Kommunikationssituation können das einmal Freihandzeichnungen, ein andermal bemaßte Werkzeichnungen sein; einmal ist mehr der räumliche Überblick wichtig, das andere Mal die genaue Form und Bemaßung, für die Fertigung. Des Weiteren sind Zeichnungen und Abbildungen auch für Werbe-, bzw. Marketingmaßnahmen sowie für das Begleitmaterial der Spielesammlung erforderlich. Die Erstellung aller Arten von Zeichnungen lernen Sie in dem Kurs und erfahren gleichzeitig eine methodische Vorgehensweise für die Umsetzung der frühen Phasen eines schulischen Projekts.

Methodische Hinweise

Am Beginn eines schulischen Projektes steht in der Regel eine Projektinitiative, innerhalb der von den Schülern, von Lehrern oder von Dritten Vorschläge für ein Projekt gemacht werden sollten.

Da unser Projekt ja bereits konturiert ist, könnte diese Phase eigentlich entfallen. Andererseits macht es vielleicht Sinn, das Vorhaben generell bzw. die Ausgestaltung im Detail zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Unterstützt werden kann dies z.B. durch eine „Kundenbefragung“, z.B. welche Spiele die „Kunden“ oder potentiellen „Nutzer“ in einer Sammlung gerne sehen würden. Auch die Analyse bereits bestehender Spielesammlungen ist denkbar. Man könnte beispielsweise danach fragen, wie man bestehende Spiele im Hinblick auf bestimmte Zielgruppen modifizieren müsste, z.B. für ältere Menschen oder Kinder. Veränderungsmöglichkeiten des Projektes ergeben sich außer bei der Spieleanwahl auch bei der Gestaltung der Spielfiguren und bei der Konstruktion des Kastens.

Untersuchungen oder Befragungen zu den oben genannten Punkten können durch Skizzen von Spielen unterstützt werden. Hier schließt unsere erste Aufgabenstellung an.

Projektaufgabe

Im Rahmen der ersten Aufgabe unseres Projekts sollen Sie eine räumliche Freihandskizze von Spielen bzw. Spielesammlungen anfertigen. Die unten dargestellte Situation soll Ihnen dabei als Anregung, nicht jedoch als Vorlage dienen. Das gleiche gilt für die schrittweise Lösung, die Sie anschließend betrachten können.

Stellen Sie also ein Spiel auf bzw. arrangieren Sie eine Spielsituation mit Feld und Spielsteinen. Platzieren Sie es so, dass es räumlich wirkt und nicht zu weit weg steht.

Machen Sie erst mit dünnen Strichen eine räumliche Einteilung, die Sie in den nächsten Schritten mit den wichtigsten Umrissen und dann mit immer mehr Einzelheiten füllen.

Bevor Sie mit der Skizze beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen über die Grundlagen des Technischen Zeichnens erarbeiten. Außerdem sollten Sie die Informationen über das Projektvorhaben lesen.

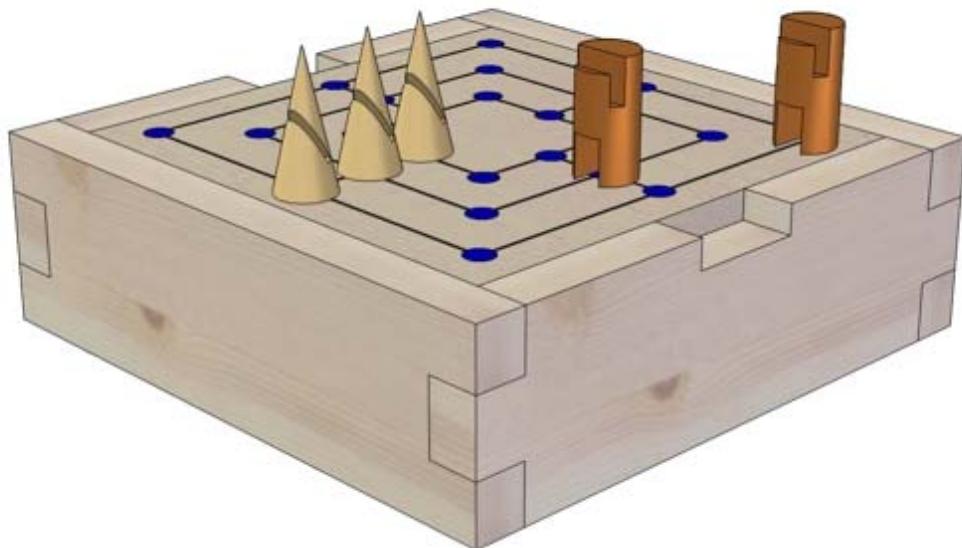


Abb. 1.12.1: Räumliche Darstellung der Spielesammlung

Lösungsvorschläge zu diesen drei Aufgaben finden Sie an der entsprechenden Stelle im Online-Kurs.

Kapitel 2: Körper- und Flächenformen

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Begriff "geometrischer Körper"
- Unterscheidung zwischen konvexen und konkaven Körpern, Drehkörpern und Vielfächern
- Bezeichnungen von Formänderungen an Werkstücken
- Begriffe "Prismen" und "Pyramiden"
- spezielle Flächenformen
- Eigenschaften regelmäßiger Vielecke
- Ellipseneigenschaften

Fähigkeiten:

- Beschreibung von Körpern, Flächen und bearbeiteten Werkstücken unter Verwendung technischer oder geometrischer Fachausdrücke
- Auswahl und Anwendung von Konstruktionsverfahren für regelmäßige Vielecke
- Auswahl und Anwendung von Verfahren für Ellipsenkonstruktionen
- Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens
- Anfertigen proportionsgerechter Skizzen

Fachliche Grundlagen

Punkt, Linie, Dreieck, Quadrat, Kreis, Kreisbogen etc.

Für die zeichnerische Erfassung der natürlichen oder der von uns gestalteten Umwelt nutzen wir die geometrische Formensprache.

In unserem Kurs geht es darum, Räume, Körper oder Flächen für technische Zwecke eindeutig mit diesen Formelementen zu beschreiben.

Dass aber auch künstlerische Artefakte eine innere, von der Auswahl, Anordnung sowie Kombination unterschiedlicher geometrischer Formen abhängige Konstruktionslogik besitzen, darauf wiesen u.a. Künstler wie Itten, Klee und Kandinsky mit ihren Gestaltungslehrern hin.

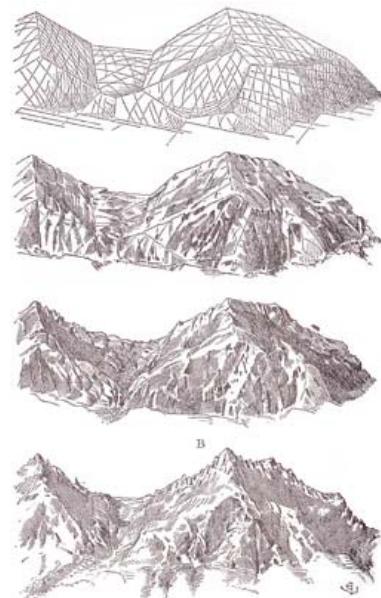


Abb. 2.0: Eugène Violet-le-Duc,
Geologische Modifikation des Mont
Blanc, 1876

Körper und ihre Einteilung

Technische Artefakte, wie Maschinen, Werkzeuge, Werkstücke oder auch Bauwerke bestehen meist aus einzelnen Bauteilen. Diese Bauteile können in verschiedene, geometrisch definierte Körper eingeteilt werden.

Auch künstlerische Artefakte lassen sich mehr oder weniger eindeutig auf geometrisch definierte Körper zurückführen.

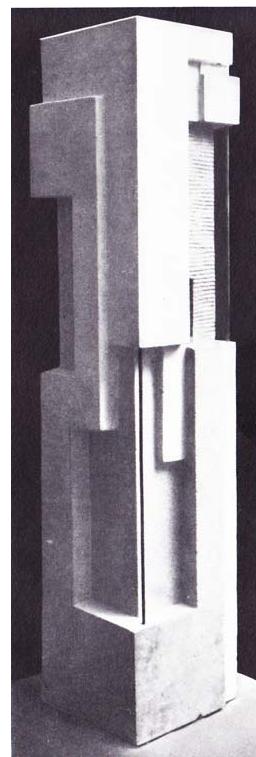


Abb. 2.1.1: Stein-Plastik. K. Schwertfeger, Weimar 1921

Aufgabe

Im folgenden Bild sehen Sie eine Maschine für den Tiefbau.

Klar erkennbar sind Zylinder und Pyramide (schwarz umrandet). Um welche Körpertypen könnte es sich bei den rot umrandeten Teilen handeln?



Abb. 2.1.2: Straßenwalze

Ein geometrischer Körper ist ein zusammenhängender und beschränkter Teil des Raumes. Körperrand und Körperinneres bilden zusammen den Körper.

Geometrische Körper lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten zusammenfassen. Je nachdem, welche Aspekte dabei für eine Einteilung maßgeblich sind, können sich unterschiedliche Klassifikationen ergeben. Im Folgenden werden wir besonders die Merkmale diskutieren, die sich auf die Eigenschaften des Körperinneren und der Begrenzungsflächen sowie der Erzeugungsmöglichkeiten für die Körper beziehen.

Konvexe und nichtkonvexe Körper

Zunächst einmal unterscheidet man zwischen konvexen und nichtkonvexen (seltener: "konkaven") Körpern.

Konvexe Körper sind durch die Grundeigenschaft charakterisiert, dass zu je zwei beliebigen Punkten des Körpers stets auch die gesamte Verbindungsstrecke zwischen den beiden Punkten zum Körper gehört.

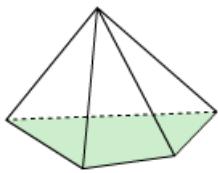


Abb. 2.1.1.1: konvex

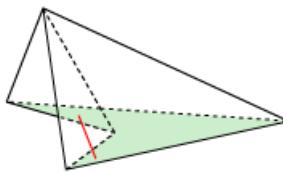


Abb. 2.1.1.2: nicht konvex

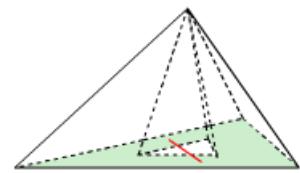


Abb. 2.1.1.3: Körper mit Aussparung:
nicht konvex

Nichtkonvexe (konkave) Körper erhalten ihre Form oft durch verschiedene handwerkliche oder maschinelle Fertigungs- oder Bearbeitungsverfahren. Eine Auswahl sehen Sie in der Abbildung 2.1.1.4. Unterschieden werden beispielsweise das Urformen (z.B. Gießen), Umformen (z.B. Schmieden), Trennen (z.B. Bohren, Sägen oder Fräsen), das Fügen oder Be- schichten.

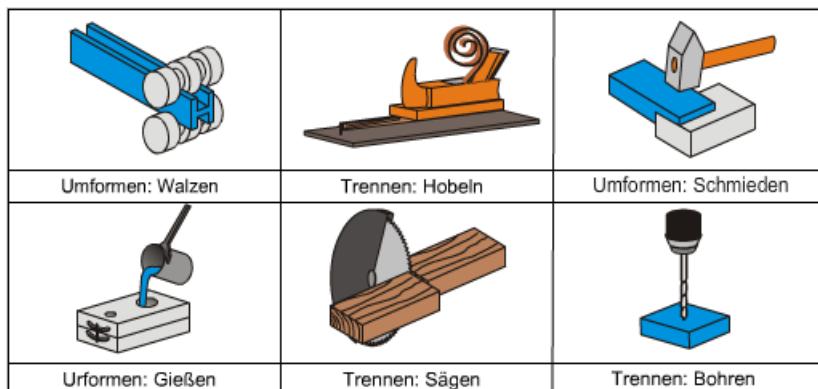


Abb. 2.1.1.4: Fertigungsverfahren (Auswahl)

Die Formänderungen, die dann an den Körpern entstehen, sind unten dargestellt. Wie sie benannt werden, können Sie selbst untersuchen.

Aufgabe

Ziehen Sie die Begriffe auf die Zeichnung!

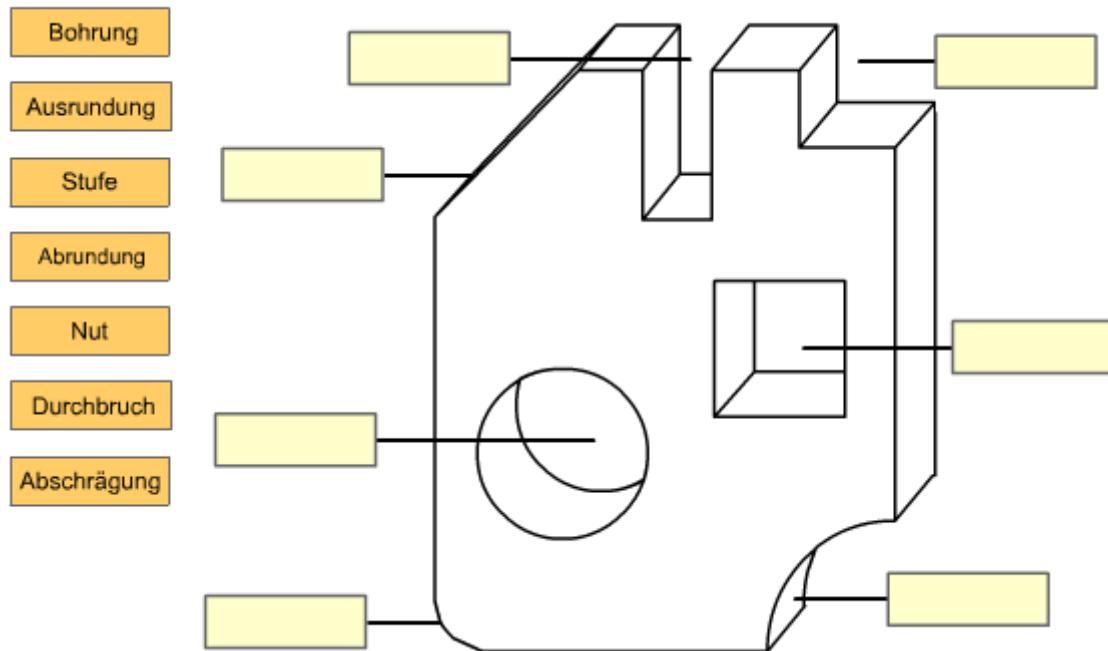


Abb. 2.1.1.5: Werkstück - mehrfach bearbeitet

Die Lösung zur Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Drehkörper



Abb. 2.1.2.1: Skulptur, Anish Kapoor 2008

Aufgrund gebräuchlicher Fertigungsverfahren wie Drechseln, Drehen oder Schleifen kommen solche Werkstücke oder künstlerische Artefakte relativ häufig vor, die einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen.

Ihrem geometrischen Ursprung nach bezeichnet man sie als Dreh- oder Rotationskörper. Ihre Erzeugung lässt sich durch die Rotation eines Flächenstücks um eine Achse erklären.

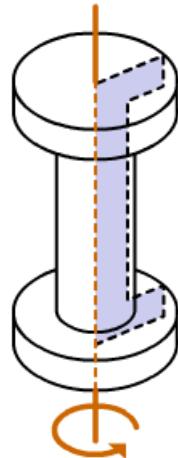


Abb. 2.1.2.2: Drehkörper

Ein etwas komplizierteres Beispiel zeigt das folgende Bild:

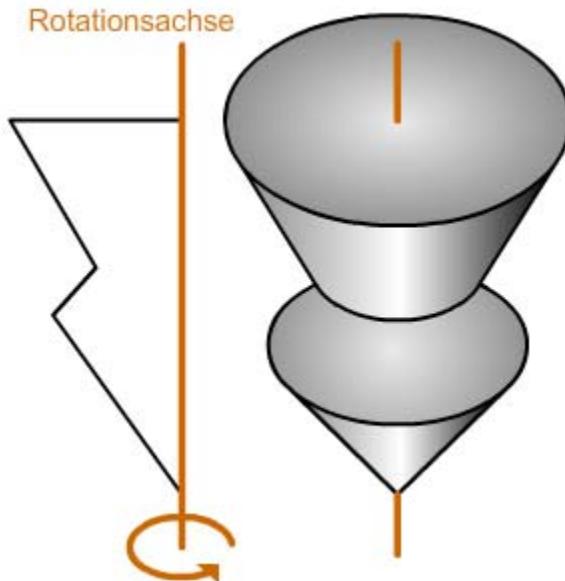


Abb. 2.1.2.3: Drehkörper

Wichtige Spezialfälle von Drehkörpern sind die Kugel, der gerade Kreiszylinder und der gerade Kreiskegel.

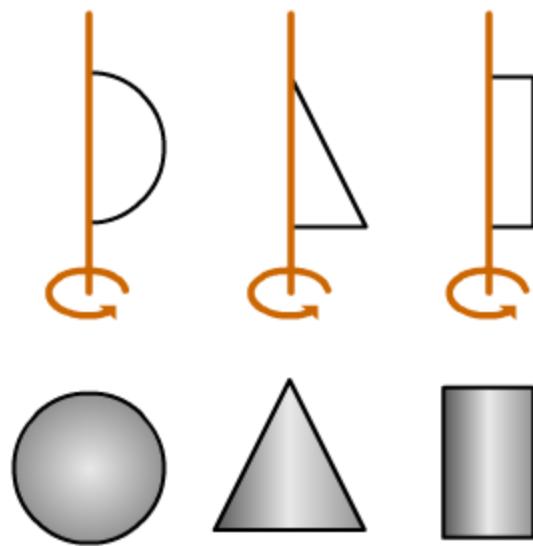


Abb. 2.1.2.4: Spezialfälle von Drehkörpern

Vielfächner (Polyeder)

Vielfächner sind Körper, die ausschließlich von Ebenenstücken begrenzt werden.

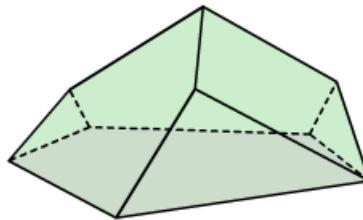


Abb. 2.1.3.1: Polyeder

Wie oben bereits beschrieben, können Vielfächner konvex sein (wie im vorangehenden Bild) oder auch Einbuchtungen oder Löcher haben, also nichtkonvex (konkav) sein.

Die Übergänge zwischen je zwei Begrenzungsflächen sind bei Vielfächnern Strecken, welche meist als "Kanten" bezeichnet werden. Die gemeinsamen Punkte von je zwei (oder mehreren) Kanten heißen "Ecken".

Betrachtet man einen Vielfächner als Gebrauchsgegenstand, so gibt es in vielen Fällen eine besondere Fläche, auf der der Vielfächner im Regelfall steht. Diese Fläche wird dann als "Grundfläche" bezeichnet. Existiert eine zur Grundfläche parallele Begrenzungsfläche, so nennt man diese auch "Deckfläche". "Grund-" und "Deckfläche" sind freilich vom mathematischen Standpunkt aus etwas problematische Bezeichnungen, weil man grundsätzlich einen Vielfächner auf jede seiner Begrenzungsflächen stellen und deshalb eigentlich jede Begrenzungsfläche als "Grundfläche" ansehen kann.

Im Folgenden wollen wir spezielle Vielflächner genauer untersuchen.

Prismen und Pyramiden

Einige Prismentypen

Der Oberbegriff "Prisma" umfasst eine Vielzahl von Vielflächnern:

Zunächst unterscheidet man zwischen nichtkonvexen (konkaven) und konvexen Prismen.

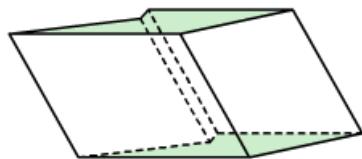


Abb. 2.2.1.1: allgemeines konkaves Prisma

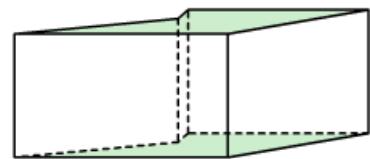
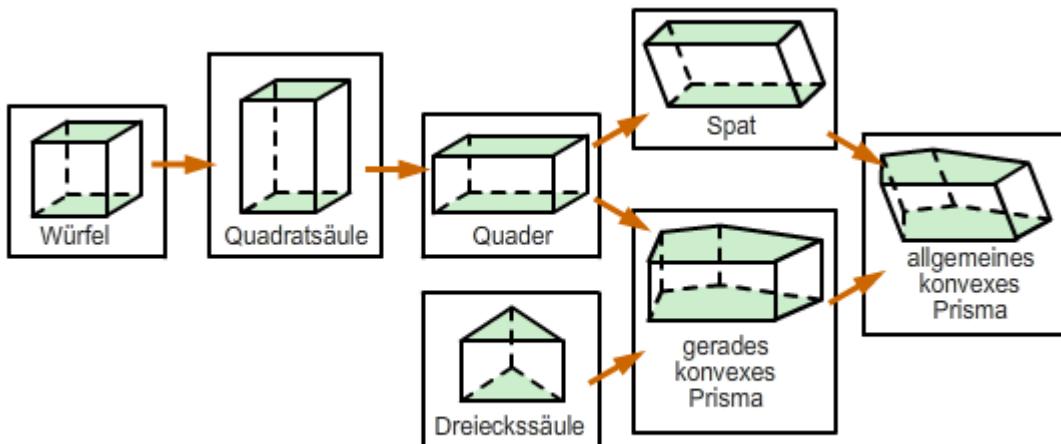


Abb. 2.2.1.2: gerades konkaves Prisma

Konvexe Prismen und spezielle Formen konvexer Prismen können Sie dem folgenden Organigramm entnehmen.

Bitte beachten Sie: Ein "Spat" besitzt zwei gegenüberliegende, rechteckige Begrenzungsflächen.



Der Pfeil (→) geht stets von der speziellen zur allgemeineren Körperform

Abb. 2.2.1.3: Konvexe Prismen

Aufgabe

Definieren Sie die Begriffe allgemeines Prisma, gerades Prisma, Dreieckssäule, Spat, Quader, Quadratsäule, Würfel möglichst kurz, aber vollständig. Gehen Sie dabei am besten von der Art der Begrenzungsflächen aus, versuchen Sie aber, problematische Begriffe, wie "Grundfläche", "Deckfläche" u.ä. zu vermeiden!

Die Lösung der Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Schiefe Prismen - gerade Prismen

Zum Begriff "Prisma" berücksichtigen Sie bitte auch die Lösung der obigen Aufgabe.

Ein n -flächiges allgemeines Prisma besitzt $n-2$ Parallelogramme als Seitenflächen, falls diese Parallelogramme alle Rechtecke sind, so spricht man von einem geraden Prisma.

Allgemeine Prismen, welche keine geraden Prismen sind, heißen auch schiefe Prismen.

Pyramiden

Eine weitere wichtige Klasse von Vielfächnern bilden die Pyramiden. Pyramiden sind Vielfächner, bei denen alle Seitenflächen, bis auf eine, genau einen gemeinsamen Punkt (die Spitze) haben. Die der Spitze gegenüberliegende Begrenzungsfläche wird als "Grundfläche" der Pyramide bezeichnet.

Die senkrechte Projektion F der Spitze S auf die Grundfläche heißt auch "Höhenfußpunkt". Fällt der Höhenfußpunkt mit dem Umkreismittelpunkt der Grundfläche zusammen, so spricht man von einer geraden Pyramide. Bei einer geraden Pyramide sind alle Seitenkanten gleich lang (der Umkreismittelpunkt ist nämlich von allen Eckpunkten gleich weit entfernt). Wichtige Spezialfälle sind: die quadratische gerade Pyramide (= gerade Pyramide mit einem Quadrat als Grundfläche), das Tetraeder (=Dreieckspyramide).

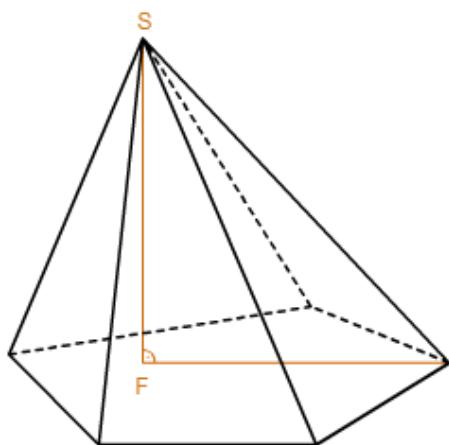


Abb. 2.2.3.1: allgemeine Pyramide

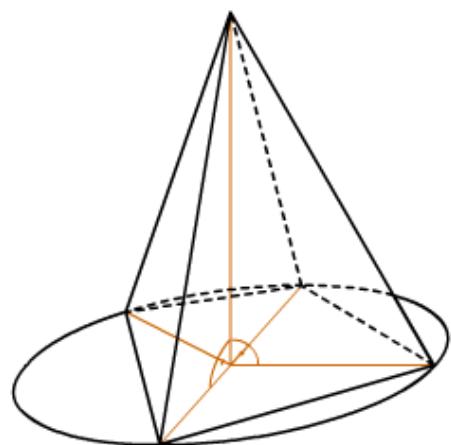


Abb. 2.2.3.2: gerade Pyramide

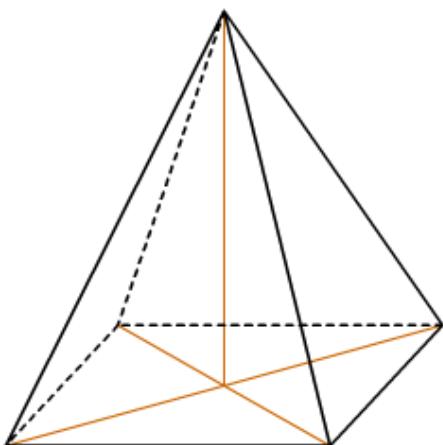


Abb. 2.2.3.3: gerade quadratische Pyramide

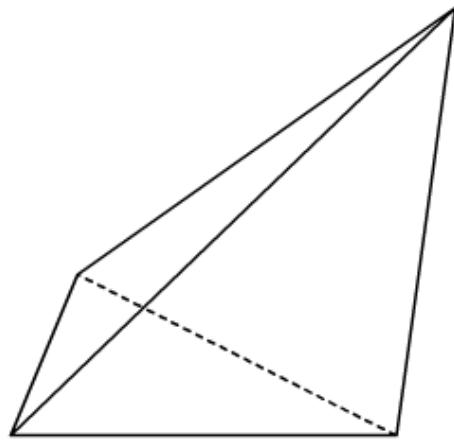


Abb. 2.2.3.4: Tetraeder

Flächenformen

Während man unter Ebenen unbegrenzt ausgedehnte flache zweidimensionale Objekte versteht, sind Flächen durch Linien oder Kurven begrenzte Objekte.



Abb. 2.3.1: Verkündung der Anna, Collage von M. Téry-
Adler, Wien 1918

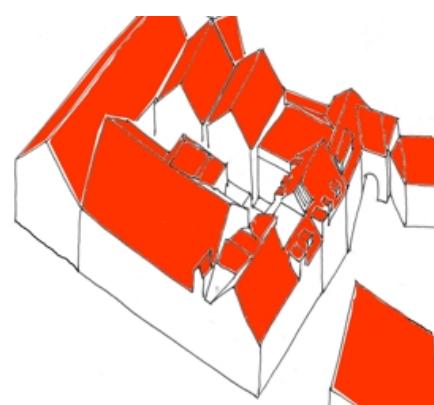


Abb. 2.3.2: Dachlandschaft

Beim Technischen Zeichnen begegnen uns Flächen vor allem als Oberflächen von Körpern. Bei Vielfächern treten Vielecke als Flächenformen auf.

Aufgabe

Betrachten Sie die beiden folgenden Ansichten von Dachkörpern!

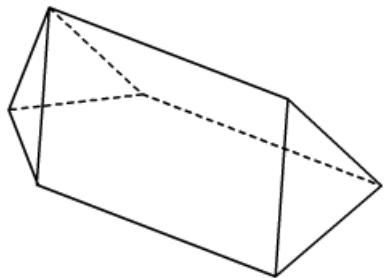


Abb. 2.3.3: Dachkörper

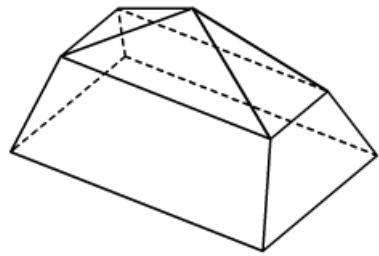


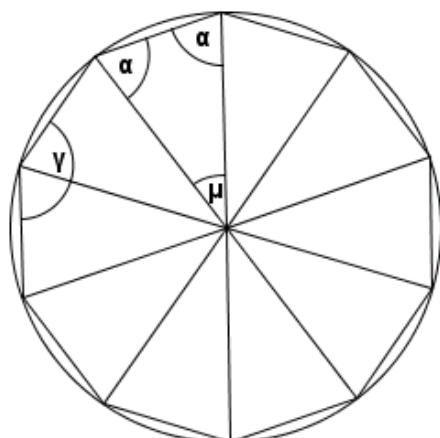
Abb. 2.3.4: Dachkörper

Welche Flächenformen kommen in diesen Dachformen als Begrenzungen vor? Versuchen Sie, diese Flächenformen möglichst knapp zu charakterisieren!

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Regelmäßige Vielecke

Bei prismatischen Körpern findet man sehr oft als Grund- bzw. Deckflächen regelmäßige Vielecke. Das sind solche Vielecke, deren Eckpunkte alle auf einem Kreis liegen und deren Seitenlängen alle gleich sind.



$$\begin{aligned}\mu &= 360^\circ / n \\ \gamma &= 2\alpha = 180^\circ - \mu \\ &= 180^\circ (n-2) / n\end{aligned}$$

Abb. 2.3.1.1: regelmäßiges Vieleck (Zehneck)

Für einige dieser Vielecke (etwa das Fünfeck oder das Siebzehneck) gibt es recht ausfeilte Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, auf die wir hier nicht eingehen können. In der Praxis genügt es in der Regel, die Mittelpunkts- oder Innenwinkel zu berechnen, mit dem Winkelmesser einzulegen und den Rest der Eckpunkte durch Übertragen mit dem Zirkel zu erzeugen.

Als Beispiel hierfür wird das Zeichnen eines Neunecks vorgeführt:

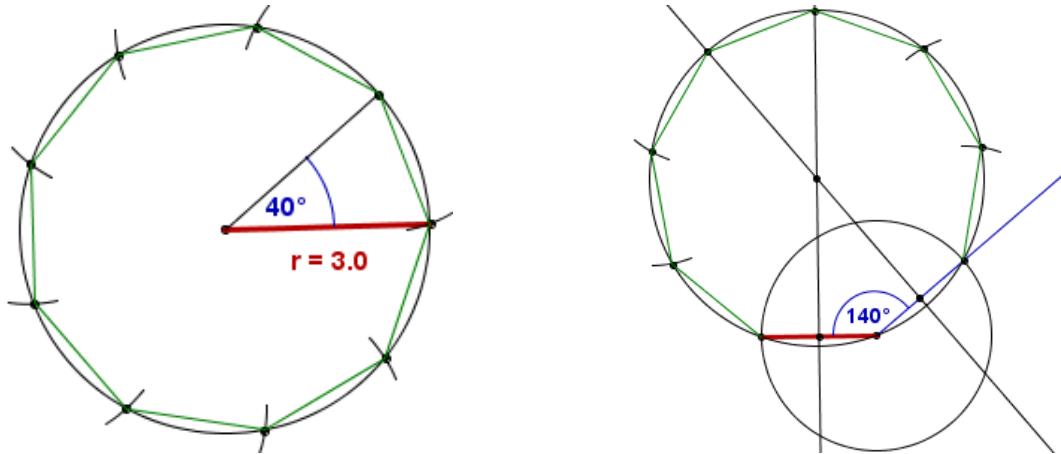


Abb. 2.3.1.2: Konstruktion eines regelmäßigen Neunecks: in Kreis ($r=3$) einbeschrieben

Abb. 2.3.1.3: Konstruktion eines regelmäßigen Neunecks: Seitenlänge vorgegeben

Besonders häufig besteht im technischen Zeichnen die Aufgabe, regelmäßige 6-Ecke und 12-Ecke (letztere auch als Approximationen an Kreise) zu konstruieren.

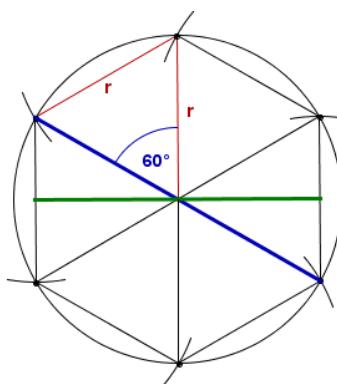


Abb. 2.3.1.4: regelmäßiges Sechseck

Ein regelmäßiges Sechseck kann man sich aus 6 gleichseitigen Dreiecken zusammengesetzt denken. Seine Ecken können daher einfach durch 6-maliges Abtragen des Radius (= Seitenlänge!) auf der Peripherie des Umkreises konstruiert werden.

Die im oberen Bild blau eingezeichnete Strecke entspricht dem "Eckmaß" e des Sechsecks (Verbindung zweier gegenüberliegender Ecken). Das Eckmaß ist gleich dem Durchmesser (bzw. dem doppelten Radius) des Umkreises. Die grün eingezeichnete Strecke entspricht dem "Schlüsselmaß" s des Sechsecks.



Abb. 2.3.1.5: Schlüsselmaß einer 17er-Mutter

Das Schlüsselmaß ist gleich der doppelten Höhe eines der gleichseitigen Dreiecke. Es gilt daher (unter Berücksichtigung der bekannten Schulformel für die Höhe im gleichseitigen Dreieck) die Beziehung:

$$s = \frac{\sqrt{3}}{2} e \approx 0,866e \quad \text{bzw.} \quad e = \frac{2}{\sqrt{3}} s \approx 1,155s$$

Ein regelmäßiges Zwölfeck kann aus einem regelmäßigen Sechseck durch zusätzliches Einzeichnen von 3 Winkelhalbierenden der jeweiligen 60° -Winkel gewonnen werden.

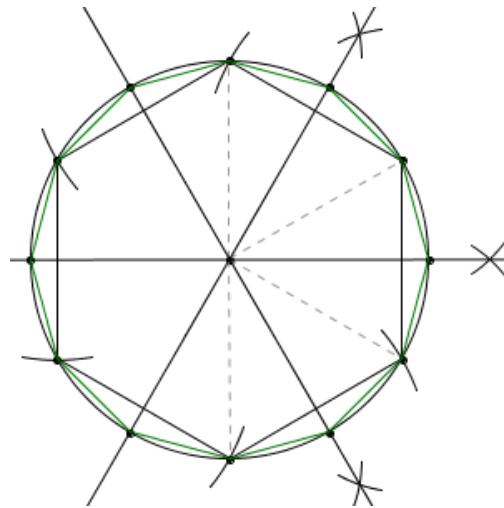


Abb. 2.3.1.6: Konstruktion eines regelmäßigen Zwölfecks

Ellipsen

Bei der perspektivischen Ansicht von Kreisen, die im Technischen Zeichnen z.B. in Raumbildern als Begrenzungen von Drehkörpern vorkommen, werden aus den Kreisen Ellipsen.

Werden Quadrate zu Parallelogrammen verzerrt, so werden aus den Inkreisen der Quadrate Ellipsen. Die Kreismittelpunkte gehen bei der Verzerrung in die Ellipsenmittelpunkte über.

Die kürzeste Strecke vom Mittelpunkt der Ellipse zu einem ihrer Peripheriepunkte nennt man "kleine Halbachse", die längste Strecke nennt man "große Halbachse". Diese beiden Halbachsen stehen senkrecht aufeinander.

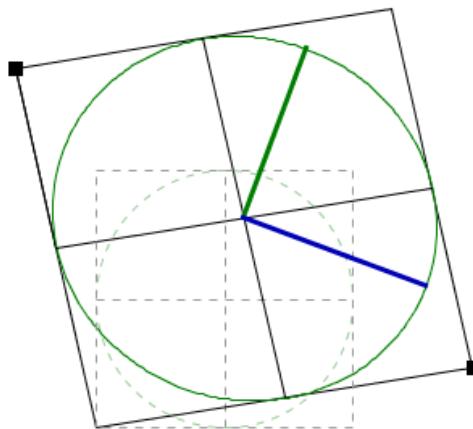


Abb. 2.3.2.1: Erzeugung einer Ellipse

Ellipsen kann man durch verschiedene Bedingungen charakterisieren, wovon wir im Folgenden diejenige Bedingung verwenden wollen, die zu einer relativ einfachen Konstruktion von Ellipsen führt.

Gegeben sei eine feste Strecke $[AB]$ mit der Länge $2a$ und eine zweite Strecke mit der Länge $2b < 2a$, welche von der ersten senkrecht halbiert wird. Unter der Ellipse mit der großen Halbachse a und der kleinen Halbachse b versteht man die Menge aller Punkte, die aus den Punkten eines Kreises mit $[AB]$ als Durchmesser nach folgender Vorschrift gewonnen werden können: Sei P ein (von A bzw. B verschiedener) Kreispunkt. Dann liegen P und der zugehörige Ellipsenpunkt Q

- (i) auf derselben Seite von $[AB]$
- (ii) auf einem Lot zu AB mit Fußpunkt F

und es ist

$$(iii) |QF| / |PF| = b / a.$$

Außerdem fordert man natürlich noch, dass auch die Punkte A bzw. B Ellipsenpunkte sind.

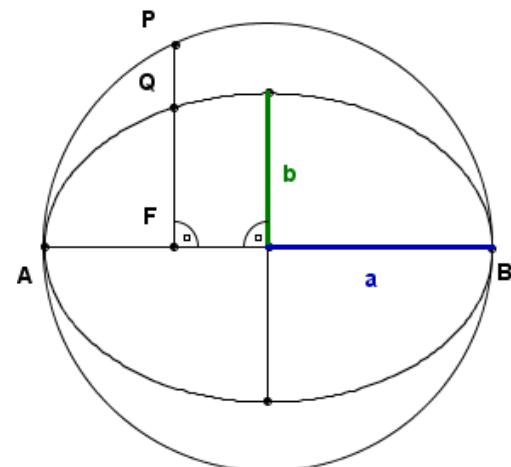


Abb. 2.3.2.2 Definition der Ellipse

Die Strecke [AB] mit Länge 2a wird als "Hauptachse" und die darauf senkrechte Strecke der Länge 2b als "Nebenachse" bezeichnet. Die Schnittpunkte der Ellipse mit Haupt- bzw. Nebenachse nennt man "Scheitel" (genauer Haupt- bzw. Nebenscheitel).

Durch diese Vorschrift kann eine Ellipse punktweise aus einem Kreis konstruiert werden, dessen Radius gleich der großen Halbachse ist.

Eine etwas vereinfachte Konstruktion geht aus dem folgenden Bild hervor:

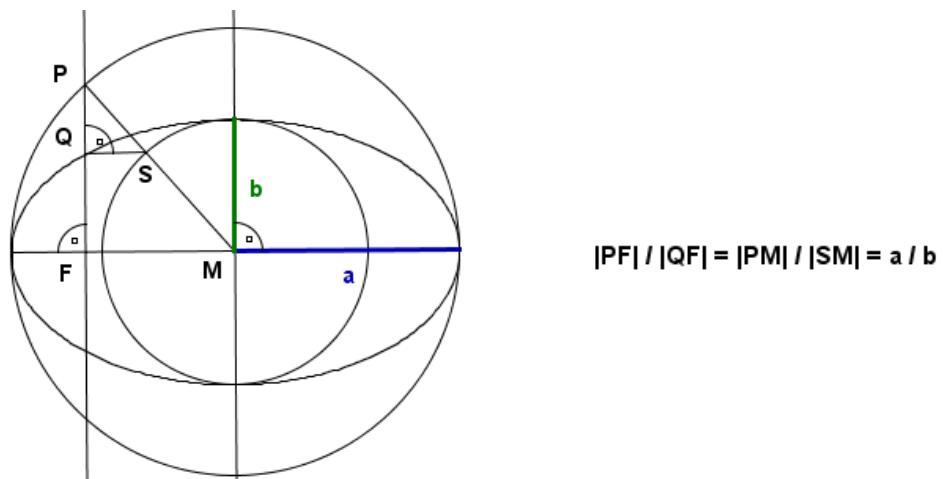


Abb. 2.3.2.3: Konstruktion einer Ellipse

Scheitelkreise und Näherungskonstruktion

Sind von einer Ellipse Lage und Betrag der Halbachsen a bzw. b bekannt, so kann man sie im Bereich ihrer vier Scheitel durch die "Scheitelkreise" annähern. Unter einem Scheitelkreis versteht man einen Kreis, der sich an die Ellipse in der Nachbarschaft des jeweiligen Scheitels besonders gut annähert. (Allgemein nennt man Kreise, die sich im Bereich eines bestimmten Punktes besonders gut an Kurven annähern, "Schmiegekreise".) Man kann zeigen, dass die Radien der Scheitelkreise gleich $\frac{a^2}{b}$ bzw. $\frac{b^2}{a}$ sind, je nachdem ob der jeweilige Scheitel auf der kleinen oder der großen Halbachse liegt.

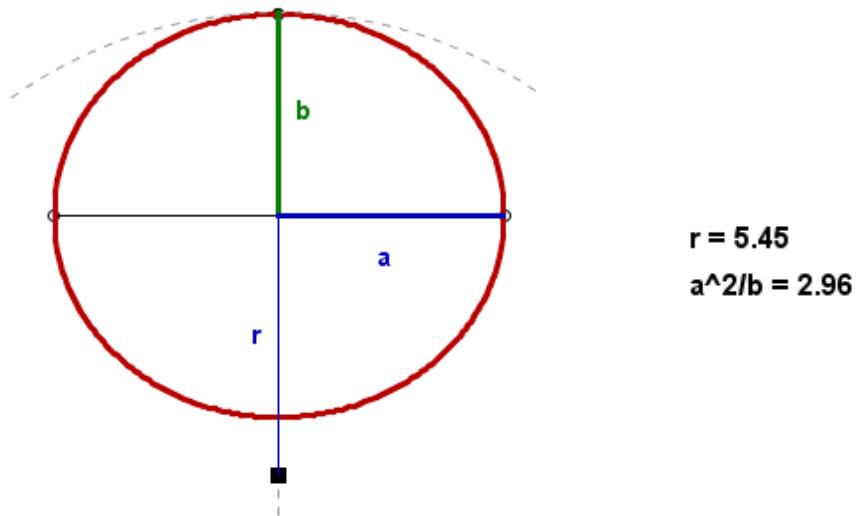


Abb. 2.3.2.4: Scheitelkreis – Schmiegekreis

Die Mittelpunkte der Scheitelkreise lassen sich, wie aus dem folgenden Bild hervorgeht, sehr einfach konstruieren:

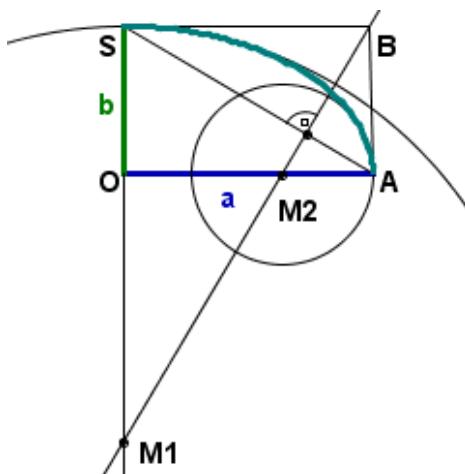
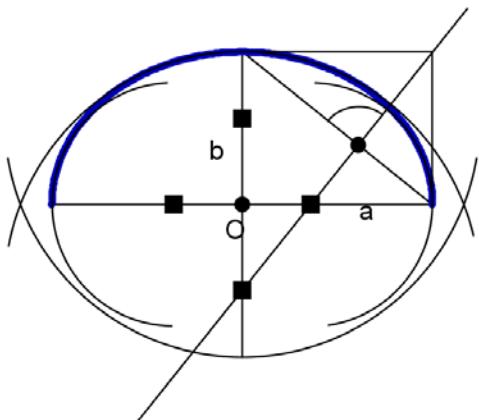


Abb. 2.3.2.5: Konstruktion der Mittelpunkte von Scheitelkreisen

In dem Rechteck OABS aus den beiden Halbachsen wird das Lot vom Eckpunkt B auf die Diagonale AS gefällt. Die Schnittpunkte M2 und M1 mit den Halbachsen bzw. ihren Verlängerungen liefern zwei der Mittelpunkte. Die beiden anderen Mittelpunkte liegen zu diesen punktsymmetrisch bezüglich O. Hat man die Scheitelkreise eingezeichnet, so kann man -- wie in dem Bild für eine Viertelellipse dargestellt -- die Ellipse frei Hand so skizzieren, dass sie im Bereich der Scheitel mit den jeweiligen Scheitelkreisen (beinahe) übereinstimmt.

Zeichenschritte:



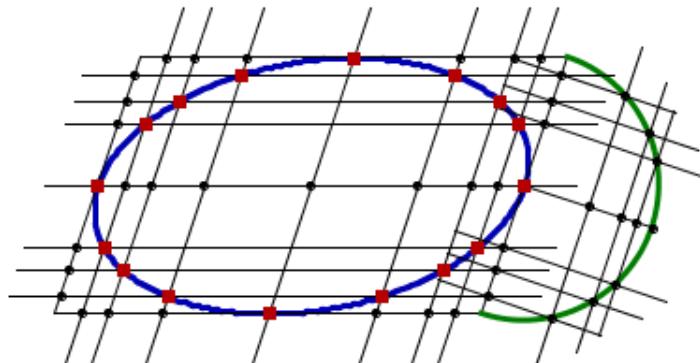
- 1) System zweier Halbachsen zu Rechteck ergänzen
- 2) Diagonale und Lot darauf, 2 Mittelpunkte
- 3) Mittelpunkte an O punktspiegeln
- 4) Scheitelkreise einzeichnen
- 5) Ellipse skizzieren

Abb. 2.3.2.6

Einbeschreibung einer Ellipse in ein Parallelogramm:

Eine im Rahmen der darstellenden Geometrie besonders häufig vorkommende Aufgabe ist es, Ellipsen (= perspektivische Kreise!) in ein vorgegebenes Parallelogramm (perspektivisches Quadrat!) so einzubeschreiben, dass die Ellipse die Seitenmittelpunkte berührt.

Die in der Schule gebräuchliche Konstruktion beruht auf dem Prinzip, dass bei den entsprechenden perspektivischen Verzerrungen Teilverhältnisse erhalten bleiben und Parallelenpaare wieder auf Parallelenpaare abgebildet werden.



- 1.) Halbkreis über kürzere Parallelogrammseite
- 2.) Halbmesser (senkrecht zu Parall.-Seite) halbieren, vierteln, achteln
- 3.) Parallelen durch die Teilungspunkte zur kürzeren Parallelogrammseite
- 4.) Parallelen zum Halbmesser durch die Kreispunkte
- 5.) Mittellinien im Parallelogramm
- 6.) Beide Hälften der größeren Mittellinie halbieren, vierteln, achteln
- 7.) Parallelen durch Teilungspunkte, Parallelen durch Seitenpunkte
- 8.) Schnittpunkte entsprechender Parallellinien sind Ellipsenpunkte

Abb. 2.3.2.7: Einbeschreibung einer Ellipse in ein Parallelogramm

Übungsaufgaben

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Eine Ellipse hat die große Halbachse 5 cm und die kleine Halbachse 3 cm.

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Die längste Verbindungsstrecke zwischen zwei Ellipsenpunkten beträgt 10 cm.

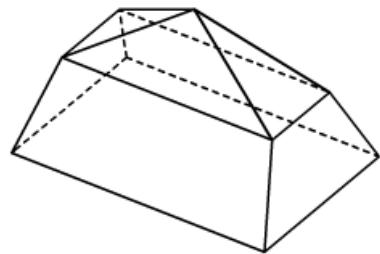
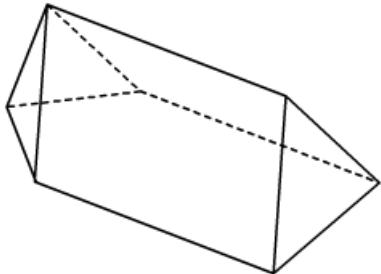
Einer der beiden Schmiegekreise hat den Radius 1,8 cm.

Vergrößert man die zur großen Halbachse senkrechten Ellipsensehnen im Verhältnis 5:3, so erhält man einen Kreis.

Die große Ellipsenachse teilt die kleine im Verhältnis 5:3.

Aufgabe

Betrachten Sie noch einmal die beiden Dachformen aus 2.3 (Abb. 2.3.3 und 2.3.4)



Fassen Sie die beiden Dachformen als Körper auf. Aus welchen Körpern sind die Dachformen jeweils zusammengesetzt? (Möglichst präzise Benennung!)

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Jeder Quader ist ein konvexes Prisma.	<input type="checkbox"/>
Jeder Quader ist ein Spat	<input type="checkbox"/>
Polyeder sind entweder Prismen oder Pyramiden	<input type="checkbox"/>
Eine gerade Pyramide hat lauter gleichschenklige Dreiecke als Seitenflächen	<input type="checkbox"/>
Jeder Körper ist entweder ein Drehkörper oder ein Polyeder.	<input type="checkbox"/>

Aufgabe

Gegeben ist eine Raute mit der Seitenlänge a und den Innenwinkeln 60° bzw. 120° .

Gesucht ist die Ellipse, die dieser Raute einbeschrieben ist.

1. Konstruieren Sie für $a = 5$ cm einige Ellipsenpunkte mit Hilfe der Konstruktion gemäß Abb. 2.3.2.7!
2. In der untenstehenden Figur sehen Sie, wie durch eine Verzerrung (B geht über in P, die Seitenmitte K geht über in die Seitenmitte E) die Raute aus einem Quadrat so hervorgeht, dass eine Diagonale von Raute bzw. Quadrat dabei gleich bleibt. Die beiden Halbachsen der Ellipse können dann leicht konstruiert werden, wenn man das zur Raute gehörige Quadrat zusätzlich einzeichnet (s. Abb. 2.4.1). Welche beiden alternativen Zeichenmöglichkeiten für die gesuchte Ellipse ergeben sich daraus? Führen Sie die entsprechenden Zeichnungen für $a = 5$ cm aus!

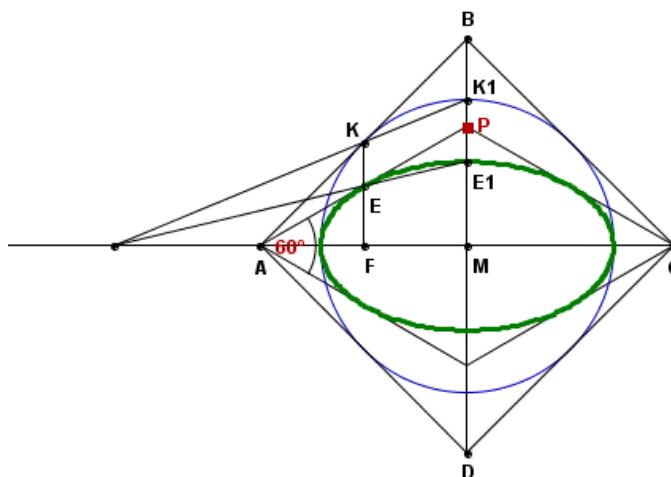


Abb. 2.4.1: Einbeschreibung einer Ellipse in eine gegebene Raute

Die Lösungen zu den Aufgaben finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle mit weiteren ausführlichen Erklärungen.

Praxisbeispiel

Gegeben sind zwei verschiedene Ansichten eines Körpers. Zeichnen Sie freihand drei weitere Ansichten. Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie den Theorieteil "Körper- und Flächenformen" durcharbeiten.

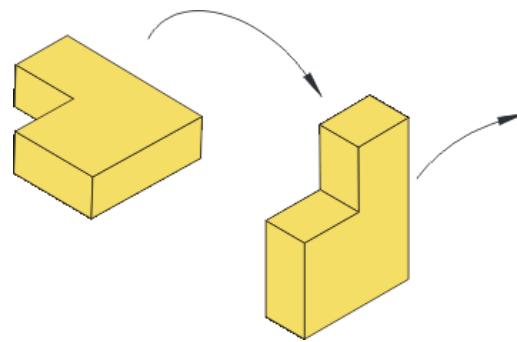
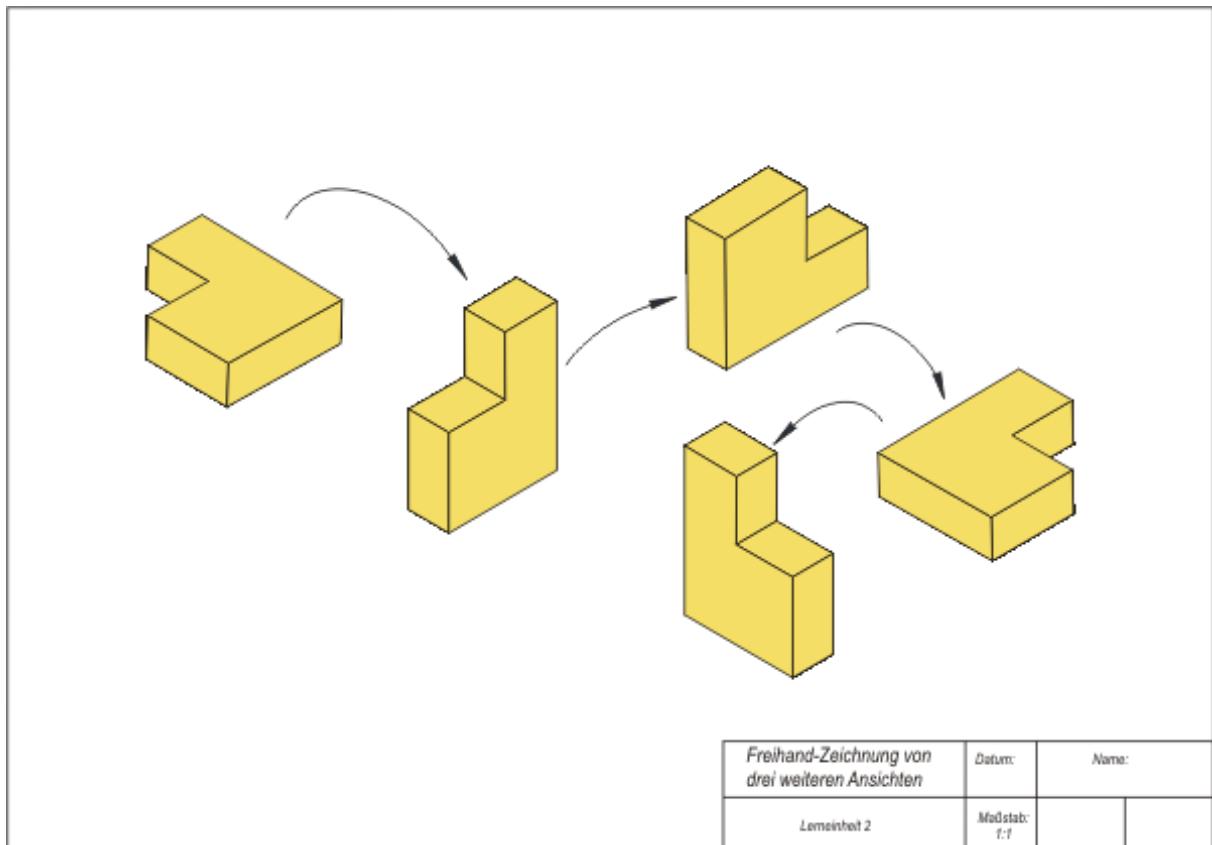


Abb. 2.5.1

So sieht das Ergebnis aus:



Die schrittweise Lösung finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Planungs- und Konzeptionsphase:

Nach der Entscheidung über Art und Inhalt der Spielesammlung, geht es nun in die eigentliche Planungsphase. Bei einer Herstellungs- bzw. Fertigungsaufgabe wird man sich - anders als bei einer Konstruktionsaufgabe – vor allem der Arbeitsplanung nicht so sehr der konstruktiven Durchbildung des Produkts zuwenden. Wenn sich aber aus der Projektinitiative Produktmodifikationen ergeben haben, z.B. weil man die Spielesammlung für den Einsatz in Altenheimen oder Kindertagesstätten optimieren will, ist eine teilweise Neukonstruktion erforderlich. Damit stehen zunächst konstruktive und nicht gleich fertigungsspezifische Überlegungen im Vordergrund.

Sammlung von Anforderungen:

Ein wichtiger Arbeitsschritt innerhalb der Konstruktionsphase, und dort in der Planungs- oder Konzeptionsphase ist die Sammlung von Anforderungen, die innerhalb der einzelnen Produktlebensphasen an das Produkt gestellt werden (s. Abb.). Ausgehend von den Anforderungen werden später Funktionen definiert, die das Produkt erfüllen soll und die dann konstruktiv, also unter Berücksichtigung chemisch-physikalischer Prinzipien und Erkenntnisse, realisiert werden müssen.

Bei den Anforderungen zu berücksichtigen ist zum Beispiel die Fertigungsphase. So sollten die Werkstoffe, die hierfür möglichen Verbindungsmittel bzw. Verbindungen sowie generell die Bearbeitungsverfahren natürlich realisierbar sein und speziell auch mit den Mitteln der jeweiligen Schule erstellt werden können. Auch die Vertriebsphase muss berücksichtigt werden: Lässt sich das Produkt gut lagern, verschicken oder verpacken, ist es also vertriebsgerecht? Besonders wichtig ist natürlich die Nutzungsphase durch den Kunden. Anforderungen, die hier gestellt werden sind z.B., dass man sich nicht verletzen sollte, dass es leicht zu reinigen oder stabil ist. Selbst für die spätere „Außerbetriebnahme“ können verschiedene Kriterien wichtig sein, z.B. dass das Produkt keine umweltschädlichen Anstriche aufweise, evtl. sogar ganz ohne Beschichten auskommt und daher – falls es aus Holz ist – einfach verbrannt werden kann.

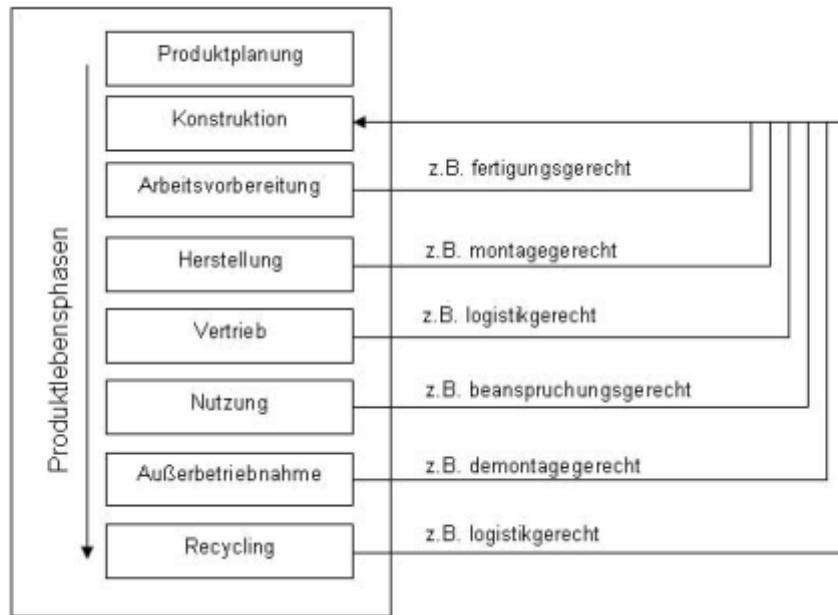


Abb. 2.6.1: Anforderungen an ein Produkt bzw. an eine Konstruktion aus den Produktlebensphasen

Methodische Hinweise

Die Überlegungen innerhalb dieser Phase können durch unterschiedliche Skizzen oder Zeichnungen unterstützt werden. So können die im Rahmen der Projektaufgabe vorgesehenen maßstabsgetreuen Entwürfe der Spielfelder als Besprechungsgrundlage für die Sammlung von Anforderungen eingesetzt werden.

Denkbar ist, dass man die Schüler zuerst die Spielfelder zeichnen lässt, um sie dann aufzufordern, im Rahmen eines Brainstormings Anforderungen zu finden, die die Spielesammlung in den einzelnen Produktlebensphasen erfüllen sollen. Bereits bei der Sammlung der Anforderungen wird man auf konstruktive und fertigungstechnische Aspekte zu sprechen kommen: Etwa wie die Spielfeldmarkierungen aufgebracht werden oder die Öffnungen für die Spielsteine realisiert werden können. Diese Überlegungen sollten nicht abgewürgt, aber mit Verweis auf die nächsten Einheiten auch nicht ausgeweitet werden. Ergebnisse sollten vielmehr in geeigneter Weise festgehalten werden. Dies kann durch eine Übertragung der Anforderungen in eine Anforderungsliste unterstützt werden (s. nachfolgende Tabelle mit Beispielen). Es empfiehlt sich eine Sammlung entlang der einzelnen Teile der Spielesammlung (Kasten, Deckel, Boden, Seitenwände, Spielsteine, Puzzlesteine, Kreisel).

Anforderungsliste für die Spielesammlung		
Nr.	Teil / Anforderung	Beispiele, Hinweise, Werte, Daten, Erläuterungen
1	Kasten / Maße	Maße an Größe der Spielfiguren und Spielfelder orientieren
2	Kastenwände / Stabilität	Material- bzw. Wandstärken beachten, Eckverbindungen
3	Kasten / schließbar	
4	Kastendeckel / zweiseitig als Spielfeld verwendbar	Einfrässungen bzw. Bohrungen durch Materialstärken aufnehmen
5	Kastenboden / als Spielfeld verwendbar	Einfrässungen bzw. Bohrungen durch Materialstärken aufnehmen
6	Kastenoberfläche / schmutzabweisend	
7	Spielsteine Formenspiel-Raumpuzzle / nicht zu klein	Darauf achten, dass die Spielsteine alle im Kasteninneren untergebracht werden können
8	Spielsteine Formenspiel-Raumpuzzle / farbig	
9	Spielsteine Brettspiele / nicht zu klein	Darauf achten, dass die Spielsteine alle im Kasteninneren untergebracht werden können
10	Spielsteine Brettspiele / schmutzabweisend	
11	Spielsteine Brettspiele / formschön	
12	Wände, Boden und Deckel / formstabil	Verformung des Holzes berücksichtigen
13	Kreisel	Keine Unwucht

Aus der Sammlung der Anforderungen oder der in der nächsten Einheit vorgeschlagenen Sammlung der Funktionen sowie der Besprechung notwendiger Fertigungsverfahren kann auch ein Qualitäts- oder Kontrollbogen generiert werden, der später im Verlauf der Fertigungsverfahren, noch mehr aber bei der Abschlussbesprechung die Grundlage für die Bewertung des Arbeitsergebnisses sein kann. Im Rahmen unseres Kurses wird ein entsprechender Qualitäts- oder Kontrollbogen nicht weiter thematisiert.

Die anschließende Aufgabe selbst nimmt die Gestaltung der Spielflächen 1:1 vorweg. Es muss in 2a und 2b zwar nichts entwickelt werden, trotzdem existieren möglicherweise zeichnerische Schwierigkeiten in den Aufgaben: Die gewählten Kreisdurchmesser müssen zu den Spielsteinen passen; die Strichlängen bzw. Abstände müssen so gewählt werden, dass die Brettfläche ausgenutzt und das Erscheinungsbild harmonisch wird. Die Schüler sind daher auf die Aufgabe vorzubereiten und darauf hinzuweisen, dass Berechnungen erforderlich sind, Proportionen beachtet werden müssen, sowie Abhängigkeiten wie der Zusammenhang zwischen den Spielsteinen und den Feldern Berücksichtigung finden müssen. Natürlich müssen Sie sich mit den ausgewählten Spielen auskennen.

Projektaufgabe

Zu zeichnen sind hier die maßstabsgereuen Feldeinteilungen der Spielfelder unserer Spielesammlung. Gezeichnet werden soll hier mit den Zeichenwerkzeugen, die Sie in der Theorieeinheit kennen lernen. Obwohl A4-Papier für die Felder ausreichen würde, sollten Sie A3 - Papier verwenden. Dies ist u.a. deswegen notwendig, da Sie in einer späteren Aufgabe die Zeichnung mit Maßen versehen sollen und dafür Platz benötigt wird. Noch ein Hinweis:

Dünne Hilfslinien können bei der Bretteinteilung helfen. Die für das Spiel benötigten Linien sollen natürlich stärker sein. Hinweise zu Linienstärken finden Sie in der Lerneinheit 11.

Projektaufgabe 2a

Zeichnen Sie ein Mühle-Spielfeld (s. Abb. 2.7.1). Das Spielbrett, auf das Sie zeichnen ist 18 cm lang und quadratisch. Achten Sie auf gleiche Abstände und nützen Sie die Fläche optimal aus.

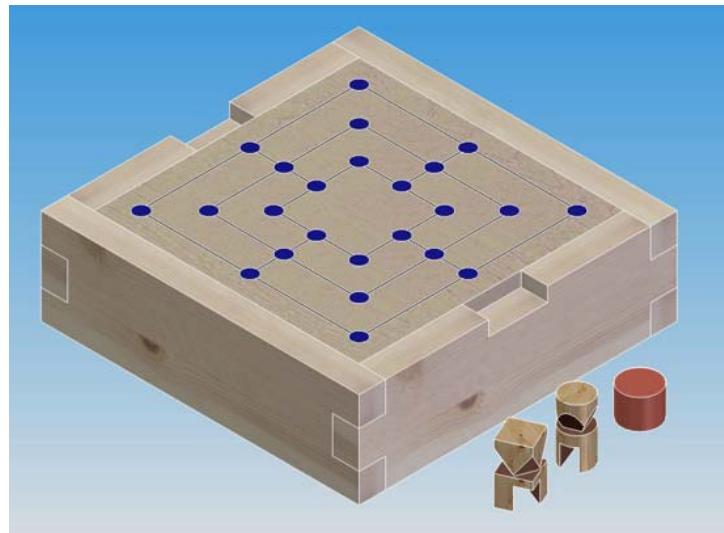


Abb. 2.7.1: Mühlespiel

Projektaufgabe 2b

Zeichnen Sie ein Feld von sechs auf sieben Kreisen (s. Abb. 2.7.2). In gegenüberliegenden Ecken werden Teilbereiche von drei auf drei Kreisen mit einer Rahmenlinie umgeben.

Nutzen Sie den Platz (wieder 18x18 cm) aus, setzen Sie Feld mittig auf die Platte und achten Sie auf gleichmäßige Abstände!

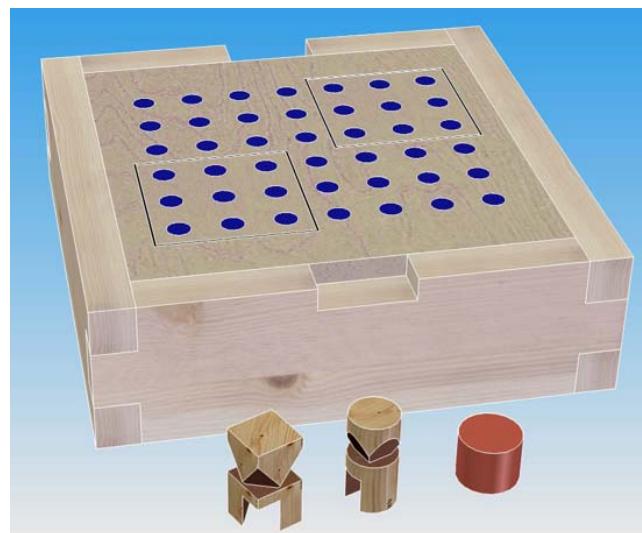


Abb. 2.7.2: Spiel vier gewinnt

Projektaufgabe 2c

Zeichnen Sie ein Spielfeld für das geometrische Formenspiel. Auch dieses Spielfeld hat 18x18 cm. Ordnen Sie Plätze für die abgebildeten Steine so an, dass jeder Stein an zwei Plätzen liegen kann und die Plätze für die Steine eindeutig zu erkennen sind. Das Grundraster für die Maße aller Steine ist 20.

Nützen Sie den Platz sinnvoll aus!

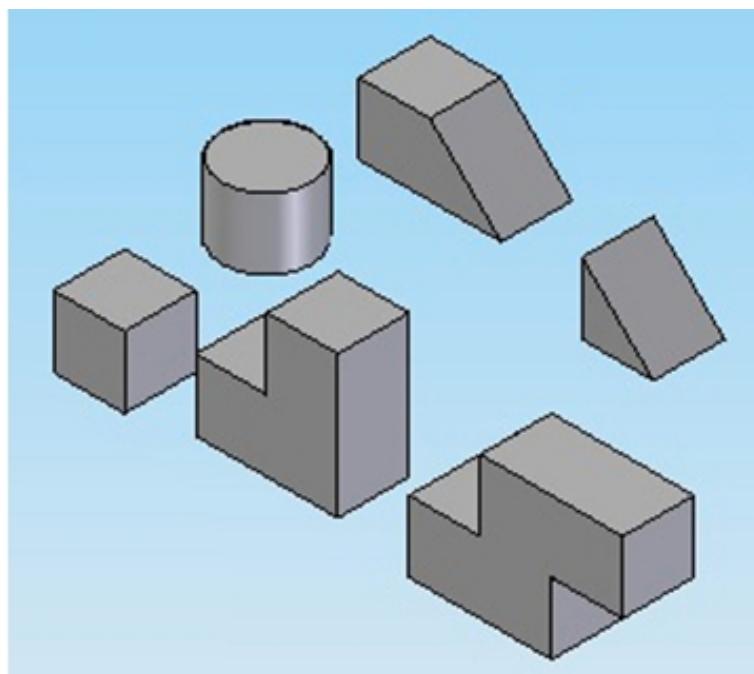


Abb. 2.7.3: Formsteine

Lösungsvorschläge zu diesen drei Aufgaben finden Sie an der entsprechenden Stelle im Online-Kurs.

Kapitel 3: Zeichengeräte

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Arten von Zeichnungsträgern
- Aufteilung und Maße eines DIN A 0 Zeichenbogens
- Arten und Anwendung von Zeichendreiecken
- Anwendung und Handhabung folgender Zeichenwerkzeuge: Geodreieck, Zirkel, Axonographen, Kurvenlineale
- Arten und Anwendung und Zeichenstiften
- Bedeutung des computergestützten Zeichnens

Fähigkeiten:

- Reflektierte Auswahl von Zeichenwerkzeugen
- Beherrschung der Funktionen einer Zeichenplatte
- Beherrschung der Zeichenwerkzeuge

Fachliche Grundlagen

Vorbemerkung

Für die Erstellung technischer Zeichnungen und geometrischer Konstruktionen ist ordentliches Zeichenwerkzeug erforderlich. Die folgende Lerneinheit soll Sie über die für den Kurs notwendigen Werkzeuge informieren und dabei auf verschiedene Aspekte der Handhabung hinweisen.

Im Mittelpunkt dieses Kurses steht das "Zeichnen lernen durch Zeichnen". Der Bereich des rechnergestützten Zeichnens (Computer Aided Design – CAD) und die dafür notwendige Ausstattung wird deshalb hier nicht weiter behandelt. Am Ende dieser Lerneinheit findet sich allerdings eine Übersicht, mit der zumindest die wesentlichen Bestandteile eines CAD-Systems aufgezeigt werden.

Zeichnungsträger

Die Ergebnisse technischer Konstruktions- und Arbeitsvorbereitungsprozesse werden bei rechnergestützter Zeichnungserstellung und bei der Anfertigung von Zeichnungen mit der

Hand auf Zeichnungsträgern abgebildet. Damit die Zeichnungsträger ihrer Aufgabe als Medium in technischen Kommunikationsprozessen gerecht werden können, sollten sie maßhaltig, fest und widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse sein. Bei Zeichnungsträgern für die Darstellung von Zeichnungen, die mit konventionellen Zeichenwerkzeugen erstellt wurden, muss die Oberfläche Blei und /oder Zeichentusche gut annehmen sowie radierfest sein. Die wichtigsten Zeichnungsträger sind Zeichenpapier und Zeichenfolie.

Bei den Zeichenpapieren gibt es verschiedene Sorten. Die Unterschiede liegen in der Art der Behandlung der Rohstoffe, der Stärke der Papiere und in der Beschaffenheit ihrer Oberflächen. Es gibt glatte und weniger glatte Sorten. Für Bleizeichnungen darf beispielsweise das Papier nicht zu glatt sein. Zeichenpapier ist in Rollen oder in zugeschnittenen Bögen erhältlich. Die Papiergrößen sind genormt. Verwendet wird auch Transparentpapier. Transparentpapier kann aus Zellulose (Pergament) oder Kunststoff bestehen. Die Zellulosefasern werden kurzgeschlagen und mit schwefligen Verbindungen geätzt. So bekommen sie einen milchigen Glanz. Transparentpapier hat den Vorteil, lichtpausfähig zu sein. Je durchsichtiger ein Zeichenpapier ist, desto besser werden die Lichtpausen.

Zeichenfolien werden aus Kunststoffen (PVC oder Polyester) in den Ausführungen glasklar, mattiert oder undurchsichtig hergestellt. Gegenüber dem Zeichenpapier sind Folien maßhaltiger, dauerhafter und radierfester. Sie werden u.a. bei Plotts, also großformatigen Ausdrucken eingesetzt.

Für diesen Kurs wird die Verwendung des starken, weißen Zeichenkartons (DIN A4) empfohlen, da sich darauf gut radieren lässt.

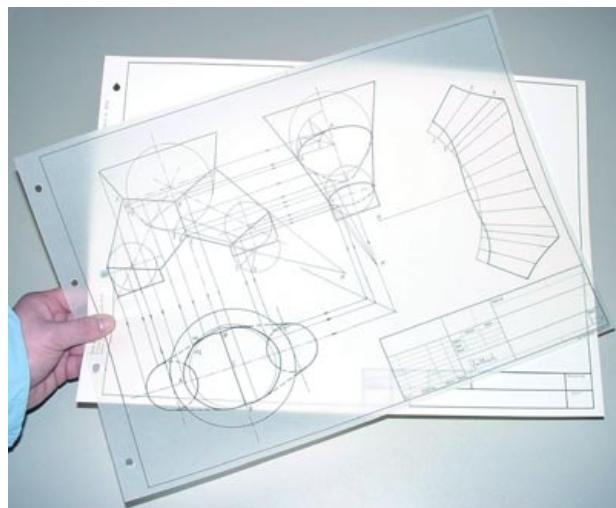


Abb. 3.2.1: Zeichenkarton und Transparentpapier

Papierformate der A-Reihe

Papierformate sind nach der DIN 476 genormt. Man unterscheidet die Papierformate der Reihen A, B und C. Die Reihe A ist die Vorzugsreihe. Die Reihen B und C liefern Ergänzungsformate, z.B. für Mappen und Umschläge. Die A-Reihe wird nicht nur für Geschäftsbriefe, Schreibblöcke usw., sondern auch für Zeichenblätter verwendet.

Das Ausgangsformat ist DIN A0. Wie oft nun dieses Format gefalzt oder durchgeschnitten werden muss, um ein anderes Format zu bekommen, wird durch die Formatklasse angegeben. Bei der Formatklasse DIN A0 handelt es sich um eine genau 1 m² große Rechteckfläche mit den Seitenabmessungen 1189 x 841 mm. Dies entspricht einem Seitenverhältnis von 1:2. Durch fortgesetztes Halbieren entstehen die Formate A1, A2, A3, A4 (Briefbogengröße), A5 und A6 (Postkartengröße).

Für das technische Zeichnen werden die Formate A4 und A3 verwendet. Sie sind jeweils mit oder ohne Rahmen- und Schriftfeld-Vordruck im Fachhandel erhältlich. Wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt ist, unterscheidet man zwischen zwei Formaten: Dem exaktem Format (beschnitten) und dem Rohformat eines Papierbogens (unbeschnitten). Die Rohformate besitzen aufgrund drucktechnischer Bedingungen etwas größere Abmessungen, sind allerdings nicht genormt.

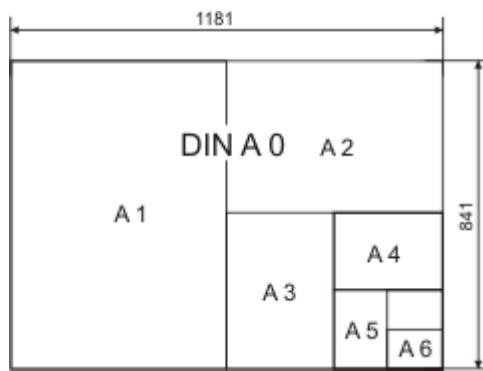


Abb. 3.2.1.1: Papierformate der A-Reihe

Abmessungen der Papierformate:

Papierformate der A-Reihe nach DIN 476 in mm

Kurzzeichen/Klasse	beschnitten	unbeschnitten	Zeichenfläche
A0	841 x 1189	880 x 1230	1164 x 831
A1	594 x 841	625 x 880	816 x 584
A2	420 x 594	450 x 625	569 x 410
A3	297 x 420	330 x 450	395 x 287
A4	210 x 297	240 x 330	185 x 287

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

Als Zeichnungsträger werden auch geglättete Holzplatten eingesetzt	<input type="checkbox"/>
Das Grundformat für die Papierformate der Reihe A-Reihe ist ein Bogen mit 2m ²	<input type="checkbox"/>
Das Grundformat für die Papierformate der Reihe A-Reihe hat die Abmessungen 1189x841 mm	<input type="checkbox"/>
Transparentpapier besteht aus Zellulosefasern, die durch Ätzung durchsichtig werden	<input type="checkbox"/>
Kunststofffolien als Zeichnungsträger werden vor allem für großformatige Ausdrucke eingesetzt	<input type="checkbox"/>

Die Lösung der Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Zeichenwerkzeuge

Zeichenplatte

Für das technische Zeichnen sollte man sich unbedingt eine feste Zeichenunterlage zulegen. Sie dient in erster Linie dazu, den Zeichnungsträger (z.B. das Papier) zu fixieren.

Im Allgemeinen werden hierfür moderne Zeichenplatten aus bruchfestem Spezial-Kunststoff verwendet. Es gibt sie im Format DIN A 3 und DIN A 4.

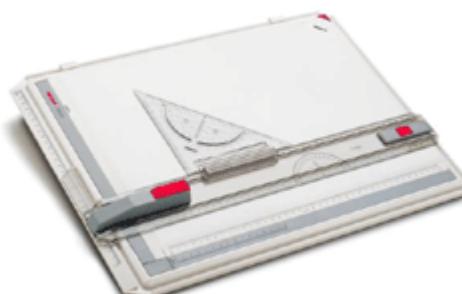


Abb. 3.3.1.1: Zeichenplatte mit Zeichenschiene

Die wichtigsten Ausstattungsmerkmale einer solchen Zeichenplatte sehen Sie in der oben dargestellten Abbildung.

Die Ausstattungsmerkmale im Einzelnen:

- Eine Klemmleiste und weitere Klemmvorrichtungen für die Fixierung der Zeichenblätter
- Eine Zeichenschiene mit Arretiertaste für das Zeichnen paralleler Linien
- Gleitfugen für die Führung der Zeichenschiene
- Verschiedene Millimeter-Maßskalen auf der Platte und auf der Zeichenschiene: Vertikale Maßskala für Parallelzeichnungen und horizontale Maßskalen, z.B. für das Einstellen der Zirkelradien oder für das Messen von Längen

Für die Anforderungen in diesem Kurs reicht eigentlich eine DIN A 4 Platte. Wenn Sie sich weiter in das Technische Zeichnen vertiefen wollen, ist allerdings das Format DIN A 3 besser geeignet.

Zeichendreiecke - Winkel

Die Parallelschiene der Zeichenplatte dient dem Zeichnen paralleler Linien. Sind jedoch zu diesen Linien senkrechte oder unter einem bestimmten Winkel verlaufende Linien zu zeichnen, werden Zeichendreiecke mit verschiedenen Winkeln benötigt.

Die Zeichendreiecke gibt es in zwei Ausführungen. Die eine Ausführung ist ein Dreieck mit den Winkeln 90° , 60° und 30° . Bei der zweiten Ausführung bilden die Dreieckseiten Winkel von 90° , 45° und 45° .

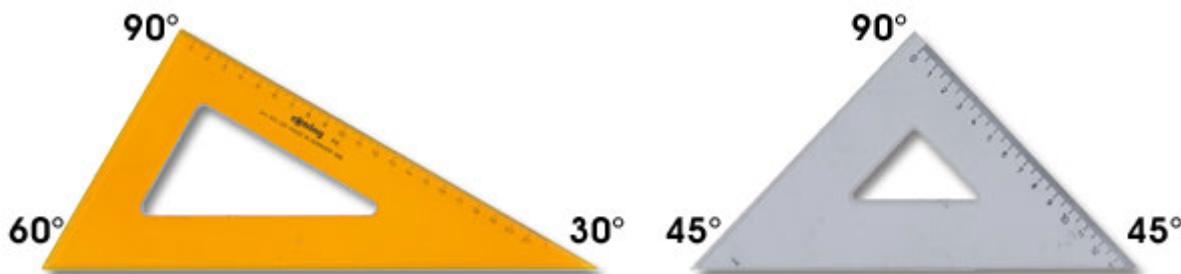
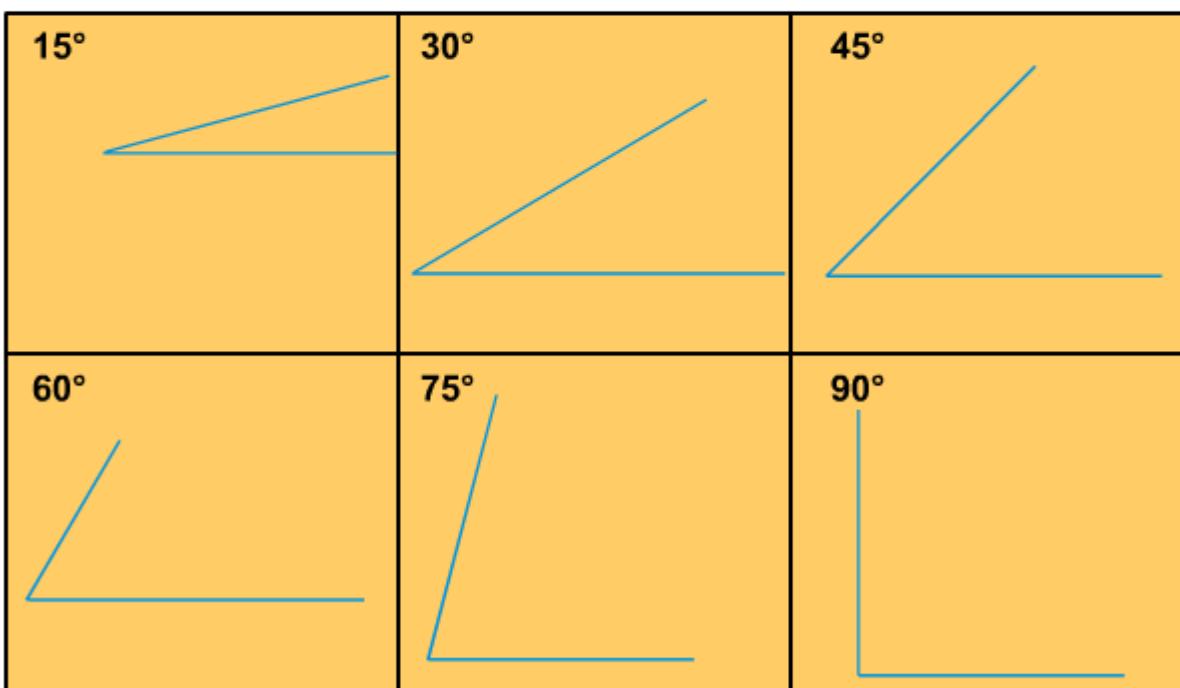
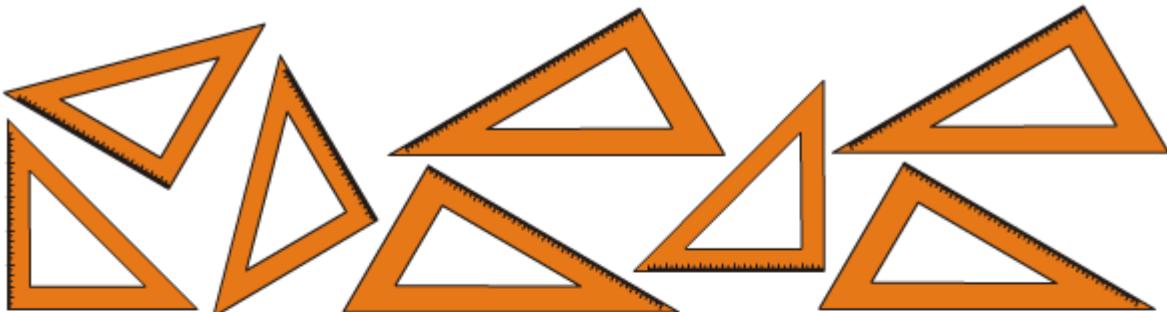


Abb. 3.3.2.1: Zeichendreiecke

Aufgabe

Mit den Zeichendreiecken, beziehungsweise durch ihre Kombination, lassen sich alle Winkel in Stufen von 15° zeichnen. Das können Sie gleich einmal ausprobieren! Ziehen Sie dazu die Winkel in die entsprechenden Felder oder kombinieren Sie die Winkel.



Die Lösung finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Winkelmesser - Geo(metrie)-Dreieck

Wenn auch mit den Zeichendreiecken bestimmte Winkel (15° , 30° , 45° , 60° oder 90°) gezeichnet werden können, so sind doch ab und zu auch andere Winkel notwendig. Aus diesem Grund ist ein Winkelmesser erforderlich. Als Ersatz dienen auch Geo(metrie)-Dreiecke. Das sind gleichschenklige Zeichendreiecke.

Sie besitzen

- eine Millimeterteilung für genaues Zeichnen,
- eine 180° Winkelteilung,
- und ein waagrechtes und senkrecht Linienraster.



Abb. 3.3.3.1: Geodreieck

Mit einem Geodreieck können relativ einfach Parallelverschiebungen vorgenommen werden, senkrechte Linien gezeichnet oder Winkel angetragen werden. Darüber hinaus findet es als Ersatzlineal Anwendung. Die Handhabung wird durch einen Griff erleichtert. Mit dem Griff kann das Geodreieck umgesetzt werden, ohne dass die Finger die Linien der Zeichnung verwischen.

Zirkel

Kreisbögen werden in der Regel mit einem Zirkel gezeichnet. Üblicherweise wird dabei ein Zirkel mit Rändelrat verwendet, da er die eingestellten Radien im Gegensatz zu anderen Zirkeln besser hält. Bei dem Zirkel sollte die Spitze auswechselbar sein. Auch die Halterung für die Bleimine sollte evtl. gegen eine Halterung für einen Tuschestift ausgetauscht werden können. Zudem ist es für das Zeichnen kleiner Kreise notwendig, dass der Zirkel zumindest über einen abknickbaren Fuß verfügt.



Abb. 3.3.4.1: Zirkel

Schablonen für Ellipsen – Axonographen

Perspektivische Darstellungen in technischen Zeichnungen sind das Ergebnis eines Projektionsvorganges. Aus Kreisen werden bei diesem Projektionsvorgang meist Ellipsen. Diese können konstruiert werden (s. dazu Lerneinheit 2.3.2). Sie lassen sich aber auch mit Schablonen erstellen. Ein Axonograph ist eine solche Zeichenschablone, die das Zeichnen von räumlichen Darstellungen in Isometrie (s. Lerneinheit 7.3.1) bzw. Dimetrie (s. Lerneinheit 8.3.1) erleichtert. Die Schablone hat mehrere ellipsenförmige Aussparungen sowie mehrere Aussparungen in Form einer halben Ellipsenlinie. Nachfolgend werden zwei Schablonen gezeigt.

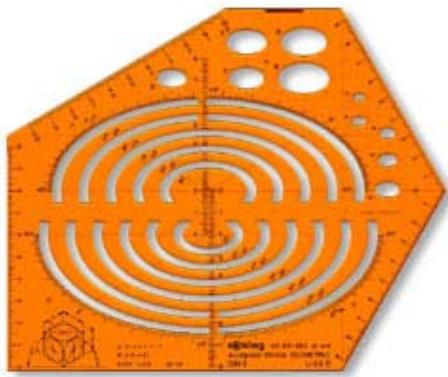


Abb. 3.3.5.1: Axonograph für isometrische Darstellungen

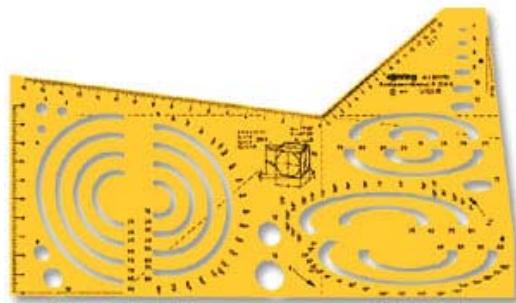


Abb. 3.3.5.2: Axonograph für dimetrische Darstellungen

Für diesen Kurs reicht ein Axonograph für das Zeichnen von Ellipsen in isometrischer Darstellung aus.

Kurvenlineale

Für das Zeichnen von Krümmungen, Kurven, Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln auf technischen Zeichnungen leisten Kurvenlineale wertvolle Dienste. Am gebräuchlichsten ist der aus drei Teilen bestehende Burmestersatz.

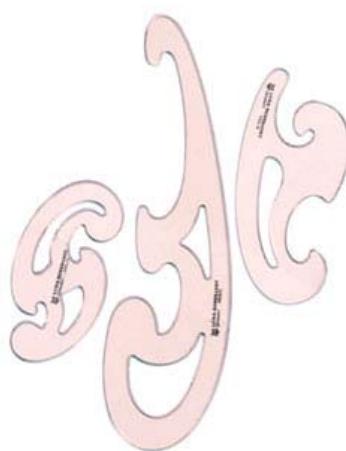


Abb. 3.3.6.1: Burmester-Kurvenlineale

Zeichenstifte

Die Realisierung einer technischen Zeichnung macht den Gebrauch von Zeichenstiften erforderlich. Mit ihnen werden die verschiedenen Linienarten mit unterschiedlichen Linienbreiten gezeichnet (s. Lerneinheit 11). Als Zeichenstifte eignen sich grundsätzlich Tuschefüller oder Bleistifte. Ursprünglich zeichnete man mit dem Bleistift vor und zog dann die Linien mit dem Tuschefüller (s. Bild) nach.



Abb. 3.3.7.1: Tuschefüller mit Linienbreite 0,2

Im Rahmen dieses Kurses sollen ausschließlich Zeichenstifte mit Bleiminen zum Einsatz kommen.

Hier lassen sich drei grundsätzliche Arten unterscheiden:

- Minenhalter für auswechselbare Bleiminen von 2 mm Dicke.
- Feinminenstifte. Sie enthalten ein Bündel von Bleiminen und sind in den Stärken 0,3; 0,5; 0,7 und 0,9 mm erhältlich. Eine Druckmechanik schiebt die Feinmine nach vorne, so dass nicht nachgespitzt werden muss.
- Bleistifte aus Holz.



Abb. 3.3.7.2: Bleistiftarten

Zum Vor- wie auch Auszeichnen kommen im Technischen Zeichnen heute vorwiegend Feinminenstifte zum Einsatz. Für unseren Zeichenlehrgang empfiehlt es sich, Feinstrich-Druckstifte zu verwenden. Im Allgemeinen genügt der 0,5 mm-Feinstrich-Stift. Der zu wählende Härtegrad der Minen hängt von der Linienart, der Papierart und von den persönlichen Gewohnheiten ab. Zum Vorzeichnen und für Schraffuren nimmt man im Allgemeinen härtere Minen (2H und H), zum Nachzeichnen weichere Minen (F, HB und B).

Durch den Druck, der auf den Stift und damit auf die Mine ausgeübt wird, lassen sich die Linienbreiten beeinflussen.



Abb. 3.3.7.3: Feinminenstifte mit Minenbehälter

Radiergummi - Radierstift

Ein Zeichner kann noch so gewissenhaft arbeiten, radieren muss er doch hin und wieder. Notwendig ist dazu ein guter Radiergummi. Für das Zeichnen mit Blei ist ein weicher Radiergummi erforderlich, der aber nicht schmieren darf. Harte Gummis können für Tuschzeichnungen verwendet werden.

Zum Einsatz können auch Radierstifte kommen.



Abb. 3.3.8.1: Werkzeuge zum Radieren

Zeichenbesen

Ein Hilfsmittel des Technischen Zeichners ist der Zeichenbesen. Er dient dazu, Radierspäne und Graphitstaub zu entfernen. Wichtig ist es, dass er weiche und feine Haare besitzt, damit er die zuvor gezeichneten Bleistiftstriche nicht verwischt. Zur Reinigung kann der Zeichenbesen in lauwärmer Seifenlauge ausgewaschen werden.



Abb. 3.3.9.1: Zeichenbesen

Rechnergestütztes Zeichnen – CAD

Größtenteils werden Technische Zeichnungen heute mit rechnergestützten Systemen realisiert. Beim Computer Aided Design (CAD) werden die Geometriedaten im Rechner abgespeichert und grafisch auf dem Bildschirm dargestellt. Die Arbeit mit dem Rechner hat viele Vorteile. So lassen sich beispielsweise immer wiederkehrende Zeichenaufgaben effizienter durchführen, indem die Elemente aus Bibliotheken abgerufen und auf die jeweilige Konstruktion angepasst werden. Auch Änderungen an der Zeichnung können einfacher umgesetzt werden. Zudem können die Daten unter Umständen direkt in den Fertigungsprozess übernommen werden.

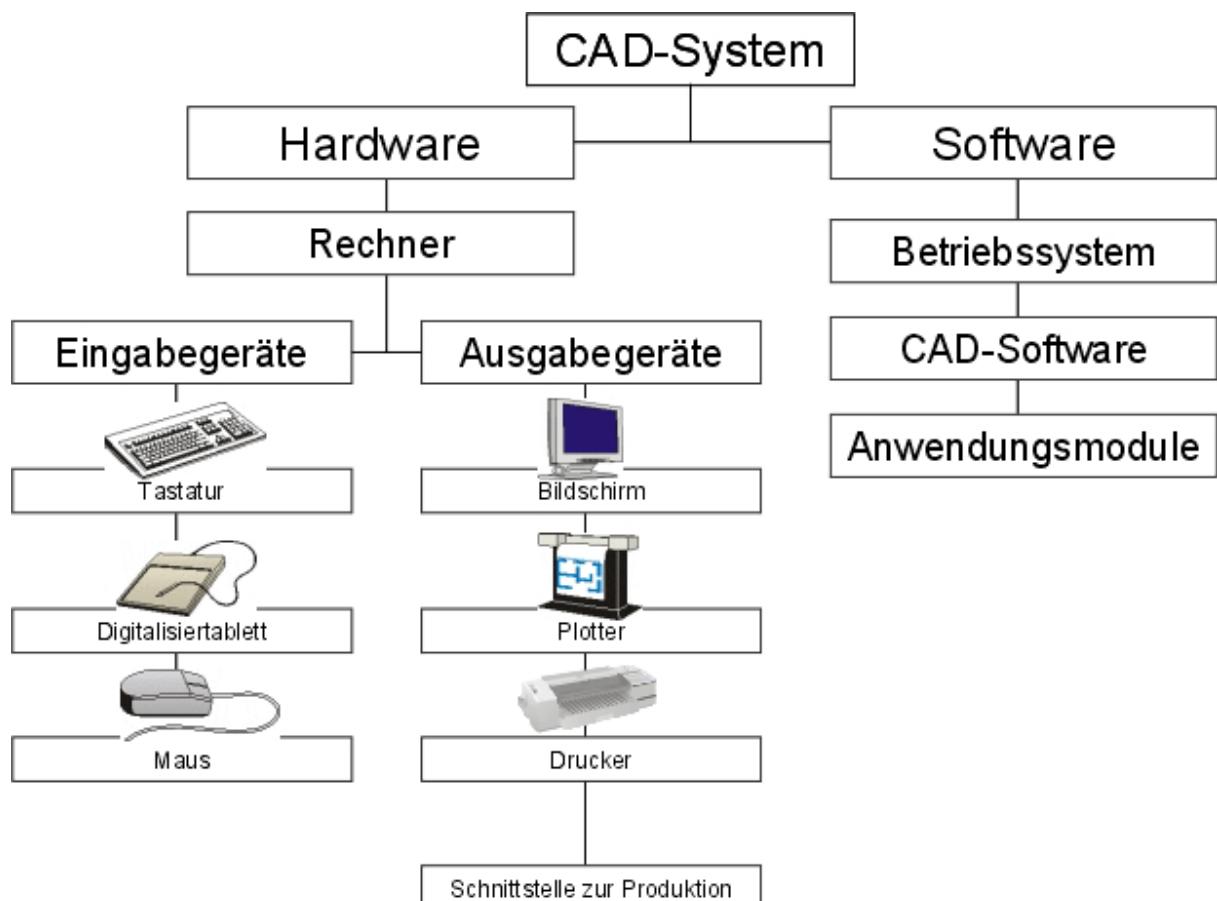


Abb. 3.4.1: CAD-System

Schlussaufgabe

Aufgabe	
Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.	
Welche der folgenden Aussagen ist richtig?	
Zum Vorzeichnen werden weichere Bleiminen verwendet.	<input type="checkbox"/>
Mit einem Burmester-Kurvenlineal können Kreise mit bestimmten Durchmessern als Ellipsen gezeichnet werden.	<input type="checkbox"/>
Zeichenplatten dienen als feste Zeichenunterlage und zur Befestigung der Zeichenpapiere.	<input type="checkbox"/>
Axonographen sind Kreisschablonen.	<input type="checkbox"/>

Die Lösung finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Praxisbeispiel

Bei dieser Aufgabe geht es darum, die Handhabung Ihrer Zeichengeräte zu erlernen. Zu diesem Zweck soll die nachfolgend dargestellte Figur auf ein Zeichenblatt übertragen werden.

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil über die verschiedenen Zeichengeräten informieren.

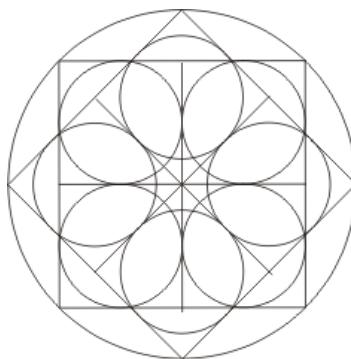


Abb. 3.6.1

Sie können sich die Aufgabe inklusive einer Zeichenvorlage im Onlinekurs herunterladen oder sich stattdessen auch diese Seite ausdrucken, anschließend die Maße aus der Zeichnung ermitteln und dann selbst auf ein Zeichenblatt übertragen. Denken Sie dabei dann auch an die Blatteinteilung!

Die schrittweise Lösung finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Legt man die einzelnen Phasen eines schulischen Projektes als Folie auf diesen dritten Teil, befinden wir uns hier weiter innerhalb der Phase einer vertieften Auseinandersetzung mit der Projektidee. Nimmt man dagegen den Produktlebenszyklus oder die Phasenstruktur einer Konstruktionsaufgabe als Grundlage, sind wir mitten in der Konstruktionsphase eines technischen Produktes, genauer in der Planungs- und Konzeptionsphase. Wie vorher bereits ausgeführt, ist ein Eingehen auf konstruktive Aspekte nur dann erforderlich, wenn nicht schon alle Funktionen, Maße oder konstruktive Details des Produkts feststehen. In unserem Fall sind bestimmte Vorgaben bereits fixiert. Anderes, wie die Ausbildung der Eckverbindungen für den Kasten, die Fixierung des Bodens oder die Beschichtung des Holzes kann aber noch entschieden werden. Es geht also um das Finden von Varianten, Alternativen oder auch Verbesserungen konstruktiver Details unserer Spielesammlung. Daher sollen die Arbeitsschritte hin zur konstruktiven Durchbildung der Spielesammlung, die in der letzten Einheit mit der Sammlung der Anforderungen und der Zeichnung der Spielfelder begonnen wurden, hier weitergeführt werden.

Bei der Sammlung der Anforderungen an unsere Spielesammlung wurden möglichweise ja schon konstruktive Fragen gelöst, einen weiteren Schritt in diese Richtung wird nun eine Überführung der Forderungen und Wünsche an das Produkt in Funktionen bringen. Funktionen lassen sich in Haupt- und Nebenfunktionen unterteilen. Hauptfunktion unserer Spielesammlung ist natürlich das Spiel. Um dies sicherzustellen sind Nebenfunktionen zu erfüllen. Um diese zu erfassen, bietet es sich an, zuerst wieder die Elemente des Produktes aufzulisten, dann die jeweilige Anforderung oder Aufgabe des Elements zu beschreiben und daraus dann möglichst lösungsneutrale Funktionen abzuleiten. Lösungsneutral bedeutet, dass die Funktion relativ abstrakt, also noch ohne Hinweise auf eine bestimmte konstruktive Lösung formuliert wird - wenn möglich einfach durch ein Substantiv und Verb. Wie das in unserem Fall ausschauen könnte, ist in der unten aufgeführten Tabelle dargestellt.

Funktionsanalyse Spielesammlung			
Nr.	Teil / Anforderung	Anforderungen/Aufgaben	Funktionen
1	Kastenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Spielfiguren aufnehmen • Befestigung des Bodens • Befestigung mit anderen Wandelementen • Belastungen durch Nutzung und Lagerung aufnehmen • Auflage für Deckel ermöglichen • Herausnehmen des Deckels ermöglichen • Oberfläche leicht zu reinigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Eck- und Bodenverbindung ermöglichen • Kräfte aufnehmen • Auflager aufnehmen • Zugriff auf Deckel ermöglichen • Schmutzabweisend sein
2	Kastendeckel	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis abschließen • Zweiseitig als Spielfeld fungieren • Oberfläche leicht zu reinigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Kräfte aufnehmen • Bohrungen bzw. Aussparungen aufnehmen • Schmutzabweisend sein
3	Kastenboden	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis abschließen • Als Spielfeld fungieren • Oberfläche leicht zu reinigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Kräfte aufnehmen • Bohrungen bzw. Aussparungen aufnehmen • Schmutzabweisend sein
4	Spielsteine Raumpuzzle	<ul style="list-style-type: none"> • Gut greifbar sein • Unterscheidbar sein • Für Kleinkinder sicher sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicheres Spiel ermöglichen
5	Spielsteine Brettspiele	<ul style="list-style-type: none"> • Gut greifbar sein • Unterscheidbar sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicheres Spiel ermöglichen
6	Kreisel	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Unwucht 	<ul style="list-style-type: none"> • Zufällige Auswahl ermöglichen

Die Sammlung von Anforderungen und Funktionen kann nicht nur für die weitere technisch-konstruktive Durchbildung des Produktes, sondern z.B. auch für die Gestaltung von Werbematerial oder die Erstellung von Benutzungsunterlagen bzw. einer Gebrauchsanleitung für den Vertrieb verwendet werden.

Bei all den vorher genannten Schritten ist eine wichtige Voraussetzung, dass der Konstrukteur die Fähigkeit besitzt, räumlich zu denken. Im Raum denken zu lernen ist möglicherweise ein langer und schwieriger Weg. Variationen sind dabei fürs Lernen wichtig. Sie werden feststellen, dass sowohl bei Ihnen, als auch (später) bei Ihren Schülern bestimmte Wege des räumlichen Denkens besonders effizient sind, dass diese Lieblingswege aber individuell sehr unterschiedlich sind. Eine Vielfalt in der Herangehensweise verspricht also den universellsten Erfolg. Hier sind wir daher wieder bei unserer zeichnerischen Aufgabe angelangt.

Methodische Hinweise

Die Auseinandersetzung mit dem Produkt in Form einer Funktionsanalyse wird dadurch unterstützt, dass die Schüler aufgefordert werden, die Spielesammlung oder die einzelnen Teile zu skizzieren, sie also vor ihr geistiges Auge zu befördern und damit in ihrer grundsätzlichen Form vorauszudenken. Sind die Einzelteile auf einzelnen Blättern erfasst, können sie an einer Tafel befestigt werden und bilden die Grundlage für die anschließende Sammlung der Aufgaben und Ableitung der Funktionen gemäß der oben aufgeführten Tabelle. Mit im Konstruktionsprozess noch unerfahrenen Schülern sollte die Definition der Funktionen möglichst im Unterrichtsgespräch erarbeitet werden.

Grundsätzlich kann die Aufgabenstellung dieser Einheit also alle Einzelteile der Spielesammlung umfassen. Ihre Skizzierung steht so im Dienst des Konstruktionsprozesses. Natürlich soll sie bei Schülern auch das räumliche Vorstellungsvermögen verbessern helfen.

Um dieses unterrichtliche Ziel zu vertiefen, bietet es sich an, einzelne Teile in jeweils unterschiedlicher räumlicher Lage zeichnen zu lassen. Da dies eine komplexe Aufgabenstellung ist, sollten dafür nur einfache Einzelteile der Spielesammlung verwendet werden. Vor den Schülern kann die Anfertigung solcher Zeichnungen dadurch begründet werden, dass ja auch die Spielesammlung selbst beim Nutzer das räumliche Vorstellungsvermögen schulen will und darauf in der Gebrauchsanleitung oder in Werbemaßnahmen für die Spielesammlung hingewiesen werden sollte. Eine Möglichkeit für eine Werbemaßnahme wäre beispielsweise das Angebot eines Tests, in dem dazu aufgefordert wird, aus einer vorgegebenen Anzahl von Körperansichten die richtige Ansicht eines in seiner Lage veränderten Körpers auszuwählen.

Eine komplexere Aufgabe für bereits im Freihandskizzieren geübte Schüler wäre es, wenn diese aufgefordert würden, aus den Steinen des geometrischen Formspiels selbst eine Anordnung für das Raumpuzzle zu entwerfen und dafür Skizzen anzufertigen, in denen die einzelnen Spielsteine bzw. das daraus resultierende Gebilde in unterschiedlicher Lage dargestellt werden. Unterrichtlich unterstützt werden kann dieser Entwurfsprozess durch die Reduzierung der Steineanzahl oder die Vorgabe einer bestimmten Anzahl an Würfeln sowie eingeschränkter Veränderungen an diesen Würfeln (Beispiel s. Abb. 2.7.1)

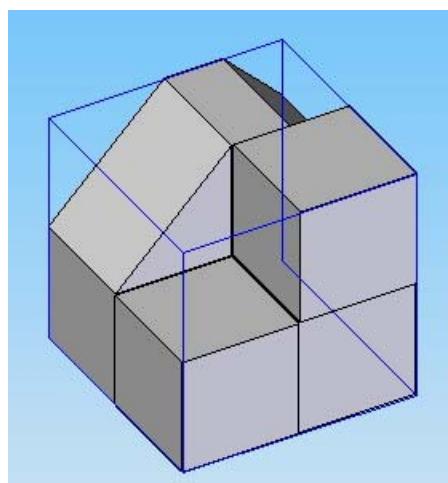


Abb. 3.7.1: Würfel und Modifizierungen als Hilfestellung für den Entwurf einer Anordnung des Raumpuzzles

Für den Entwurf Konstruktion eines eigenen Raumpuzzles sind freilich noch weitere Aspekte zu beachten:

- Gibt es eine ausreichend dimensionierte Standfläche? Kann man die Steine nach und nach zusammensetzen, ohne dass das Gebilde in sich zusammenfällt? Oder braucht man ein Verbindungssystem? Dann könnte man die Teilgebilde unter Umständen auch zwischendurch verdreht ablegen.
- Welche Funktionen muss der einzelne Spielstein erfüllen? Z.B.: Eine gewisse Komplexität bieten, damit die Aufgabe nicht zu leicht wird? Eine Standfläche bieten? Einfach eine Restlücke zwischen komplexeren Steinen schließen?
- Welche Formen kann man mit einer vorgegebenen Menge an Steinen bauen?
- Wie soll man die wichtigen Überlegungen in Spielanleitungen und Werbung integrieren?

Projektaufgabe

Zeichnen Sie den dargestellten Stein zunächst ab. Anschließend stellen Sie sich den Stein jeweils 90° um eine Kante gekippt vor und skizzieren Sie ihn in seinen vier neuen Lagen.

Alternativ können Sie auch ein anderes Element der Spielesammlung in vier unterschiedlichen Lagen zeichnen.

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie den Theorienteil zu "Körper- und Flächenformen" durcharbeiten.

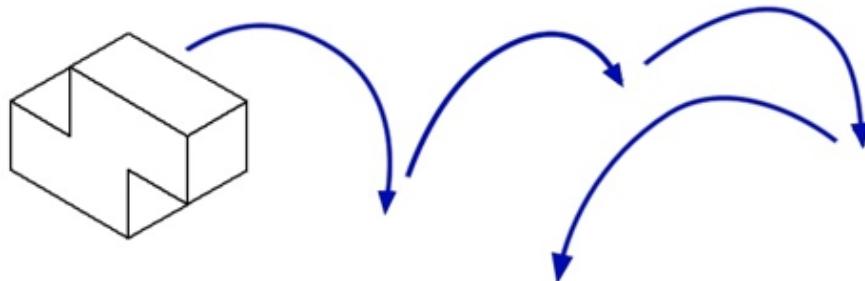


Abb. 3.8.1: Aufgabe – Kippen eines Körpers

Einen Lösungsvorschlag zu dieser Aufgabe finden Sie im entsprechenden Teil des Onlinekurses.

Kapitel 4: Projektionsarten

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Projektionsvorgang als Ursache für die "dreidimensionale" Darstellung von Objekten
- Grundsätzliche Unterscheidung zwischen Zentral- und Parallelprojektion
- Möglichkeiten der Lage des Zentrums bei der Zentralprojektion
- Vorgang des Sehens als Umkehrung des Projektionsvorgangs
- Begriffsdefinitionen: Bildpunkt, Urpunkt, Projektionsebene
- Definition der Zentralprojektion
- Eigenschaften der Zentralprojektion
- Definition und Eigenschaften der Parallelprojektion

Fähigkeiten:

- Bezug herstellen zwischen geometrischen Eigenschaften sowie Abbildungsvorschriften einer Projektionsart und ihrer zeichnerischen Umsetzung

Fachliche Grundlagen

Einführung

Aufgabe

In den beiden folgenden Ansichten sehen Sie Schattenwürfe desselben Quaders. Die Darstellungen unterscheiden sich aber wesentlich dadurch, dass nur in der rechten Abbildung eigentlich parallele Kanten tatsächlich als Parallelen erscheinen.

Worin besteht der wesentliche Unterschied in der zum Schattenwurf führenden Versuchsanordnung zwischen linkem und rechtem Bild?

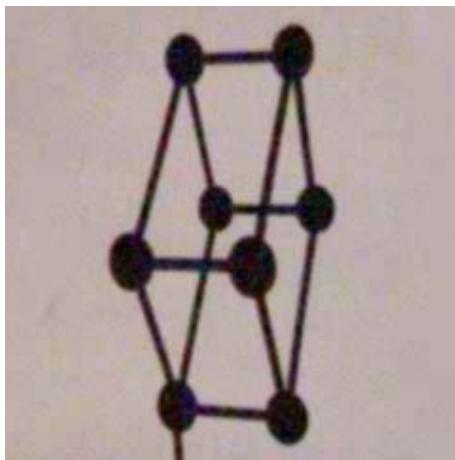


Abb. 4.1.1: Schattenwurf eines Quaders

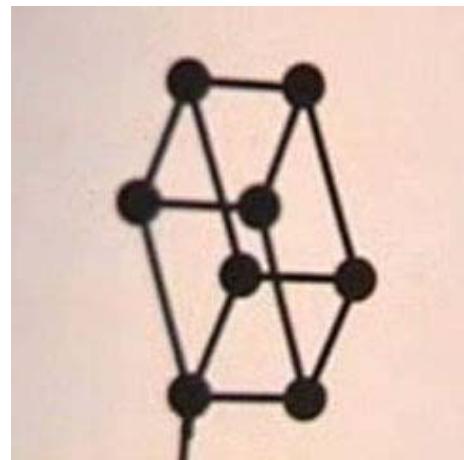


Abb. 4.1.2: Schattenwurf eines Quaders

Die Lösung finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Allgemeines

Die zeichnerische Darstellung ist Bestandteil, Zwischenstufe oder Ergebnis eines gestalterischen Prozesses. Man darf annehmen, dass Menschen skizziert, gezeichnet und gemalt haben, seit dem sie sich anderen mitteilen wollten. Bilder oder Zeichnungen dienen damit der Kommunikation.

Perspektivische Darstellungen besitzen in diesem Zusammenhang eine eigene Qualität. Zum einen, weil sie die sinnliche Wahrnehmung räumlicher Phänomene repräsentieren und so kommunizieren, wie die Wirklichkeit gesehen wird. Zum anderen aber auch, weil sie bewusst oder unbewusst eine vorherrschende künstlerische Auffassung ausdrücken. Dabei ist der Bogen weit gespannt. "Von der mittelalterlichen Symbolsprache, deren Realitätsverständnis nicht auf die sinnliche-wahrnehmbare Welt gerichtet ist, über die illusionistische Weltsicht, die ihre Wurzeln in der Renaissance hat, bis zur a-perspektivischen räumlichen Ordnung bildnerischer Elemente in der Kunst des 20. Jahrhunderts [...]" (Fuchs 1983, S. 7)

Die Maler des 15. Jahrhunderts wollten in ihren Gemälden ein Abbild der Wirklichkeit darstellen. Anfangs waren die Gesetzmäßigkeiten solcher Darstellungen noch unklar. Die Künstler setzten daher die Perspektive eher intuitiv um, wie man an dem Bild von Jean Fouquet erkennen kann.

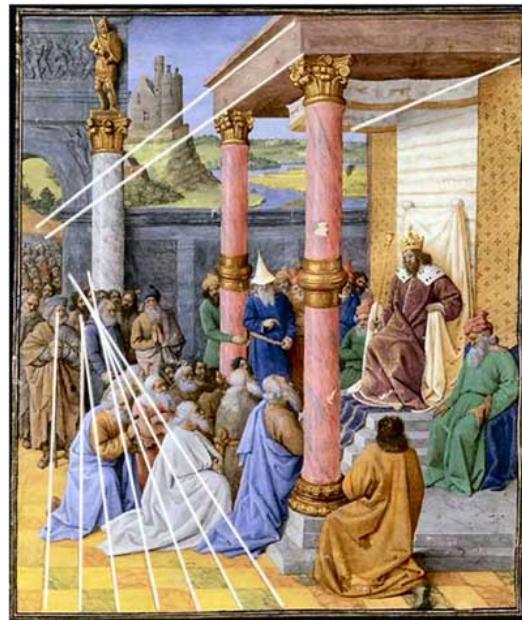


Abb. 4.2.1: 'Kyrus II', Jean Fouquet, um 1470

Nach und nach wurden die mathematischen Grundlagen perspektivischer Darstellung jedoch enträtselt. Diese liegen im Projektionsvorgang begründet.

Bevor wir uns daher in den folgenden Lerneinheiten mit den Abbildungsvorschriften für perspektivische Zeichnungen beschäftigen, wollen wir in dieser Lerneinheit den Projektionsvorgang genauer untersuchen.

Der Projektionsvorgang

Bezeichnungen:

Um von räumlichen Gegenständen Bilder zu erzeugen, bedient man sich der Projektion.

Alle sogenannten "dreidimensionalen" Darstellungen räumlicher Objekte kann man sich dadurch erzeugt denken, dass ein räumlicher Körper (**A**) von einer Lichtquelle (**B**) angestrahlt wird und Schattenwürfe (**C**) auf einem ebenen Schirm (**D**) - in Sonderfällen auch auf mehreren - von dem Körper entstehen. Alternativ kann man sich auch vorstellen, dass der Körper selbst Lichtstrahlen aussendet, die auf einem (Photo-) Schirm auftreffen. Den gesamten Vorgang nennt man "Projektion". Den darzustellenden Körper nennt man auch "Urbild" (**A**), und das Ergebnis der Projektion (etwa den Schattenwurf) nennt man auch "Bild" (**C**).

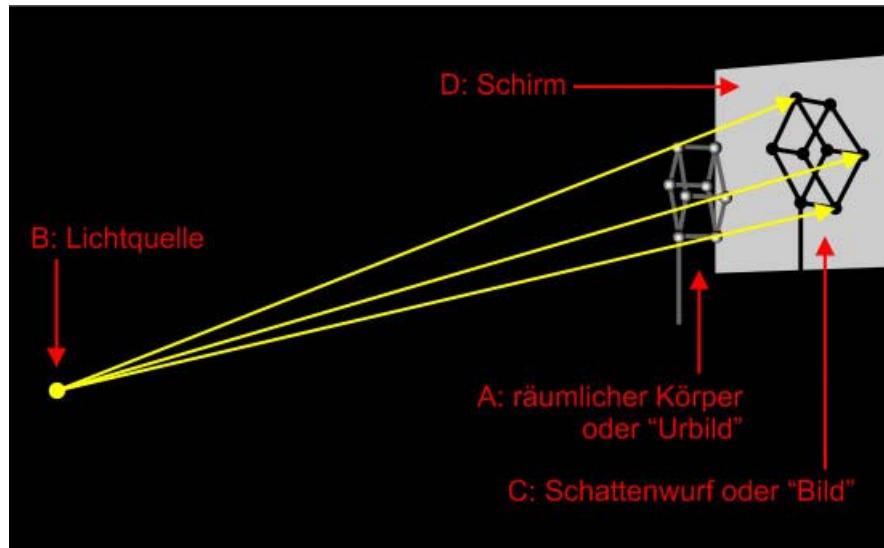


Abb. 4.2.1.1: Projektionsvorgang

Grundsätzliche Arten:

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dem Fall, bei dem sich die Projektionsstrahlen in einem gemeinsamen Punkt schneiden (A) - diesen Fall nennt man "Zentralprojektion" - und dem Fall, bei dem die Projektionsstrahlen parallel sind - hier spricht man von "Parallelprojektion" (B).

Schneiden sich die Projektionsstrahlen in einem Punkt - dem Projektionszentrum Z - fallen alle parallelen Linien des Urbildes, die jedoch mit der Bildebene nicht parallel sind, auf der Bildebene in so genannten Fluchtpunkten zusammen (C).

Sind die Projektionsstrahlen dagegen alle parallel, sind auch die parallelen Kanten des Urbildes, die auf die Bildebene projiziert werden, parallel (D).

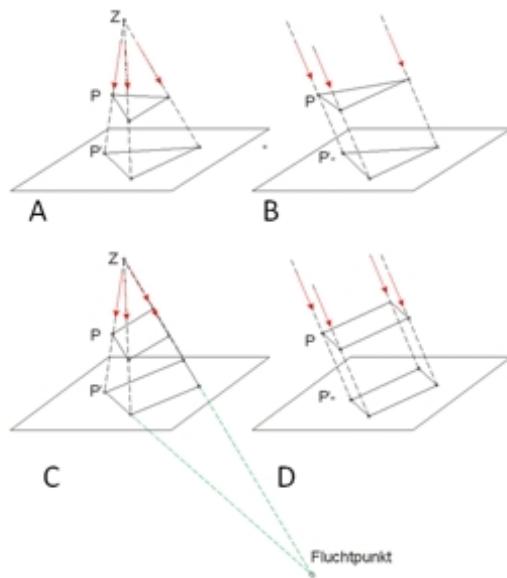


Abb. 4.2.1.2: Projektionsarten

Zentralprojektion:

Wenngleich es vom mathematischen Standpunkt aus gesehen irrelevant ist, für das Verständnis der Zentralprojektion gilt es jeweils zu untersuchen

- um welche Art von Strahlen es sich handelt, von einem punktförmigen Zentrum ausgehend (divergent) oder gebündelt zu einem Zentrum zustrebend (konvergent)
- wie jeweils die Anordnung von Projektionszentrum (Lichtquelle), Urbild (Objekt) und Projektionsebene ist.

Je nachdem wird das Bild des Urbildes in der Projektionsebene vergrößert oder verkleinert dargestellt.

Bei einer punktförmigen Lichtquelle beispielsweise, die divergente Strahlen auf ein vor der Projektionsebene angeordnetes Objekt aussendet, wird das Bild auf der Projektionsebene vergrößert dargestellt.

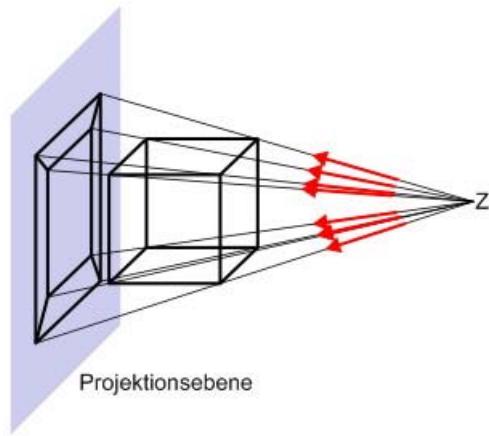


Abb. 4.2.1.3

Denkt man sich die Strahlen einer Lichtquelle etwa durch eine Sammellinse gebündelt (konvergente Strahlen) und damit ein Objekt, das sich wiederum vor der Projektionsebene befindet, angestrahlt, wird das Bild verkleinert dargestellt: Das Projektionszentrum liegt in diesem Fall hinter der Projektionsebene.

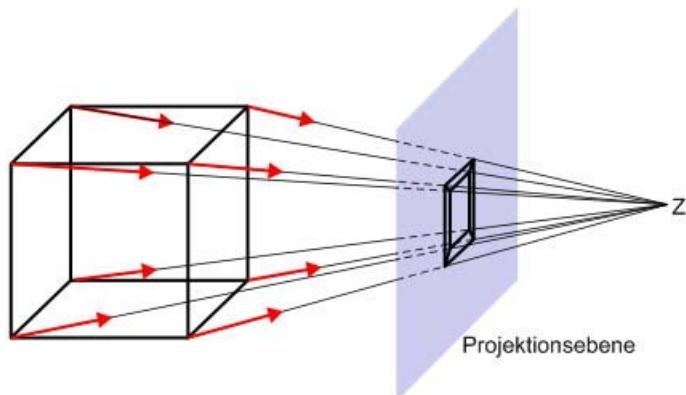


Abb. 4.2.1.4

Für das Technische Zeichnen bedeutsam ist auch der Fall, dass die Projektionsebene direkt am Objekt anliegt. In diesem Fall werden die Vorderkanten des Objekts in wahrer Größe dargestellt.

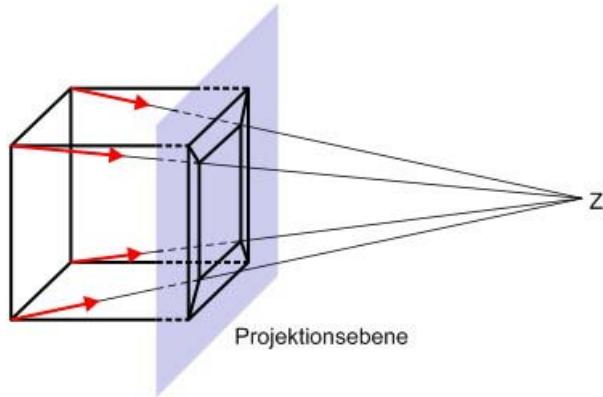


Abb. 4.2.1.5

Parallelprojektion:

Die Parallelprojektion kann als Sonderfall der Zentralprojektion gedeutet werden, bei der das Projektionszentrum im Unendlichen liegt. Damit sind die Projektionsstrahlen untereinander parallel und treffen auf der Projektionsebene alle unter einem bestimmten Winkel auf. Dadurch entsprechen die Proportionen des Urbilds auf der Projektionsebene denen des Bildes.

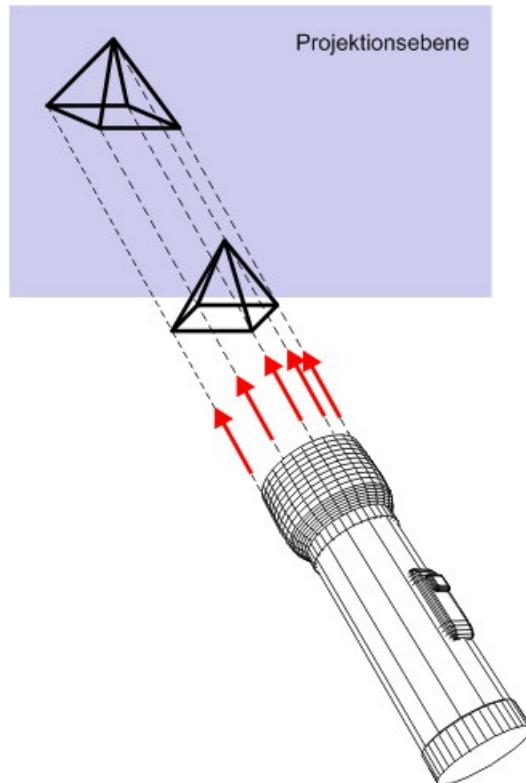


Abb. 4.2.1.6: Parallelprojektion

Der Vorgang des Sehens als Umkehrung des Projektionsvorgangs

Zusammenhang zwischen Zentralprojektion und Sehen:

Sowohl in der Technik als auch in der Kunst gibt es das Bedürfnis, Objekte wirklichkeitsgetreu darzustellen. Um das zu erreichen, bemühte man sich besonders in der Renaissance darum, die Zusammenhänge perspektivischer Darstellungen aufzudecken.



Abb. 4.2.2.1: Abbildung einer Felge in einem CAD-Programm



Abb. 4.2.2.2: Die Schule von Athen , Raffael 1510-1511

In diesem Zusammenhang griff man auf eine vereinfachte Auffassung des Sehens zurück, die Sehen als Umkehrung des Projektionsvorganges deutet:

Analog zum Projektionsvorgang kann man sich nämlich das Bild auch dadurch erzeugt vorstellen, dass anstelle des Projektionszentrums das Auge eines Betrachters Sehstrahlen aussendet. Diese Sehstrahlen tasten die Körperkanten ab und erzeugen in der Projektionsebene Durchstoßpunkte, die - miteinander verbunden - wieder das Bild des Objekts ergeben. So wie die Sehstrahlen das Objekt in der Projektionsebene erzeugen, so erzeugen sie umgekehrt in der anderen Richtung das Bild im Auge des Betrachters.

Man muss bei dieser Vorstellung des Sehens unberücksichtigt lassen, dass im Auge eine Projektion stattfindet, also auch dort eigentlich optische Gesetze walten, zudem, dass unser Sehen von Wahrnehmungseffekten, Symmetriebedürfnis oder Erfahrung beeinflusst wird.

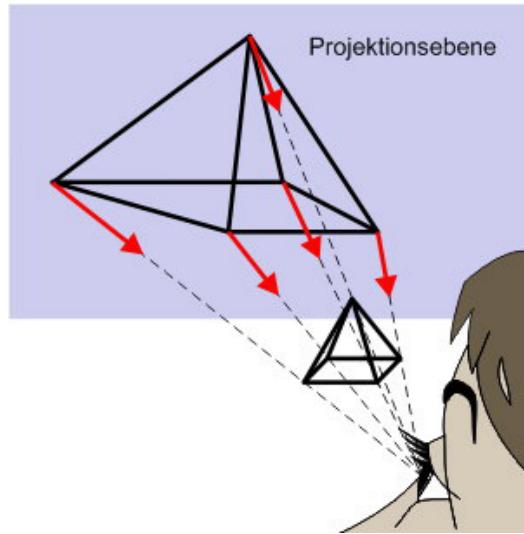


Abb. 4.2.2.3

Die Künstler der Renaissance besaßen durch die mathematische Herangehensweise bei der Bilderzeugung mittels Durchstoßpunkte nun eine Art „goldene Regel“, die sie gegen die mannigfaltigen handwerklichen Fertigkeiten und Geheimnisse der mittelalterlichen Rezeptbücher, in denen wie in einem Rechenbuch die Bedeutungshierarchien verzeichnet waren, die innerhalb der Grenzen des Tafelbildes galten, einsetzen konnten (Brusantin 1993, S. 47).

Die Herangehensweise bei der „Erzeugung“ der Perspektive ist auf den beiden Bildern dargestellt: Der Augpunkt wird jeweils fixiert, dadurch werden „Sehstrahlen“ gewonnen.

Oben ist ein Gestell zu sehen, durch das der Künstler hindurchschaut, während er das Bild einer sich hinter der transparenten Projektionswand befindlichen Szenerie skizziert. Im zweiten Beispiel ist ein an einer Schnur befestigtes Sehrohr dargestellt, durch das der Maler markante Punkte der ebenfalls hinter der Glasplatte befindlichen Kanne fixiert. Der Befestigungspunkt der Schnur markiert wiederum den Augpunkt.

Betrachtet man nun das Bild vom Standpunkt des Malers, so hat man den Eindruck, als würde man den Gegenstand selbst sehen.

Durch eine Veränderung des Abstandes des Augpunktes von der Projektionsfläche wird der dargestellte Gegenstand größer oder kleiner. Würde der Gegenstand vor der Projektionsebene aufgestellt könnten die Konturen mit einem ebenfalls an einer Schnur fixierten Stift auf die Projektionsebene gebracht werden. In diesem Fall handelt es sich bei dem Bild um eine Vergrößerung des Urbildes.



Abb. 4.2.2.4: Techniken zur Fixierung des Augpunkts

Zusammenhang zwischen Parallelprojektion und Sehen:

Aber nicht nur die Zentralprojektion, sondern auch die Parallelprojektion kann man als Sehvorgang deuten: Im Falle der Parallelprojektion hat ein auf Fernsicht eingestelltes Auge den genauen Eindruck des Gegenstandes, wenn es das Bild in Richtung der Projektionsstrahlen betrachtet.

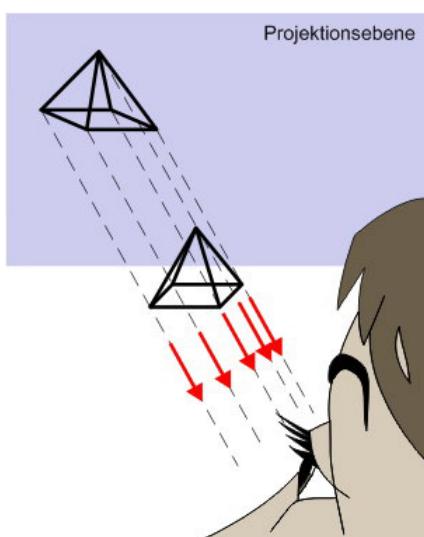


Abb. 4.2.2.5

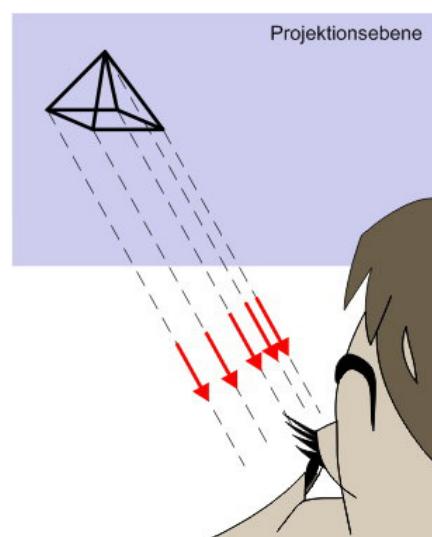


Abb. 4.2.2.6

Projektionszentrum und Standpunkt – wichtig für den optischen Eindruck:

Durch Zentral- bzw. Parallelprojektionen gewonnene Abbildungen vermitteln nur dann einen realistischen Eindruck, wenn der Betrachter relativ zum Bild den Standpunkt des Zentrums bzw. eine Blickrichtung parallel zu den Projektionsstrahlen einnimmt.

Ein gutes Beispiel dafür sind die Deckengemälde in Kirchen. Deren Räumlichkeit kann nur dann richtig wahrgenommen werden, wenn der Betrachter den vom Maler dafür vorgesehnen Standpunkt einnimmt.



Abb. 4.2.2.7: Deckengemälde von St. Ignazio in Rom, Andrea Pozzo um 1690

Abbildungsvorschriften bei der Zentralprojektion

Es ist wohl kein Zufall, dass die Zentralperspektive als Ausdrucksform räumlicher Erfahrungen ausgerechnet eine Entdeckung der Renaissancekünstler war. Das ihr zugrunde liegende konstruktive Prinzip zur Ordnung der Bildinhalte entsprach dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Selbst- und Weltverständnis der Menschen dieser Epoche (vgl. Fuchs 1983, S. 7).

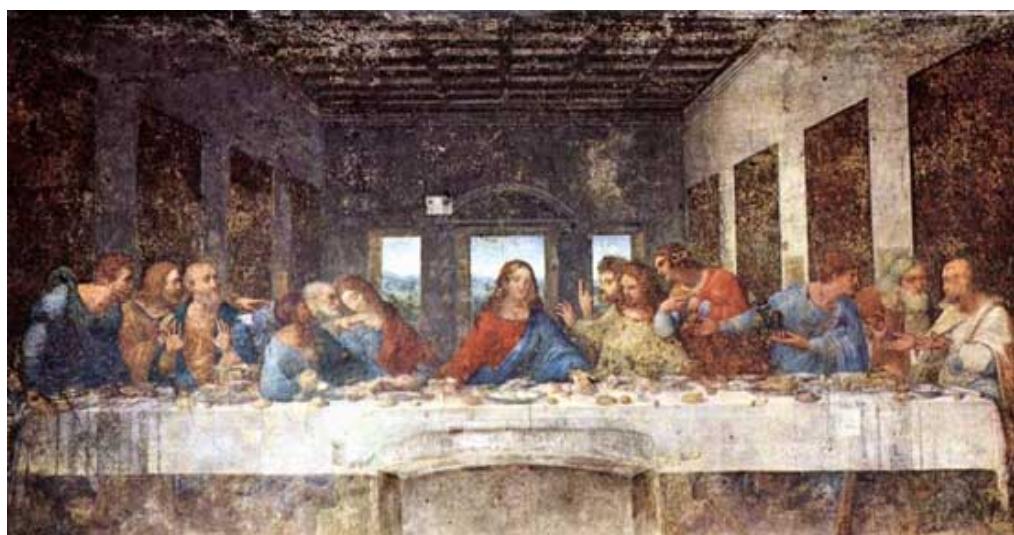


Abb. 4.3.1: Das Abendmahl, Leonardo da Vinci 1495-1497

Mathematische Definition

Wir stellen uns vor, dass eine feste Ebene (die "Projektionsebene") und außerhalb dieser Ebene ein fester Punkt Z gegeben ist. Unter der Zentralprojektion mit Zentrum Z auf die Projektionsebene versteht man eine Zeichenvorschrift, welche allen Punkten des Raums (außer denen, die in der Parallelebene zur Projektionsebene durch Z liegen) nach der folgenden Vorschrift einen Bildpunkt zuordnet:

Der Bildpunkt ist der Schnittpunkt der Geraden durch das Zentrum und den Ursprung mit der Projektionsebene.

Beispiel:

P und Q sind Urspunkte

P' ist der Bildpunkt von P

Q' ist der Bildpunkt von Q

R hat keinen Bildpunkt, wenn ZR die Projektionsebene nicht schneidet

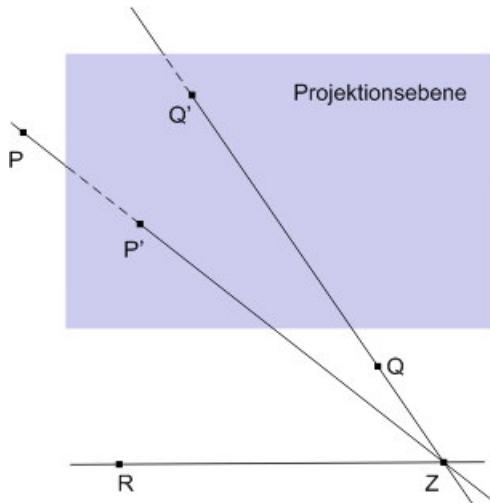


Abb. 4.3.1.1: Zentralprojektion, Abbildungsvorschrift

Die Parallelebene zu der Projektionsebene, die das Zentrum enthält, nennt man auch "Verschwindungsebene", da die Punkte dieser Ebene, die ja keinen Bildpunkt besitzen, bei der Zentralprojektion "verschwinden".

Die Punkte von solchen "Urgeraden", die nicht durch das Projektionszentrum gehen und nicht in der Verschwindungsebene liegen, werden in der Regel wieder auf Punkte einer so genannten "Bildgeraden" in der Projektionsebene abgebildet (A).

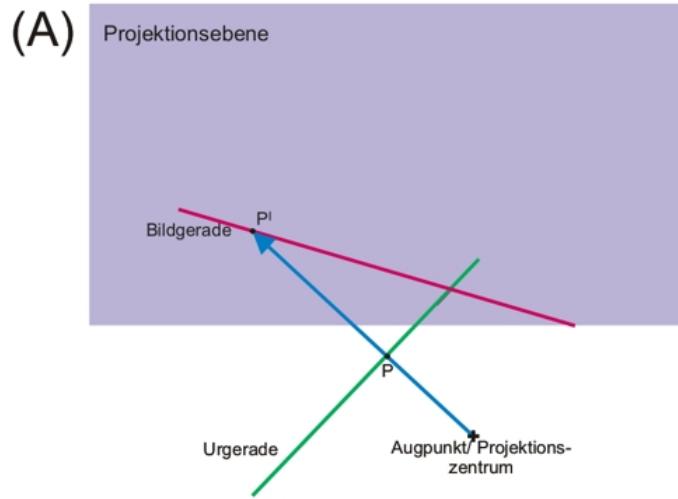


Abb. 4.3.1.2: Projektion (A)

Allerdings bestehen zwei Ausnahmen für die oben definierte Regel: Wie aus der untenstehenden Abbildung deutlich wird, gibt es bei Geraden, die nicht parallel zu der Projektionsebene und nicht durch das Zentrum verlaufen, einen Punkt V (den Schnittpunkt mit der Verschwindungsebene), der keinen Bildpunkt besitzt, weil der ihn erzeugende Seh- bzw. Projektionsstrahl parallel ist zur Bildgeraden. Umgekehrt gibt es auf der Bildgeraden einen Punkt F (den sogenannten "Fluchtpunkt"), welcher keinen Partner auf der Urgeraden hat, weil der ihn erzeugende Seh- bzw. Projektionsstrahl parallel ist zur Urgeraden (B).

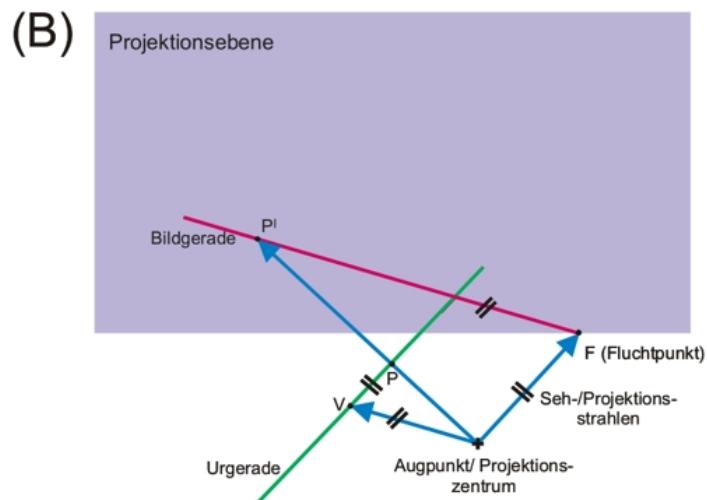


Abb. 4.3.1.3: Projektion (B)

Um die "Ausnahmepunkte" F und V nicht gesondert berücksichtigen zu müssen, kann man F als den Bildpunkt eines im "Unendlichen" liegenden Punktes der Urgeraden und V als den Ursprung eines im "Unendlichen" liegenden Punktes der Bildgeraden deuten. Durch die Einbeziehung solcher "Fernpunkte" wird die Theorie der Zentralprojektion zwar etwas abstrakter, letztlich aber auch einfacher.

(C) zeigt nun, wie sich diese Zusammenhänge bei der Projektion eines Würfels auswirken: Wie bereits vorher aufgeführt, fallen bei der Zentralprojektion alle parallelen Kanten des Objekts, die nicht mit der Projektionsebene parallel sind, in dem Fluchtpunkt F zusammen.

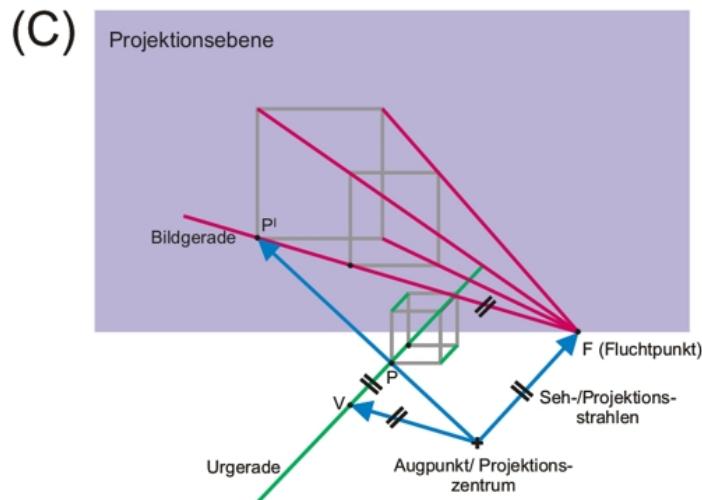


Abb. 4.3.1.4: Projektion (C)

Eigenschaften der Zentralprojektion

Um die verschiedenen Eigenschaften der so festgelegten Zentralprojektion genauer zu untersuchen, bilden wir einen einfachen Körper (z.B. Würfel oder Quader) durch Zentralprojektion auf eine Ebene ab und verändern die Lage des Körpers.

Im Allgemeinen wird z.B. ein Quader auf ein Gebilde abgebildet, in dem die entsprechenden Kanten nicht mehr zueinander parallel sind.

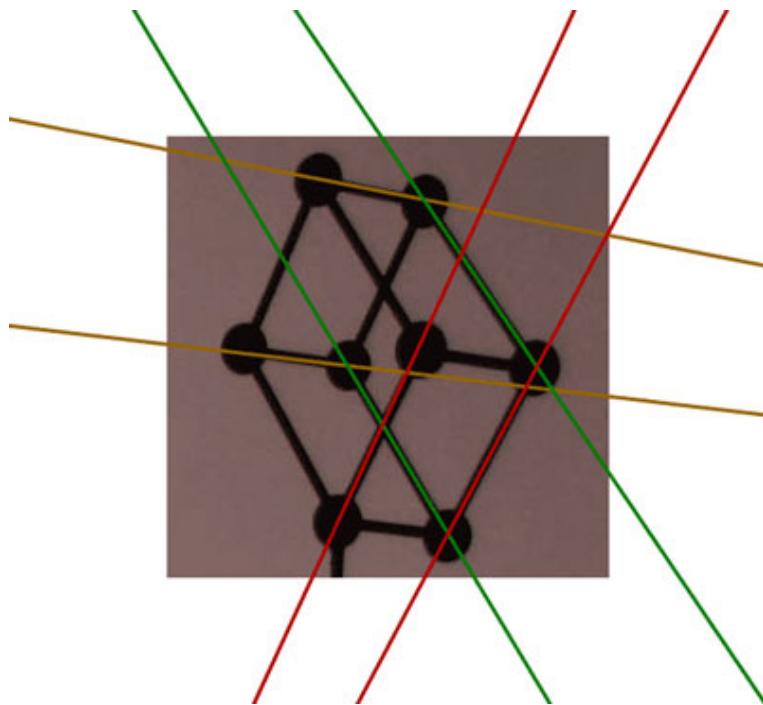


Abb. 4.3.2.1: Zentralprojektion eines Quaders

In Speziallagen werden allerdings Parallelenpaare wieder auf Parallelenpaare abgebildet.

Die vier zur Bildebene parallelen Kanten des Quaders (eine davon ist rot nachgezeichnet) werden hier auf zueinander parallele Kanten (türkis nachgezeichnet) abgebildet.

Bemerkung: Die Parallellinien sind deswegen nicht ganz horizontal, weil die Kamera bei der Aufnahme leicht schief stand.

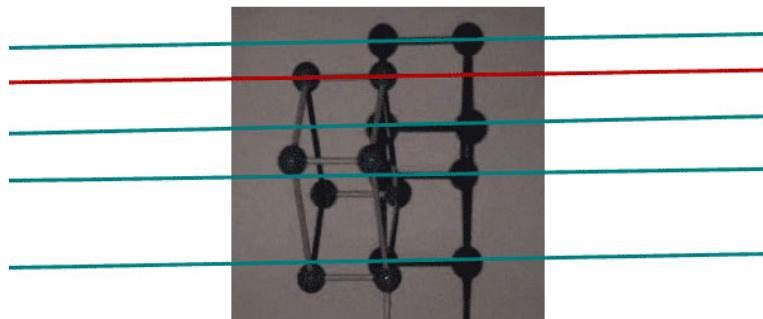


Abb. 4.3.2.2: Zentralprojektion eines Quaders mit Speziallage

Wir versuchen nun, die Eigenschaften von Zentralprojektionen zu präzisieren:

(1) Parallele Geraden werden im Allgemeinen auf sich schneidende Geraden abgebildet.

Wie oben bereits dargestellt, kann man sich die Erzeugung von Bildgeraden aus einer Urgerade dadurch vorstellen, dass ein mit dem Zentrum durch einen Projektions- oder Sehstrahl verbundener Punkt auf der Urgerade Spurpunkte auf der Projektionsebene hinterlässt.

Allerdings - auch das wurde bereits oben in den Abbildungen 4.3.1.2 - 4.3.1.4 gezeigt - gibt es einen Punkt auf der Projektionsebene, der auf der Urgeraden nicht vorkommt, da der ihn erzeugende Seh- oder Projektionsstrahl nun parallel ist zur Urgerade.

Alle Bildgeraden von zur Urgeraden parallelen Geraden schneiden sich in diesem Punkt. Solche Schnittpunkte von Bildern paralleler Geraden nennt man "Fluchtpunkte" (s. Abb. 4.3.2.4).

Um diese Fluchtpunkte näher zu untersuchen, betrachten wir eine Ebene (in den folgenden Bildern als "grüne Ebene" dargestellt), welche die Projektionsebene (die "blaue Ebene") schneidet und das Zentrum enthält. Der projizierte Würfel schwiebt in den nachstehenden Darstellungen mit seiner Grundfläche über der grünen Ebene.

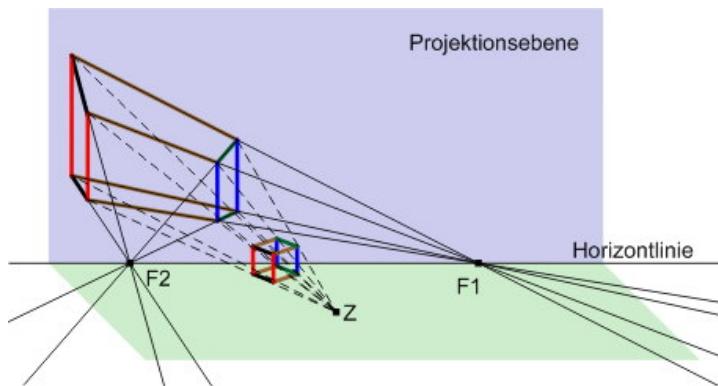


Abb. 4.3.2.4: Fluchtpunkte bei einer Zentralprojektion - parallele Geraden sind gleichfarbig markiert

Alle untereinander parallelen Geraden, die außerdem zur grünen Ebene parallel sind, werden so abgebildet, dass sich ihre Bildgeraden in einem nur von der Geradenrichtung abhängigen gemeinsamen Fluchtpunkt treffen, der auf der Schnittgeraden (der "Horizontlinie") aus der blauen und der grünen Ebene liegt. (In den obigen Abbildungen ist der häufig auftretende Fall dargestellt, dass die grüne und die blaue Ebene senkrecht aufeinander stehen. Für die hier diskutierten Fluchtpunkteigenschaften ist diese spezielle Lage aber irrelevant.) Ein Beispiel für das Vorkommen von Fluchtpunkten in einer "realen" Situation finden Sie in dem nächsten Bild:

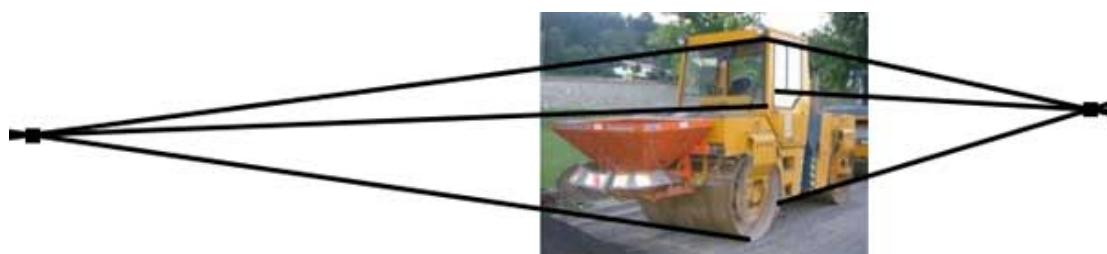


Abb. 4.3.2.5: Fluchtpunkte am Beispiel der Straßenwalze

Tüftelaufgabe:

Woran erkennt man, dass die Kamera bei der Aufnahme leicht schief gehalten wurde?

Die Lösung finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs

(2) Bedingung für Erhaltung der Parallelität: beide Geraden parallel zur Projektionsebene

Parallele Geraden werden nur dann wieder auf parallele Geraden abgebildet, wenn sie zur Projektionsebene parallel sind.

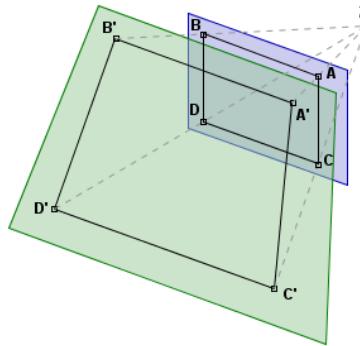


Abb. 4.3.2.6: Parallelität bei der Zentralprojektion

Angenommen, die untereinander parallelen Geraden AB und CD sind auch zu der Projektionsebene (grün) parallel. Dann sind auch A'B' und C'D' zueinander parallel. Da AC und BD nicht zur Projektionsebene parallel sind, schneiden sich ihre Bildgeraden A'C' und B'D'.

(3) Bedingung für Ähnlichkeit: Teilfigur parallel zur Projektionsebene

In Abb. 4.3.2.6 wird das Rechteck ABCD nicht wieder auf ein Rechteck abgebildet. Bei den Würfelprojektionen weiter oben sehen wir, dass die quadratischen Seitenflächen nur dann wieder auf (vergrößerte oder verkleinerte) Quadrate abgebildet werden, wenn sie parallel zur Projektionsebene liegen. Allgemein gilt: Urfigur und Bildfigur sind bei einer Zentralprojektion nur dann zueinander ähnlich, wenn die Urfigur in einer zu der Projektionsebene parallelen Ebene liegt.

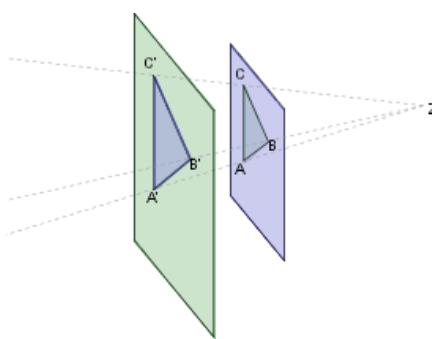


Abb. 4.3.2.7: Ähnlichkeit bei der Zentralprojektion

In diesem Bild liegt das Dreieck ABC in der blauen Ebene, welche parallel zur grünen Projektionsebene ist. Ur- und Bilddreieck A'B'C' sind folglich zueinander ähnlich (das heißt, sie haben paarweise gleich große Winkel, und das Verhältnis entsprechender Seiten zueinander ist konstant).

(4) Wachsen bzw. Schrumpfen des Bildes in Abhängigkeit des Abstandes zwischen Zentrum und Gegenstand:

Das Bild wächst in der Größe, wenn der Abstand zwischen Zentrum und Urbild kleiner wird.

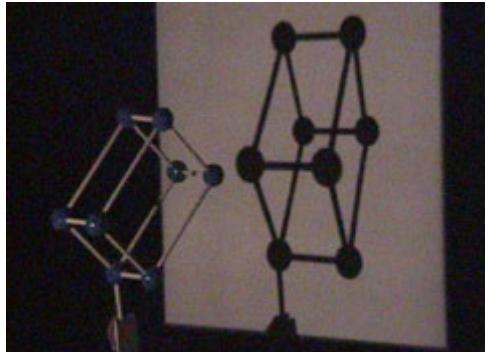


Abb. 4.3.2.8: Größenverhältnisse bei einer Zentralprojektion

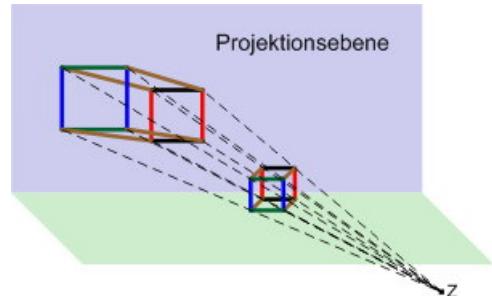


Abb. 4.3.2.9: Größenverhältnisse bei einer Zentralprojektion

Abbildungsvorschriften bei der Parallelprojektion

Im Gegensatz zur Zentralprojektion bieten die Abbildungen der Parallelprojektion neben der Anschaulichkeit auch die Möglichkeit, Maße aus der Zeichnung zu ermitteln. Im technischen Bereich dominieren daher Parallelperspektiven.

Die Parallelprojektion als Grenzfall der Zentralprojektion

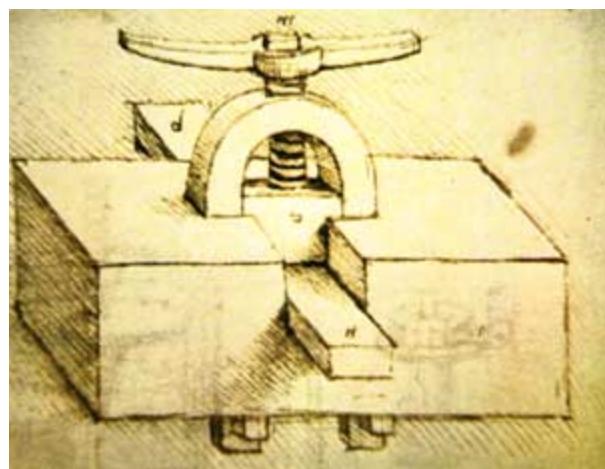


Abb. 4.4.1.1: Maschine - Leonardo da Vinci

Wenn sich das Zentrum bei einer Zentralprojektion immer weiter von dem darzustellenden Gegenstand weg bewegt, dann nimmt die Größe des Bildes ab, allerdings nur bis zu einer bestimmten Grenze, die nicht unterschritten wird. Im Urbild parallele Kanten (bzw. Geraden) werden auf Kanten (bzw. Geraden) abgebildet, die bei großer Entfernung des Zentrums vom Gegenstand beinahe parallel werden. Gleichzeitig laufen die abbildenden Strahlen bei sich entfernendem Zentrum immer weniger auseinander.

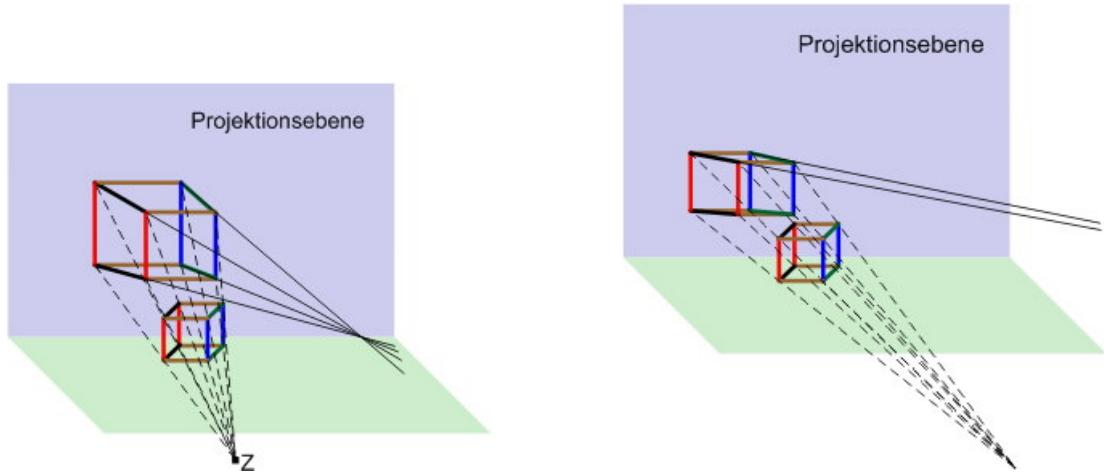


Abb. 4.4.1.2: Zentrum liegt nahe am darzustellenden Gegenstand

Abb. 4.4.1.3: Größere Distanz des Zentrums zum darzustellenden Gegenstand

Definition der Parallelprojektion

Vorgegeben sei eine feste Ebene (die Projektionsebene) und eine feste Gerade g (welche die Projektionsrichtung angibt), die nicht parallel zu der Projektionsebene ist. Unter der Parallelprojektion in Richtung der Geraden g auf die Projektionsebene versteht man eine Zeichenvorschrift, welche beliebigen Punkten P des Raumes einen Bildpunkt P' in der Ebene nach folgender Regel zuordnet:

- (a) Falls P außerhalb der Projektionsebene liegt, so ist die Gerade PP' parallel zu g
- (b) Falls P in der Projektionsebene liegt, so ist $P' = P$.

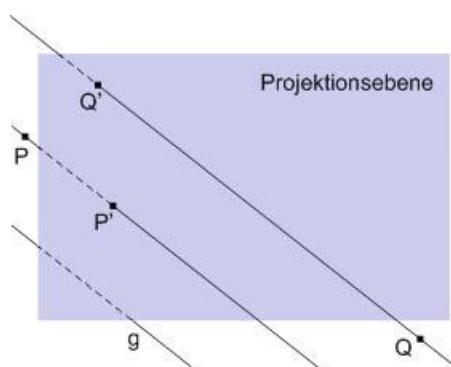


Abb. 4.4.2.1: Definition Parallelprojektion

In dem Spezialfall, dass die Projektionsrichtung senkrecht zur Projektionsebene ist, spricht man von einer "senkrechten" oder "normalen" Parallelprojektion, andernfalls von einer "schießen" Parallelprojektion.

Eigenschaften der Parallelprojektion

(1) Größe des Bildes unabhängig von dem Abstand zwischen Urbild und Projektionsebene

Im Gegensatz zur Zentralprojektion verändert sich das Bild nicht, wenn das Urbild relativ zur Projektionsebene verschoben wird.

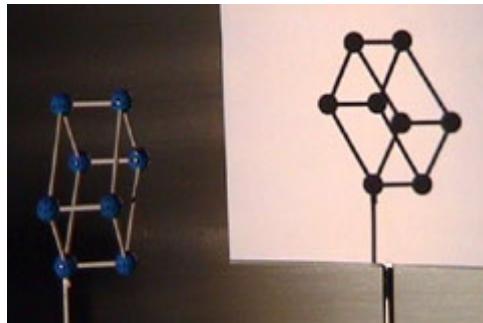


Abb. 4.4.3.1: Größenverhältnisse bei einer Parallelprojektion

(2) Parallelentreue in jeder Lage des Urbildes

Geraden, die im Urbild zueinander parallel sind, werden stets wieder auf parallele Geraden abgebildet.

Der Schattenwurf eines Quaders wird durch Parallelstrahlen erzeugt. Ungeachtet der sich verändernden Lage der Quaderkanten zur Bildebene bleibt die Parallelität erhalten.

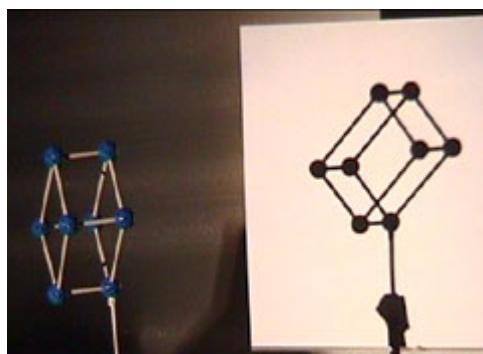


Abb. 4.4.3.2: Parallelität bei einer Parallelprojektion

(3) Kongruenz von Ur- und Bildstrecken bzw. Ur- und Bildwinkeln in spezieller Lage

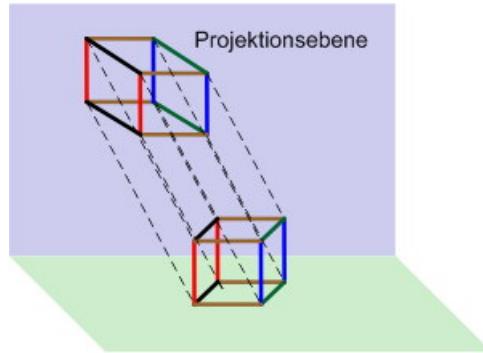


Abb. 4.4.3.3: Kongruenz von Strecken und Winkeln bei einer Parallelprojektion

Zur Projektionsebene parallele Strecken (und nur diese) werden auf kongruente Strecken abgebildet. Winkel werden genau dann auf kongruente Winkel abgebildet, wenn ihre beiden Schenkel zur Projektionsebene parallel sind.

Es folgt, dass eine spezielle Flächenform genau dann auf eine kongruente Flächenform bei Parallelprojektion abgebildet wird, wenn sie zur Projektionsebene parallel liegt.

Aufgabe

Ein Würfel, der durch eine schiefe Parallelprojektion abgebildet wird, steht auf einer zur Projektionsebene senkrechten Ebene (so wie in der obigen Abbildung) und wird gedreht. Wie viele Kanten des Würfels werden in welcher Lage des Urbildes auf ebenso lange Kanten abgebildet?

Die Lösung finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs

(4) Verhältnistreue

Teilt ein Punkt eine Strecke in einem bestimmten Verhältnis, so teilt bei Parallelprojektionen sein Bildpunkt die Bildstrecke im selben Verhältnis. Insbesondere werden Mittelpunkte wieder auf Mittelpunkte abgebildet.

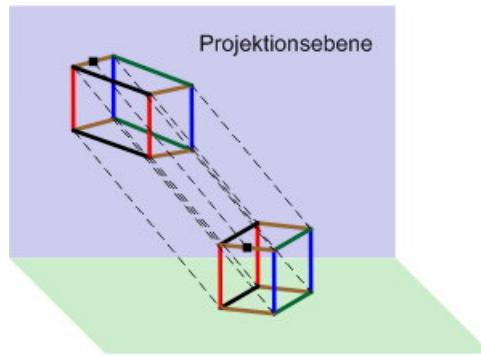


Abb. 4.4.3.4: Verhältnistreue bei der Parallelprojektion

Aufgaben

Test zur Gegenüberstellung Zentralprojektion-Parallelprojektion

Test zur Zentralprojektion

- 1.) Wann besitzen die Zentralperspektiven zweier paralleler Geraden keinen Fluchtpunkt?
- 2.) Eine 2 cm lange Strecke ist parallel zur Projektionsebene, von dieser 10 cm weit und vom Zentrum 5 cm weit entfernt. Wie lange ist die Bildstrecke? (2 Fälle!)
- 3.) Zwei Seitenflächen eines Würfels werden als Quadrate abgebildet. Was folgt daraus für die Lage des Würfels zur Projektionsebene? Sind beide Bildquadrate kongruent?
- 4.) Wie muss ein Quader zu der Projektionsebene liegen, damit die Kanten seiner Zentralperspektive genau zwei verschiedene Fluchtpunkte besitzen?

Test zur Parallelprojektion

- 1.) Wann werden Geraden nicht auf Geraden abgebildet?
- 2.) Ein Rechteck wird auf ein kongruentes Rechteck abgebildet. Was folgt daraus für die Lage des Rechtecks?
- 3.) Eine Strecke schließt mit der Projektionsebene den Winkel α ein und wird senkrecht auf die Ebene projiziert. Für welchen Wert des Winkels α ist die Bildstrecke halb so lang wie die Urstrecke?
 - (a) 30°
 - (b) 45°

(c) 60° ?

Die Lösungen zu den Aufgaben finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs:

Praxisbeispiel

Gegeben ist das Raumbild eines quaderförmigen Körpers, der mit einer Nut versehen ist. Die Maße des Körpers sind selbst zu wählen! Der Körper soll in Zentralperspektive und in Parallelperspektive dargestellt werden!

Gehen Sie dabei jeweils davon aus, dass die über der "Grundlinie" liegende Körperfrontfläche parallel zur Projektionsebene ist.

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich die Theorie zu den verschiedenen Projektionsarten erarbeiten.

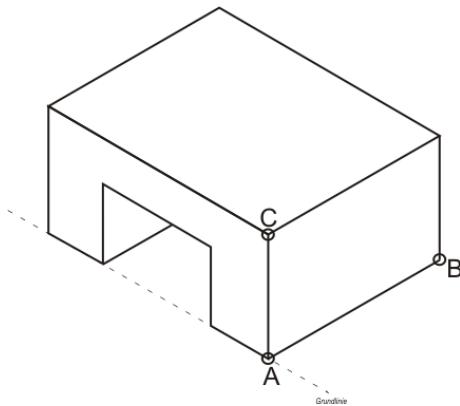
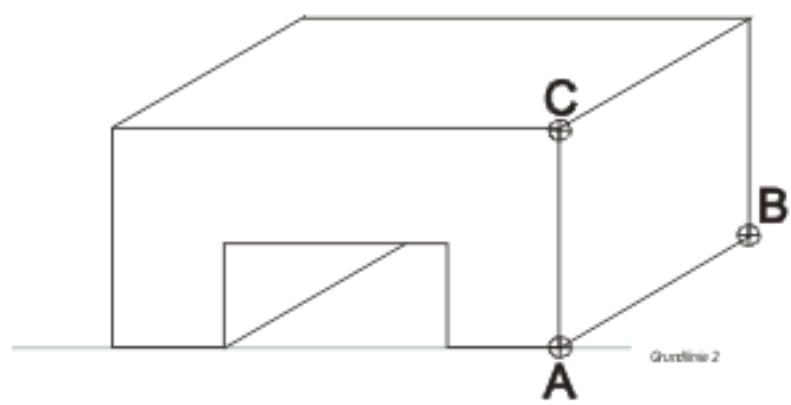
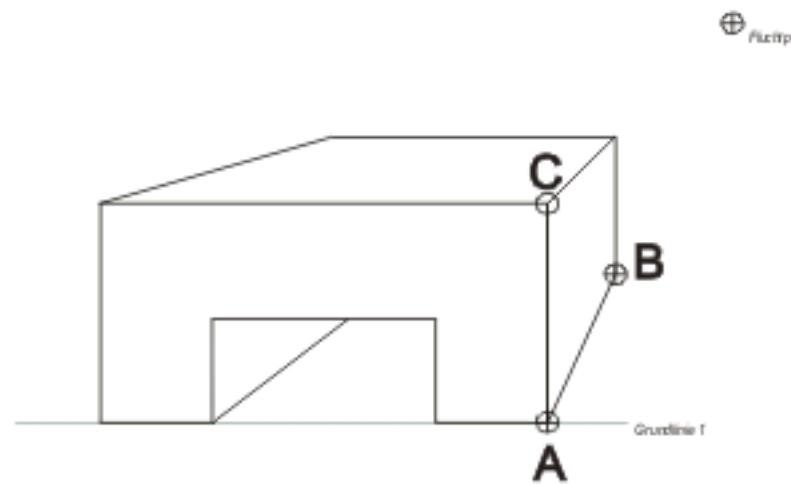


Abb. 4.6.1

Achten Sie beim Zeichnen darauf, die Körperkanten und die in der schrittweisen Lösung blau eingefärbten Hilfslinien zuerst dünn vorzuzeichnen. Erst wenn der jeweilige Körper vollständig erstellt ist, zeichnen Sie die Körperkanten noch einmal dick nach.

Zeichnen des Körpers in Zentral- und Parallelprojektion:



Zentralperspektive - Parallelperspektive	Datum:	Name:
Lerninheit 4	Maßstab:	

Abb. 4.6.2

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Wir befinden uns weiter in der Planungs- und Konzeptionsphase unserer Spielebox. Die Überlegungen müssen sich nach der Sammlung der Anforderungen und der Definition von Funktionen nunmehr abschließend der technischen Konstruktion des Produktes zuwenden. Dazu werden nun jeweils verschiedene Lösungen für die einzelnen Funktionen gesucht. Das setzt u.U. die Beschäftigung mit Fachliteratur voraus. Als Ergebnis dieser Phase können die unten aufgeführte Tabelle sowie bereits Skizzen mit Maßangaben entstehen.

Eine besondere Rolle spielt die Frage der Holzverbindungen bei der Verbindung der Seitenteile oder deren Verbindung mit dem Boden des Gehäuses. Die Festlegung auf eine konstruktive Lösung wird davon abhängen, inwiefern die Schüler bereits Kenntnisse über mögliche Holzverbindungen haben. Ist dies nicht gegeben, wird man hier eine Lerneinheit einstreuen müssen.

Der Kasten ist mit seinen Bestandteilen das zentrale Objekt dieses Projektes. Für die konstruktive Durchbildung sind verschiedenste Bedingungen zu erfüllen:

- Der Kasten muss drei Spielflächen bieten. Deshalb muss der Deckel wendbar sein.
- Die Konstruktion dieser Wendbarkeit hat in unserem Beispiel keine Verriegelung, z.B. für den Transport – eine alternative Lösung könnte jedoch beispielsweise durch eine umlaufende Nut realisiert werden, in die der Deckel eingeschoben wird.
- Der Korpus muss Griffmulden bieten, damit man den eingesetzten Deckel fürs Wendeln fassen kann.
- Es muss im Inneren des Kastens so viel Platz sein, dass alle Spielfiguren darin Platz finden.
- Die Einzelteile des Kastens müssen miteinander verbunden werden. Bei dem gezeigten Vorschlag treten die Möglichkeiten der Verzahnung über Nut und Feder, Nageln bzw. Schrauben und die Verleimung auf – andere Lösungen sind aber auch hier denkbar.

Ein wichtiger Arbeitsschritt ist die Festlegung der Kastenmaße. Die Art der Holzverbindung wie die spätere handwerkliche Ausarbeitung sind von der Holzstärke der Kastenwände abhängig. Während die Seitenmaße von der Größe der Spielfelder, der Materialdicke und der gewählten Eckverbindung abhängig sind, muss die Höhe über eine Raumberechnung durchgeführt werden. Dazu wird man die Grundmaße und Anzahl der Steine bzw. Spielfiguren ebenso berücksichtigen, wie die Maße für den Deckel oder den Boden. Die Grundmaße können über die Spielfelder, die Anzahl der Spielfiguren über die angebotenen Spiele ermittelt

werden. Falls eine Nut zur Einbringung von Boden und Deckel vorgesehen wird, ist auch diese bei den Maßen zu berücksichtigen. In unserem Beispiel ist bei der Kastenhöhe der Platzbedarf für die Auflageleisten für den Deckel zu beachten.

Nachfolgend ein Beispiel für eine Tabelle zur Fixierung konstruktiver Lösungen.

Funktionsanalyse Spielesammlung			
Nr.	Teil / Anforderung	Funktionen	Mögliche Lösungen
1	Kastenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Eckverbindung • Bodenverbindung • Kräfte aufnehmen • Auflager für Deckel • Zugriff auf Deckel ermöglichen • Schmutzabweisend sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Feste Verbindung mit Boden durch Befestigungsmittel (Leimen, nageln...) • Nageln; Leimen; Im Falz nageln/leimen; Auf Gehrung nageln /leimen; Stumpf dübeln/leimen; Zinken • Mindestwandstärke in Abhängigkeit von der Art der Eckverbindungen • Mit innen angeleimtem Auflager; oder Nut zum Einschieben • Eckige Aussparung; Bänder an Deckel zum Anheben • Wachsen; Ölen, Lackieren
2	Kastendeckel	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Kräfte aufnehmen • Bohrungen bzw. Aussparungen aufnehmen • Schmutzabweisend sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Lose Verbindung mit Wänden durch Auflager; Einschub durch Nut... • Mindestwandstärke in Abhängigkeit von der Art der Eckverbindungen • Wachsen; Ölen, Lackieren
3	Kastenboden	<ul style="list-style-type: none"> • Behältnis bilden • Kräfte aufnehmen • Bohrungen bzw. Aussparungen aufnehmen • Schmutzabweisend sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Feste Verbindung mit Wänden durch Befestigungsmittel (Leimen, nageln...) • Mindeststärke in Abhängigkeit von der Art der Eckverbindungen • Wachsen; Ölen, Lackieren
4	Spielsteine Raumpuzzle	<ul style="list-style-type: none"> • Sicheres Spiel ermöglichen • Schmutzabweisend sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht zu klein • Wachsen; Ölen, Lackieren
5	Spielsteine Brettspiele	<ul style="list-style-type: none"> • Sicheres Spiel ermöglichen • Schmutzabweisend sein 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht zu klein • Wachsen; Ölen, Lackieren
6	Kreisel	<ul style="list-style-type: none"> • Zufällige Auswahl ermöglichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstante Radien durch Zukaufteile

Dadurch, dass erst in dieser Einheit die Holzverbindungen festgelegt wurden, muss auch die Liste mit den Qualitäts- oder Kontrollmerkmalen, die evtl. für die spätere Überprüfung bzw. Bewertung des Werkstücks verwendet werden soll, angepasst werden.

Methodische Hinweise

Die Ergebnisse der konstruktiven Lösungen und Berechnungen sollen in einer räumlichen Darstellung fixiert werden. Methodisch sind hier vor allem drei Schritte zu vollziehen:

- Die Beschäftigung mit den konstruktiven Lösungen in Form eingestreuter Lerneinheiten und der Sammlung der Ergebnisse mittels einer Tabelle,
- die Berechnung der Kastenmaße sowie

- die Anfertigung einer räumlichen Zeichnung, die Aufschluss über die konstruktive Durchbildung der Seitenwände bzw. Eckverbindungen gibt.

Den ersten Schritt wird man sinnvollerweise am besten über die Analyse möglicher Lösungen mittels Literatur, Modellen oder realen Kästen durchführen. Dort wo Lösungsalternativen denkbar sind, ist die Festlegung auf eine Lösung erforderlich.

Die Berechnung der Kastenmaße kann nach Besprechung der relevanten Punkte als Gruppenarbeit durchgeführt werden. Dabei kann die Größe der Spielsteine bzw. des Raumpuzzles vorgegeben werden, um die Aufgaben zu vereinfachen. Die Anzahl der Spielsteine ist aus den Spielbeschreibungen zu erschließen. Zur Unterstützung der Ermittlung der Anzahl der Steine des Raumpuzzles kann die nachfolgend dargestellte Abbildung dienen.

Vorgegeben sind auch die Spielfeldgrößen.

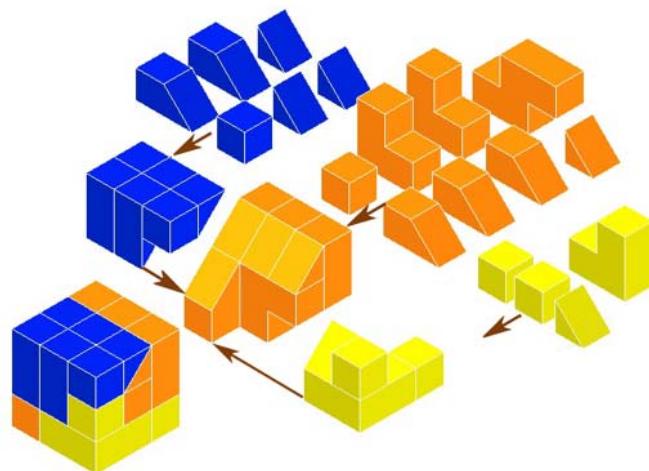


Abb. 4.7.1: Raumpuzzle – Übersicht

In der Gegenüberstellung der einzelnen Lösungen wird man sich auf eine Lösung einigen bzw. den unten in Draufsicht und Schnitt dargestellten Kompromissvorschlag präsentieren. Die Zeichnung muss – je nach Übung der Schüler im technischen Zeichnen natürlich erklärt werden.

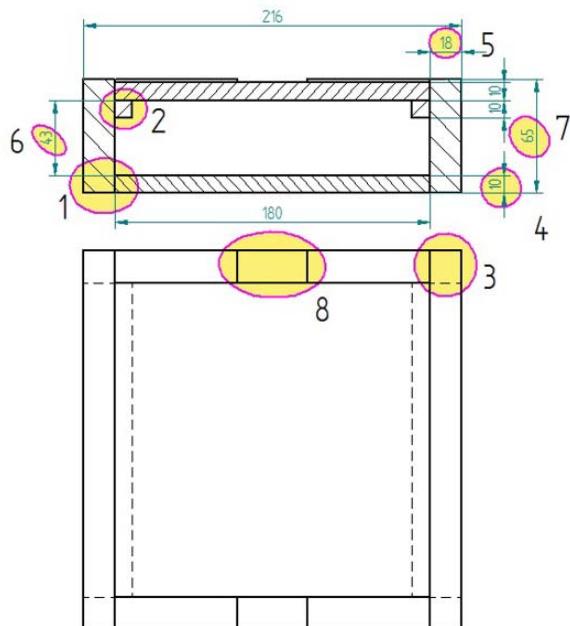


Abb. 4.7.2

1. Der Boden sitzt innerhalb der Seitenbretter, die Verbindung durch Leim muss durch Nägel oder Schrauben ergänzt werden.
2. Der Wendedeckel braucht Leisten, auf denen er liegen kann.
3. Die Seitenwände sind ineinander verzapft. Das kann man wegen des Schnittes in der obigen Ansicht nicht erkennen, damit befasst sich dann die Aufgabenstellung.
4. Materialstärke von Boden und Decke
5. Materialstärke der Seitenwände
6. Lichte Weite innen; Platz für zwei Schichten Spielsteine, die liegend 20 messen.
7. Gesamthöhe errechnet sich aus lichter Weite und Materialstärken Boden/Decke
8. Griffmulde von oben gesehen. Die Tiefe kann hier nicht gezeigt werden.

Für die Anfertigung der räumlichen Zeichnung sind Grundkenntnisse in Parallel- und Fluchtpunktperspektive erforderlich und könnten hier an einem einfachen Spielstein der Sammlung vorbereitet werden. Eingesetzt werden kann natürlich auch das Bildmaterial dieses Kurses.

Projektaufgabe

Bevor Sie sich an diese Aufgabenstellung machen, sollten Sie sich mit den theoretischen Grundlagen perspektivischer Darstellungen vertraut machen und auch die didaktisch-methodischen Hinweise zu unserem Projekt lesen.

- Aufgabe ist es hier, die Seitenbretter des Kastens so darzustellen, dass die Eckverbindung ersichtlich wird:
- Zeichnen Sie die Vorderansichten in halber Größe (Maßstab 1:2). Mehr zu Zeichnungsmaßstäben finden Sie im Theorieteil des Abschnitts 12.
- Stellen Sie die Seitenbretter so dar, dass man den Zusammenbau erkennt (sogenannte Explosionsdarstellung).
- Gleiche Teile brauchen Sie nur einmal zu zeichnen.
- Fertigen Sie zwei Zeichnungen und wählen Sie sowohl die Kabinettprojektion (als Parallelperspektive), als auch eine Fluchtpunktperspektive. Dabei soll der Horizont über dem Werkstück sein.
- Als Tiefenmaße verwenden Sie der Einfachheit halber ebenfalls die realen Maße in halber Größe.

Informationen zu den Projektionsarten gibt es im Theorieteil.

Die Maße sollten Sie hier aus folgenden Informationen erschließen:

- Bodenplatte und Deckplatte: 18 x18 cm; zwischen 6 und 10 mm stark
- Seitenwände: Holzstärke 18 mm
- Raumpuzzle: 18 Teile
- 18 Mühlesteine bzw. 40 für „Vier Gewinnt“

Schrittweise Lösungen zu dieser Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Kapitel 5: Parallelprojektionen

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Grundsätzliche Unterscheidungskriterien für die Arten von Parallelprojektionen
- Begriffe "senkrechte und schiefwinkelige Parallelprojektion"
- Definition und zeichnerische Bedeutung von "Normalrissen"
- Bedeutung eines Koordinatensystems zur Bestimmung der Lage eines Körpers
- Bedeutung axonometrischer Projektionsmethoden
- Begriff "Normalbild"
- Projektionsbedingungen isometrischer und dimetrischer Darstellungen
- Begriff "Schrägbild"
- Projektionsbedingungen der Kavalier-, Kabinetts- und Militärperspektive

Fähigkeiten:

- Auswahl und Begründung zweckmäßiger Darstellungsformen
- Richtige Einschätzung der Wirklichkeit von Abbildungen (Verkürzungen, Verzerrungen, Blickwinkel) aufgrund der Kenntnis der Projektionsmethode
- Erstellung einfacher Körperansichten in verschiedenen Parallelperspektiven

Fachliche Grundlagen

Einführung

Aufgabe

Ordnen Sie diese Aussagen richtig zu!

weicht von den Sehgewohnheiten oft ab

kommt den Sehgewohnheiten eher entgegen

keinesfalls längentreu, nur in bestimmten Lagen winkeltreu

Kongruenz in bestimmten Lagen, erhält auf jeden Fall die Teilverhältnisse

Zentralprojektion		Parallelprojektion	
Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil

Versuchen Sie, aufgrund Ihrer Kenntnisse aus der Lerneinheit 4 ("Projektionen") Vor- und Nachteile der Darstellung eines Gegenstandes durch Parallelprojektion gegenüber der Zentralprojektion aufzustellen!

Gerade bei kleineren Gegenständen ist der Unterschied zwischen den Ergebnissen der Projektionsarten, also dem Bild bei einer Parallelprojektion - genannt Parallelperspektive - und dem einer Zentralprojektion - genannt Zentralperspektive oder einfach nur Perspektive - nicht sehr groß, vorausgesetzt, man stellt sich einen Betrachter in etwas größerer Entfernung vor (s. 4.4.1).

Berücksichtigt man, dass die Parallelprojektion die Längenmaße (je nach Lage der projizierten Strecke) entweder maßtreu oder zumindest mit den richtigen Teilverhältnissen wiedergibt, so wird verständlich, dass man im technischen Zeichnen, wo es ja auf die Bemaßung besonders ankommt, die Parallelperspektive gegenüber einer Zentralperspektive bevorzugt.

Wir wollen uns daher näher mit den unterschiedlichen Arten der Parallelprojektion beschäftigen.

Verschiedene Parallelperspektiven

Wie die nachfolgende Übersicht zeigt, gibt es ganz unterschiedliche Möglichkeiten, einen Körper mittels Parallelperspektive darzustellen.

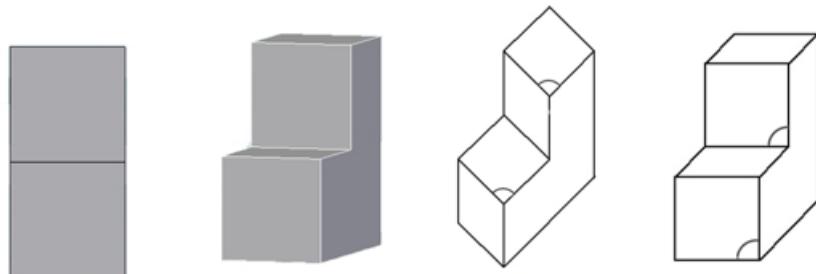


Abb. 5.2.1: Abbildung eines Körpers mit unterschiedlichen Parallelprojektionen

Das Bild bei einer Parallelprojektion, also die Parallelperspektive, hängt im Wesentlichen von zwei Gesichtspunkten ab:

1. Der Lage der Projektionsrichtung gegenüber der Projektionsebene
2. Der Lage des darzustellenden Gegenstandes gegenüber der Projektionsebene.

Bezüglich des ersten Gesichtspunktes unterscheidet man zwischen der senkrechten Parallelprojektion (auch Normalprojektion genannt) und der schiefwinkligen Parallelprojektion.

Bezüglich des zweiten Gesichtspunktes unterscheidet man zwischen solchen Fällen, in denen Begrenzungsflächen des Körpers parallel oder/und senkrecht zur Projektionsfläche liegen oder der Körper so gedreht wurde, dass keine seiner Begrenzungsflächen eine dieser Lagen zur Projektionsebene hat.

Durch Kombination der verschiedenen Möglichkeiten des ersten und des zweiten Gesichtspunktes erhält man verschiedene Projektionsmethoden zur Darstellung eines Gegenstandes.

Meist findet man die folgenden Kombinationen aus den Möglichkeiten des ersten und des zweiten Gesichtspunktes (die vorkommenden Spezialausdrücke werden in den folgenden Paragraphen näher erläutert):

Projektionsrichtung, Projektionsart	Lage von Grund- bzw. Seitenflächen des Körpers zur Projektionsebene	Name des Bildes
senkrecht zur Projektionsebene, Normalprojektion (auch: senkrechte Parallelprojektion)	senkrecht oder parallel	Normalriss (meist in Mehrtafelbildern)
senkrecht zur Projektionsebene, Normalprojektion	allgemein (weder parallel noch senkrecht)	Normalbild, Spezialfälle sind isometrische und dimetrische Perspektive
schiefwinklige Parallelprojektion	Grundfläche senkrecht	Schrägbild, Spezialfälle sind Kabinettsperspektive und Kavalierperspektive
schiefwinklige Parallelprojektion	Grundfläche parallel	Militärperspektive

Die Lage von Grund- und Seitenflächen werden wir durch Wahl eines speziellen Koordinatensystems präzisieren.

Normalrisse

Eine ganz wesentliche Rolle für darstellende Geometrie bzw. technisches Zeichnen spielen Normalrisse (oder auch nur kurz "Risse"). Darunter versteht man die Ergebnisse von senkrechten Parallelprojektionen eines Körpers auf solche Projektionsebenen, welche parallel oder senkrecht zu wichtigen Begrenzungsflächen des Körpers liegen. Welche der Begrenzungsflächen als besonders "wichtig" anzusehen sind, richtet sich nach der Verwendung der entsprechenden Zeichnung (beispielsweise für Darstellungen der technischen Bedeutung des Körpers oder für Herstellungsprozesse). In aller Regel wird man aber den Grundriss eines Körpers als besonders bedeutsam ansehen. Unter dem Grundriss versteht man das Ergebnis einer senkrechten Parallelprojektion auf eine Ebene, die Grundrissebene, welche parallel zur Grundfläche des Körpers verläuft. Die Grundfläche ist dabei diejenige Fläche, auf der der Körper im üblichen Gebrauchszustand ruht. Im Falle technisch verwendeter Körper ist es im Gegensatz zu "abstrakt" betrachteten geometrischen Körpern im Allgemeinen kein Problem, die Grundfläche eindeutig festzulegen. Wenn es um eine völlig maßgenaue Darstellung des Körpers geht, verwendet man zusätzlich zum Grundriss noch weitere Normalrisse auf Projektionsebenen, die senkrecht zur Grundrissebene stehen. Welche speziellen Ebenen dabei ausgewählt werden, hängt von der Lage wichtiger Seitenflächen des Körpers und/oder der speziellen Wahl einer Blickrichtung ab (Genaueres in Kapitel 6).

Im folgenden Bild sind 3 verschiedene Normalrisse einer Pyramide angedeutet. Die Grundrissebene der Pyramide steht senkrecht auf der Aufrissebene (deren Flächennormale durch die Blickrichtung gegeben ist) und Seitenrissebene (in unserem Fall rechts von der Blickrichtung). Durch senkrechte Projektion werden die verschiedenen Normalrisse, in unserem Fall der Grundriss, der Aufriss und ein Seitenriss gebildet.

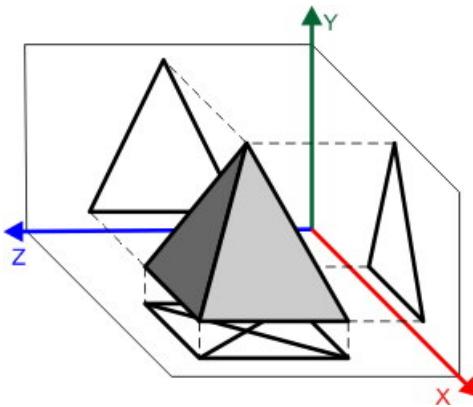


Abb. 5.3.1: Exemplarische Gewinnung von Grundriss, Aufriss und Seitenriss

Daraus resultiert die folgende Darstellung in einem sogenannten "Dreitafelbild":

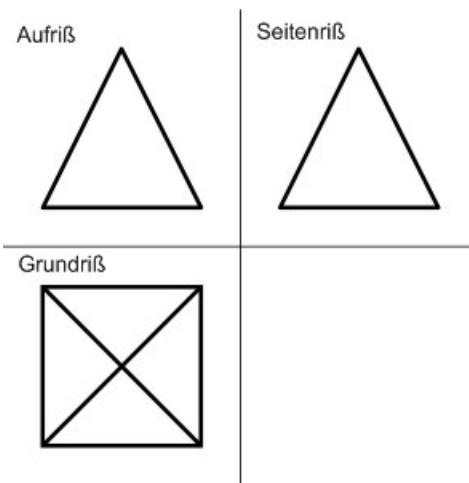


Abb. 5.3.2: Dreitafelbild einer geraden quadratischen Pyramide

Genaues zu Mehrtafelbildern können Sie Kapitel 7 entnehmen.

Hinweis: Im Gegensatz zu den Gewohnheiten beim technischen Zeichnen wird in der Darstellenden Geometrie der Seitenriss meist links bezüglich der Blickrichtung angeordnet. Da dieser Kurs jedoch in erster Linie das technische Zeichnen betont, richten wir uns hier nach den Gewohnheiten dieser Disziplin.

Koordinatensysteme, Axonometrie

Koordinatensystem (Koordinatenkreuz)

Um die Lage eines Körpers im Raum genauer angeben zu können, bezieht man sich oft auf ein rechtwinkliges x-y-z-Koordinatensystem mit derselben Längeneinheit auf jeder Achse (ein sogenanntes "Kartesisches Koordinatensystem"), das mit dem Körper in geeigneter Weise verbunden ist (bzw. in das der Körper in geeigneter Weise eingebaut ist). Die z-Achse muss stets mit den x-y-Achsen durch eine Rechtsschraube verbunden sein. Das heißt: Wenn man versuchen würde, mit einem rechtsdrehenden Korkenzieher (also einem, wie er in Mitteleuropa verwendet wird) die x-Achse auf die y-Achse zu drehen (die Drehrichtung ist in den nachstehenden Abb. angedeutet), so würde man in Richtung der z-Achse vordringen.

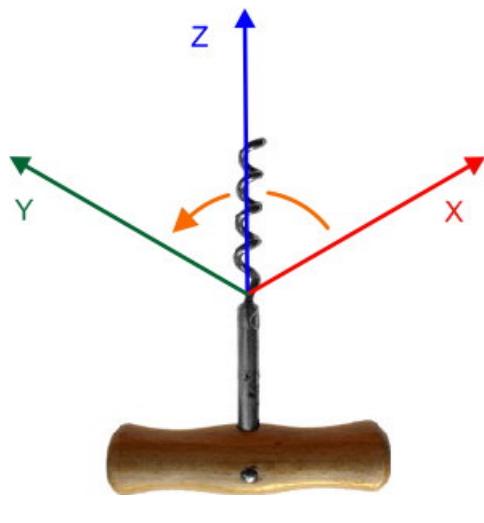


Abb. 5.4.1.1: Rechtsdrehende Koordinatensysteme

Foto Korkenzieher: KMJ

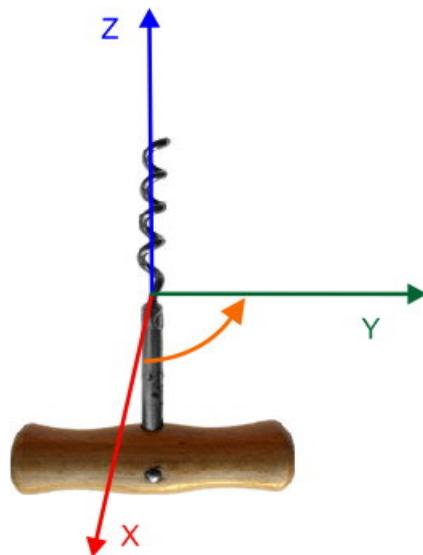


Abb. 5.4.1.2: Rechtsdrehende Koordinatensysteme

Foto Korkenzieher: KMJ

Was das Umgehen mit Koordinaten betrifft, verlassen wir uns darauf, dass sich der Leser noch ein bisschen an seinen Mathematikunterricht erinnern kann.

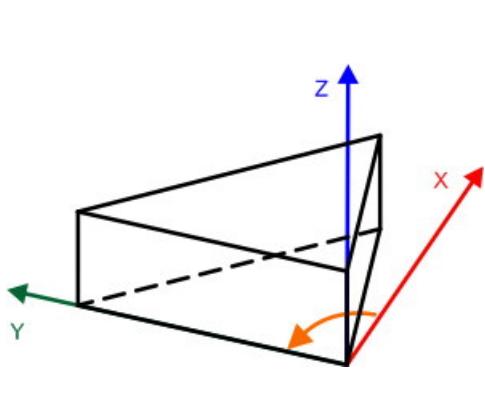


Abb. 5.4.1.3: Dreiecksprisma mit Koordinatensystem

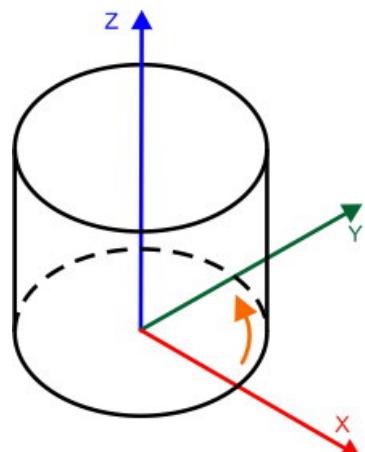


Abb. 5.4.1.4: Zylinder mit Koordinatensystem

Die spezielle Wahl der wechselseitigen Lage von Körper und Koordinatensystem ist im Allgemeinfall einer gewissen Willkür überlassen. In der Regel wird man bei Polyedern (also Körpern, die ausschließlich von Ebenenstücken begrenzt sind) darauf achten, dass wichtige Umrisskanten des Körpers mit Koordinatenachsen zusammenfallen (bei dem obigen Dreiecksprisma sind es zwei) oder dazu parallel sind, und dass die Grundfläche des Körpers in der x-y-Ebene liegt oder zu dieser parallel ist. Bei Drehkörpern wird man die z-Achse in der Regel mit der Drehachse zusammenfallen lassen (siehe den obigen Zylinder). Ausnahmen von der Regel finden etwa dann statt, wenn man Bewegungen des Körpers bildlich darstellen will.

Wie nun Koordinatensysteme zur Darstellung von Körpern eingesetzt werden, erfahren Sie im nächsten Paragraphen.

Axonometrie

Allgemein versteht man unter einer Axonometrie eine Projektionsmethode, bei der sich die Punkte eines durch Parallelprojektion abzubildenden Körpers auf ein Koordinatensystem beziehen, das zur Projektionsebene eine bestimmte Lage hat.

Kennt man das der gewählten Axonometrie entsprechende Bild des Kartesischen Achsenkreuzes samt den zugehörigen (verzerrten) Koordinateneinheiten u' , v' , w' , so lässt sich aus der Kenntnis der Koordinaten eines Ursprungspunktes P aufgrund der Verhältnis- und Parallelentreue der Parallelprojektion sofort der zugehörige Bildpunkt P' konstruieren:

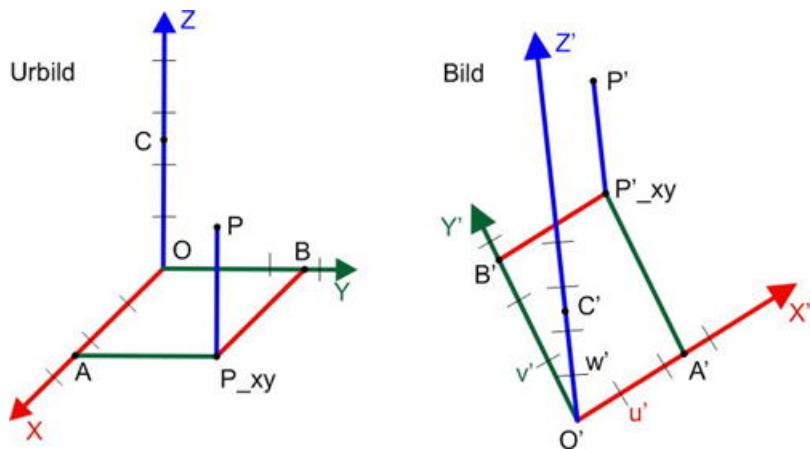


Abb. 5.4.2.1: Beispiel einer Axonometrie

Angenommen, der Ursprung $P(a|b|c)$ hat die x -Koordinate a , die y -Koordinate b , die z -Koordinate c . Die Bildpunkte A' , B' , C' der Koordinatenpunkte A , B , C erhält man dann aufgrund der Verhältnistreue der Parallelprojektion durch Abtragen der Streckenlängen au' , bv' , cw' auf der x' , y' , z' -Achse von O' aus. Wegen der Parallelentreue ergibt sich der Bildpunkt P'_xy von P_{xy} durch Zeichnen der Parallelen zu den Koordinatenachsen x' bzw. y' durch B' bzw. A' . Von P'_xy ist dann noch parallel zur z' -Achse eine Strecke der Länge $|O'C'|$ abzutragen, damit erhält man den Bildpunkt P' von P .

Die Koordinaten eines Punktes erhält man in der Praxis oft aus zwei von seinen insgesamt 3 Normalrissen auf den Koordinatenebenen. Den Normalriss P_{xy} auf der x - y -Ebene nennt man dabei Grundriss, den Normalriss P_{xz} den Aufriss, und den Normalriss P_{yz} den Seitenriss des Punktes P . Entsprechendes gilt nicht nur für Einzelpunkte, sondern auch für ganze Figuren.

Hinweis: In der Darstellenden Geometrie wird im Gegensatz zu den Gewohnheiten des Technischen Zeichnens der Normalriss P_{yz} auf der y - z -Ebene als Aufriss und der Normalriss P_{xz} auf der x - z -Ebene als Kreuzriss (auch: Seitenriss) bezeichnet. Wir richten uns in diesem Kurs nach den Begriffen des Technischen Zeichnens.

Musteraufgabe

Von einem Haus sind Grund-, Auf- und Seitenriss gegeben:

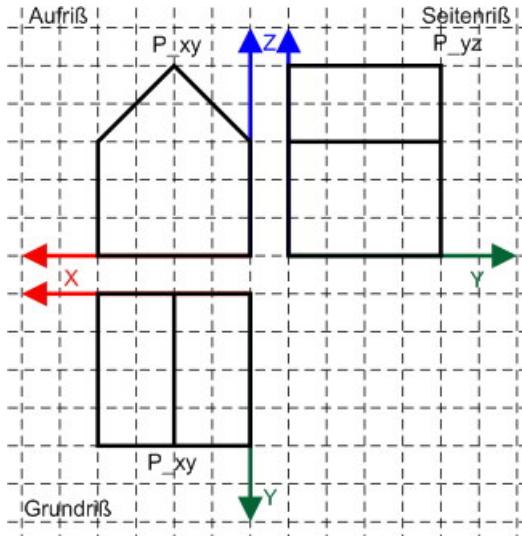


Abb. 5.4.2.2: Grund-, Auf- und Seitenriss eines Hauses

Es wird nun in willkürlicher Weise ein $x'-y'-z'$ -System vorgegeben mit $u' = 0,5$, $v' = 1$ und $w' = 3/4$. Zwischen der x' - und y' -Achse soll ein Winkel von 145° und zwischen der y' - und der z' -Achse ein Winkel von 75° sein. Die z' -Achse soll -- wie meistens üblich -- vertikal nach oben auf dem Zeichenblatt angeordnet sein. Zeichnen Sie die zugehörige axonometrische Darstellung des Hauses!

Bei der Lösung ist insbesondere darauf zu achten, dass Strecken, die parallel zur x -Achse verlaufen, im Bild mit der halben Urlänge ($u' = 0.5!$), Strecken, die parallel zur y -Achse verlaufen, im Bild mit der Urlänge ($v' = 1!$), und Strecken, die parallel zur z -Achse verlaufen, im Bild mit der dreiviertelten Urlänge ($w' = 3/4!$) erscheinen.

Das so gewonnene Haus schaut wirkt reichlich „schieß“. Zwar garantiert uns ein Satz von Karl Pohlke (1810-1876) aus dem Jahre 1853, dass es zu beliebig liegenden, in einer gemeinsamen Ebene befindlichen Koordinatenachsen x' , y' , z' samt beliebigen Achsenheiten u' , v' , w' ein Kartesisches x - y - z -Koordinatensystem im Raum außerhalb der Ebene gibt, welches über eine Parallelprojektion in das x' - y' - z' -System abgebildet wird, jedoch liefert offenbar nicht jede beliebige Parallelprojektion ein "anschauliches" Bild, da der Betrachter im allgemeinen gar nicht die Blickrichtung einnehmen kann, die den Projektionsstrahlen entspricht.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Wie man nun anschaulichere Darstellungen erhält, zeigen die folgenden Abschnitte.

Normalbilder

Ein gegenüber der Situation von Normalrissen verschiedener Sachverhalt ergibt sich dann, wenn ein Gegenstand (in folgendem Beispielfall ein Würfel) so vor eine Projektionsebene gebracht wird, dass keine seiner Seitenflächen parallel oder senkrecht zu dieser Projektionsebene verläuft. Das Ergebnis der senkrechten Projektion nennt man dann Normalbild des Würfels. Zur besseren Orientierung ist in der nachstehenden Zeichnung auch eine Ebene (grün) eingezeichnet, welche zur Projektionsebene (blau) senkrecht steht sowie eine darin liegende Senkrechte (rot) zur Projektionsebene.

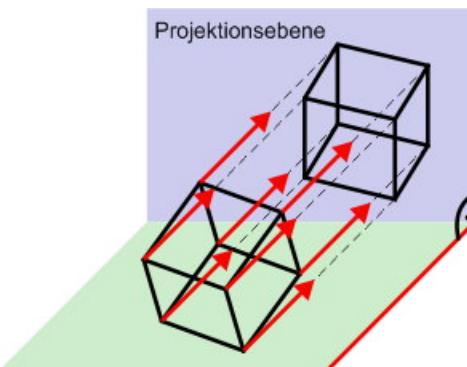


Abb. 5.5.1: Normalbild eines Würfels

Aufgabe

Normalbilder gelten als besonders "natürlich". Überlegen Sie sich, wodurch diese Einschätzung begründet werden kann!

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Normalbilder haben allerdings auch einen Nachteil: Keine der signifikanten Begrenzungsflächen eines Körpers wird im Normalbild längen- bzw. winkeltreu wiedergegeben, da diese Begrenzungsflächen ja nicht parallel zur Bildebene liegen sollen. Man wird daher nach solchen Situationen für die Erzeugung von Normalbildern suchen, in denen dieser Nachteil möglichst wenig wirksam wird. Tatsächlich haben sich isometrische und dimetrische Normalbilder als besonders günstig herausgestellt - gerade im Technischen Zeichnen.

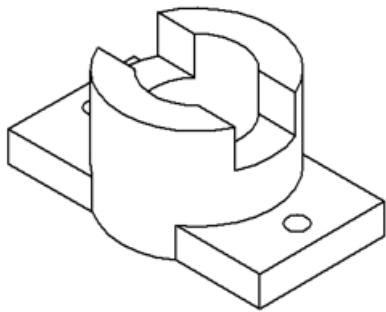


Abb. 5.5.2: Isometrische Darstellung eines Werkstücks

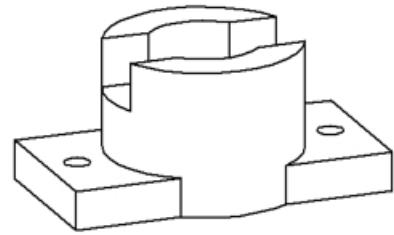


Abb. 5.5.3: Dimetrische Darstellung eines Werkstücks

Isometrische und dimetrische Darstellung

Zusammen mit der senkrechten Parallelprojektion eines Körpers kann man sich auch das zugehörige Koordinatensystem abgebildet vorstellen. Die drei Achsen werden dabei in eine gemeinsame Ebene hineinprojiziert, die Koordinateneinheiten werden dabei im Allgemeinen gegenüber den ursprünglichen Einheiten verzerrt. Betrachten wir hierzu den einfachsten Fall, der überhaupt möglich ist, zugleich aber den vollen Sachverhalt wiederspiegelt: die Normalprojektion eines Würfels mit der Kantenlänge 1 (cm), bei dem das Koordinatensystem drei Kanten überdeckt.

In der nachfolgenden Abbildung können Sie feststellen, wie die für alle Achsen gleichen Koordinateneinheiten $u=v=w=1$ (in dem betrachteten Falle gleichbedeutend der Kantenlänge des Würfels) auf im Allgemeinen für die drei Bildachsen unterschiedliche Koordinateneinheiten u',v',w' abgebildet werden, wenn das Koordinatensystem (bzw. der Würfel) aus seiner ursprünglichen Lage (x-Achse samt zugehöriger Koordinateneinheit u senkrecht zur Projektionsebene) gedreht bzw. gekippt wird.

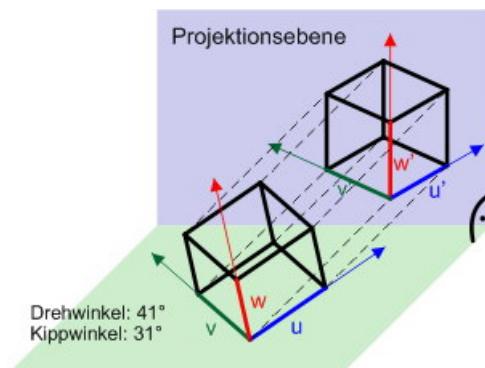


Abb. 5.5.1.1: Verzerrung der Koordinateneinheiten bei einer beliebigen Normalprojektion

Nur in Spezialfällen kann man erreichen, dass zwei oder gar alle drei der Bildeinheiten u' , v' , w' gleich sind. Im Fall, in dem bei einer Normalprojektion gilt, dass

- $u' = v' = w'$, spricht man bei der Projektionsmethode von einer isometrischen Projektion (oder kurz von einer Isometrie) und beim Bild von einer isometrischen Perspektive
- $v' = w'$ und $u' = 1/2 v'$, spricht man bei der Projektionsmethode von einer dimetrischen Projektion (oder kurz von einer Dimetrie), oft auch von einer Ingenieursaxonometrie und beim Bild von einer dimetrischen Perspektive oder auch einer Ingenieursperspektive.

Isometrische Darstellung

Die der isometrischen Projektion zugrundeliegende Situation ist in der folgenden Graphik dargestellt:

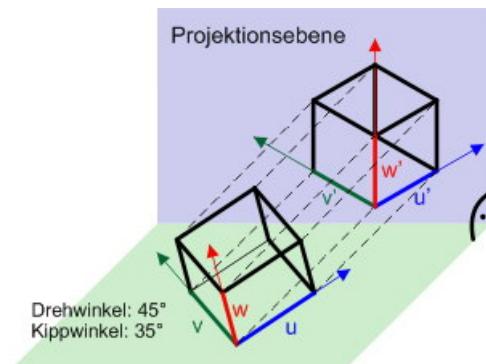


Abb. 5.5.1.1.1: Isometrische Projektion

Bei der Isometrie ist $u' = v' = w' \approx 0.82$. Das räumliche Koordinatensystem ist um genau 45° gedreht und um ca. 35° gekippt. Beim zugehörigen Bildsystem schließen die x' - und die y' -Achse mit der Horizontalen jeweils einen Winkel von 30° ein.

Dreh- bzw. Kippvorgang am Beispiel des Schattenwurfs eines Würfels:

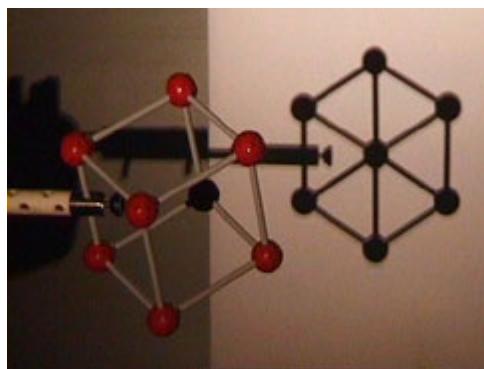


Abb. 5.5.1.1.2: Isometrische Darstellung eines Würfels mit Hilfe eines geeigneten Schattenwurfs

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstabslichkeit ankommt, kann die für alle Achsen gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden.

Üblicherweise werden in der isometrischen Darstellung die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x, y, z bezeichnet.

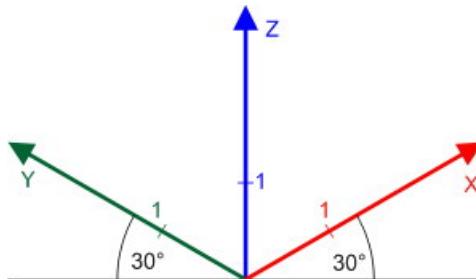


Abb. 5.5.1.1.3: Darstellung des Achsenkreuzes bei einer isometrischen Projektion

Dimetrische Darstellung

Die dimetrische Darstellung entspricht der folgenden Situation:

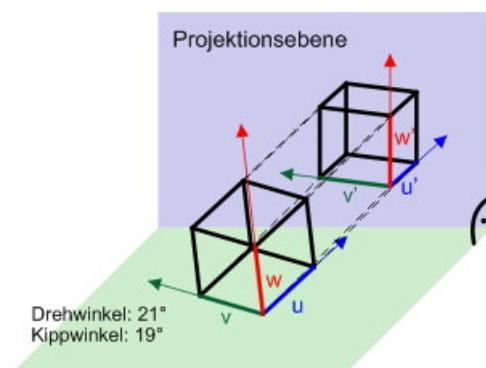


Abb. 5.5.1.2.1: Dimetrische Projektion

Bei der Dimetrie ist $v' = w' \approx 0.94$ und $u' = 0.5v' \approx 0.47$. Das räumliche Koordinatensystem ist um ca. 21° gedreht und um ca. 19° gekippt. Beim zugehörigen Bildsystem schließt die x' -Achse mit der Horizontalen einen Winkel von ca. 42° und die y' -Achse mit der Horizontalen einen Winkel von ca. 7° ein.

Dreh- bzw. Kippvorgang am Beispiel des Schattenwurfs eines Würfels:

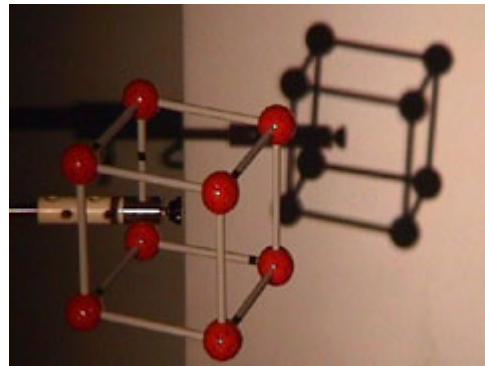


Abb. 5.5.1.2.2: Dimetrische Darstellung eines Würfels mit Hilfe eines geeigneten Schattenwurfs

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstäblichkeit ankommt, kann die für die y- und z-Achse gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden, die Einheit auf der x-Achse ist dann halb so groß.

Üblicherweise werden in der dimetrischen Darstellung die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x, y, z bezeichnet.

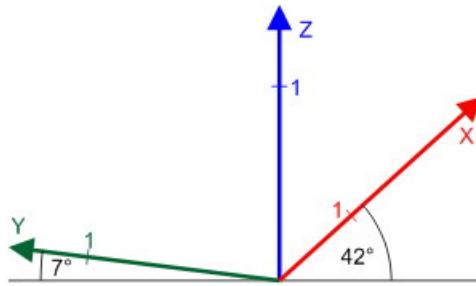


Abb. 5.5.1.2.3: Darstellung des Achsenkreuzes bei einer dimetrischen Projektion

Musteraufgabe

Von einem Haus sind Grund-, Auf- und Seitenriss gegeben:

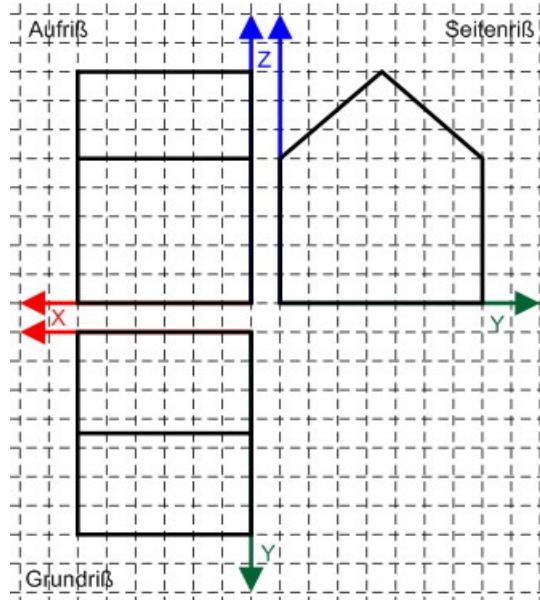


Abb. 5.5.1.2.4: Grund-, Auf- und Seitenriss eines Hauses

Eine isometrische und eine dimetrische Darstellung des Hauses ist den beiden folgenden Abbildungen zu entnehmen:

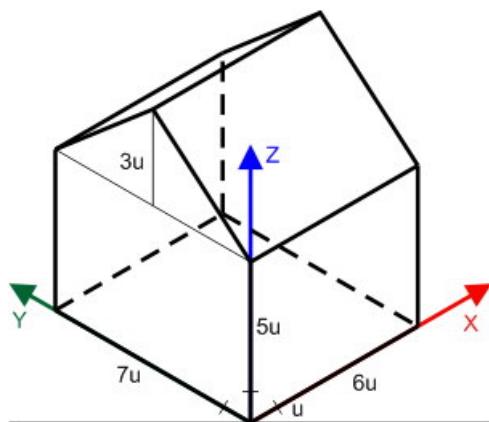


Abb. 5.5.1.2.5: Isometrische Darstellung

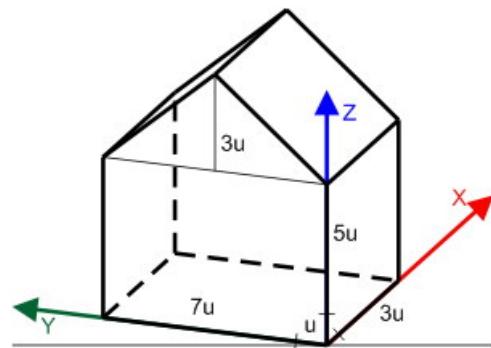


Abb. 5.5.1.2.6: Dimetrische Darstellung

Beachten Sie:

Bei der isometrischen Darstellung (Abb. 5.5.1.2.5) sind die wichtigsten Längen für die Konstruktion als Vielfache der gemeinsamen Einheit u angegeben.

Bei der dimetrischen Darstellung (Abb. 5.5.1.2.6) sind die wichtigsten Längen für die Konstruktion als Vielfache der Einheit u der y/z -Achse angegeben. Da die Einheit auf der x -Achse der Hälfte von u entspricht, hat die entsprechende Länge den Betrag $3u$.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Schiefwinklige Parallelprojektion, Schrägbilder

Eine Parallelprojektion, bei der die Projektionslinien nicht senkrecht auf der Projektionsebene stehen, heißt schiefwinklige oder auch nur schiefe Parallelprojektion. Das Bild bei einer solchen Projektion heißt Schrägbild oder Schrägriss. In der Praxis des technischen Zeichnens werden in aller Regel für Schrägbilder nur solche Konstruktionen verwendet, die davon ausgehen, dass die Grundfläche des darzustellenden Körpers senkrecht oder parallel zur Projektionsebene liegt.

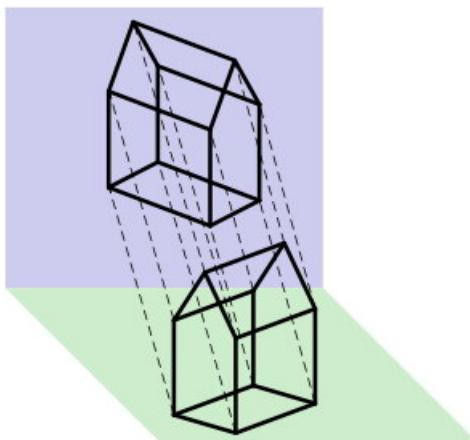


Abb. 5.6.1: Parallelprojektion eines Hauses, dessen Grundfläche senkrecht zu der Projektionsebene (blau) verläuft

Kavalierprojektion, Kavalierperspektive

Für den Fall, dass die Grundfläche des Körpers senkrecht zur Projektionsebene liegt, wird man danach streben, dass zumindest einige Seitenflächen des Körpers parallel zur Projektionsfläche verlaufen. Diese Seitenflächen werden dann völlig unverzerrt dargestellt. Im Falle der Darstellung eines Quaders durch schiefwinklige Parallelprojektion bedeutet dies, dass von den drei verschiedenen Kantenlängen nur eine maßstäblich verzerrt im Schrägbild erscheint. Führt man ein Kartesisches Koordinatensystem ein, bei dem die y -Achse und die z -Achse parallel zur Projektionsebene verlaufen, so wird lediglich die x -Achse bei dieser Parallelprojektion verzerrt.

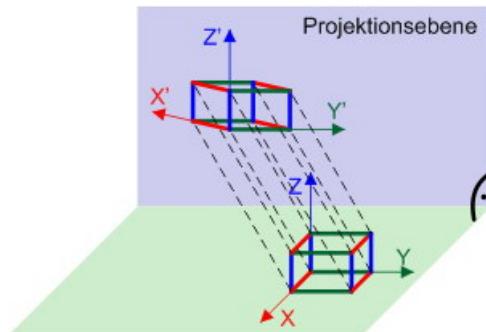


Abb. 5.6.1.1: Kavalierprojektion

Allgemein bezeichnet man solche Axonometrien, bei denen die y- und die z-Achse parallel zur Projektionsebene verlaufen, als frontale Axonometrien bzw. Kavalierprojektionen, ihre Bilder als Kavalierperspektiven.

Bemerkung: Das Wort "Kavalierperspektive" kommt ursprünglich von dem "Cavalier" (oder im Deutschen auch "Katze") genannten Bauwerk innerhalb einer Festungsanlage. Der "Cavalier" war eine Art Turm, von dem aus man weiter entfernte, relativ hoch gelegene Orte beschießen konnte. Ursprünglich diente das Wort "Cavalierperspektive" zur Kennzeichnung aller (!) Ansichten, welche durch (schiefe) Parallelprojektion erzielt werden konnten. Die Kavalierperspektive entwickelt sich ab dem 14. Jahrhundert, um einen schnellen Überblick über zentrale Elemente eines Bauwerkes zu bekommen. Im 16. Jahrhundert wurde die "Kavalierperspektive" sogar zum Standard bei technischen Zeichnungen. Der Vorteil daran ist die Darstellungsweise, die einen räumlichen Eindruck eines Gegenstandes vermittelt, dabei aber auf perspektivische Verkürzungen verzichtet, so dass die geometrischen Formen des Körpers erkennbar bleiben. "Dies war gerade bei der Darstellung von Festungsanlagen oder Maschinen von Bedeutung - dort also, wo es nicht um die Schaffung einer perfekten Illusion, sondern um die Kommunikation bestimmter Konstruktionsformen ging. Auf Skizzen, die für den Eigengebrauch oder für die Betrachtung unter Kollegen bestimmt waren, ist demgegenüber eine weit größere Vielfalt von Techniken wie Quer- und Längsschnitte, Detailzeichnung und Weiteres mehr zu erkennen." (Popplow 2006, S. 111)

In der folgenden Abbildung können Sie Versuchsaufbau und Ergebnis eines durch Parallelstrahlen erzeugten Schattenbilds sehen, welches einer Kavalierprojektion entspricht.

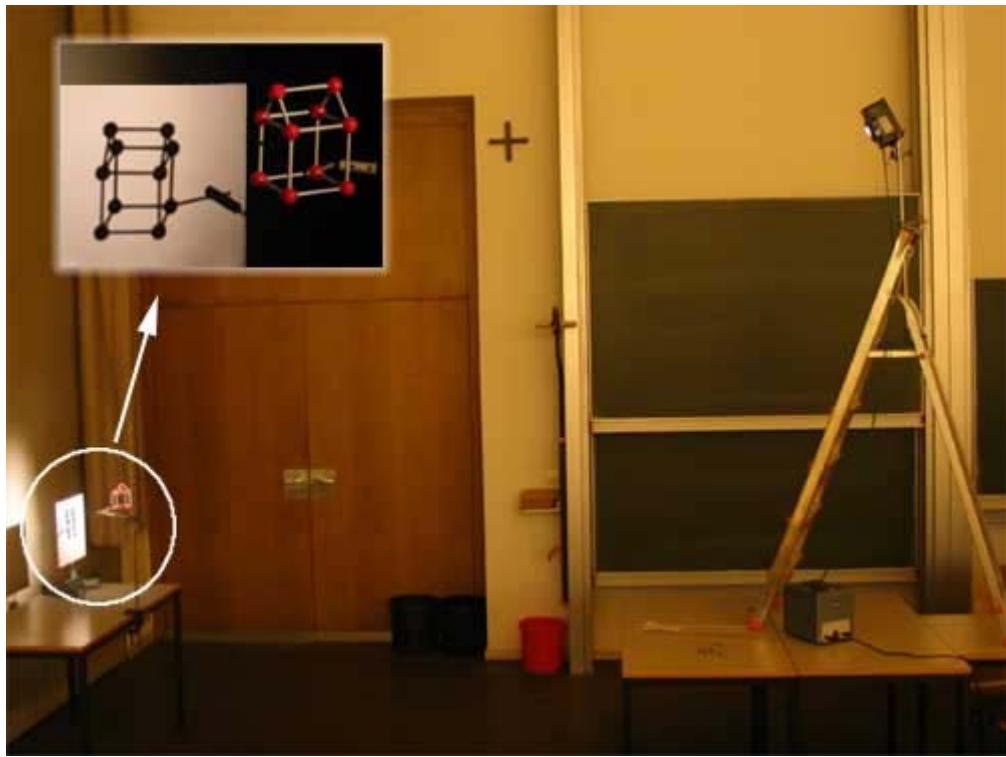


Abb. 5.6.1.2: Versuchsaufbau und Ergebnis eines durch Parallelstrahlen erzeugten Schattenbilds, welches einer Kavalierprojektion entspricht

Aufgabe

In den folgenden beiden Photographien sehen Sie typische Schattenwürfe, die einer Kavalierperspektive entsprechen. Wodurch unterscheiden sich die beiden Abbildungen? Durch welche veränderten Lagebeziehungen von Lichtquelle, Gegenstand und Projektionsebene könnten diese Unterschiede bedingt sein?

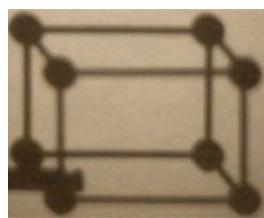


Abb. 5.6.1.3: Kavalierperspektive eines Hauses

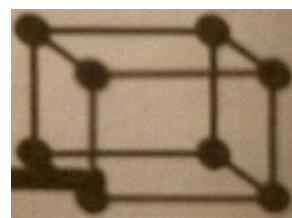


Abb. 5.6.1.4: Kavalierperspektive eines Hauses

Fassen Sie die beiden Dachformen als Körper auf. Aus welchen Körpern sind die Dachformen jeweils zusammengesetzt? (Möglichst präzise Benennung!)

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Je nachdem, ob die Projektionsstrahlen die x-y-Ebene von unten (wie in Abb. 5.6.1.1) oder von oben durchdringen (wie in Abb. 5.6.1.2), bleibt bei der Projektion die Orientierung des x-y-z-Systems erhalten oder sie wird verändert (d.h. in z'-Richtung muss jetzt die x'-Achse auf die y'-Achse im Sinne einer Linksschraube über den kleineren der beiden Winkel zwischen x'- und y'-Achse gedreht werden).

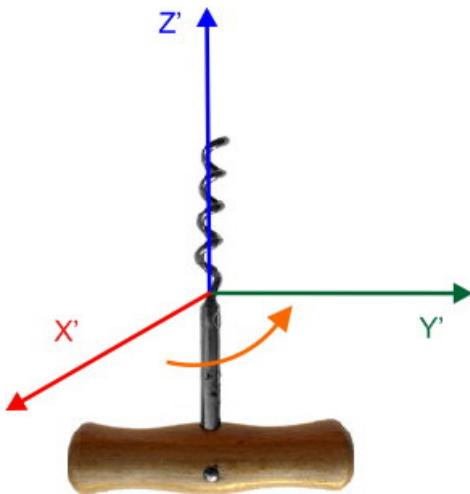


Abb. 5.6.1.5: Orientierung blieb erhalten: rechtsdrehender Korkenzieher von x' auf y'

Foto Korkenzieher: KMJ

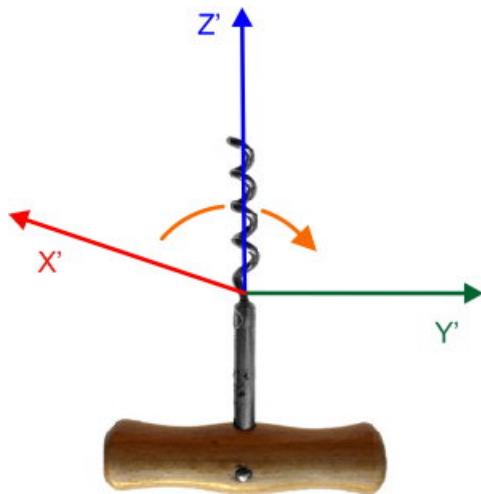


Abb. 5.6.1.6: Orientierung wurde verändert: linksdrehender Korkenzieher von x' auf y'

Foto Korkenzieher: KMJ

Da bei der Kavalierprojektion die y- und die z-Achse "unverändert" bleiben, kann diese Projektionsmethode eindeutig beschrieben werden:

- durch die Angabe des "Verzerrungswinkels" ω zwischen x'-Achse und y'-Achse,
- durch den Quotienten q zwischen der neuen und der alten Längeneinheit auf der x-Achse (den "Verzerrungsfaktor"),
- und schließlich durch die Angabe, ob die Orientierung erhalten bleibt.

Meist kombiniert man die Verzerrungswinkel 30° , 45° , 120° und 135° mit den Verzerrungsfaktoren 1, $1/2$ oder $3/4$. Die y'-Achse wird in aller Regel so auf dem Zeichenblatt angeordnet, dass sie horizontal nach rechts, die z'-Achse somit vertikal nach oben verläuft.

Im Falle des Verzerrungsfaktors $1/2$ spricht man auch von einer Kabinettpunktprojektion bzw. von einer Kabinettperspektive.

Das nebenstehende Achsenkreuz entspricht einer Kabinettpunktprojektion mit $\omega = 45^\circ$ und Erhalt der Orientierung.

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstäblichkeit ankommt, kann die für die y- und z-Achse gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden, die Einheit auf der x-Achse ist dann bei $q = 0.5$ halb so groß.

Üblicherweise werden die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x, y, z bezeichnet.

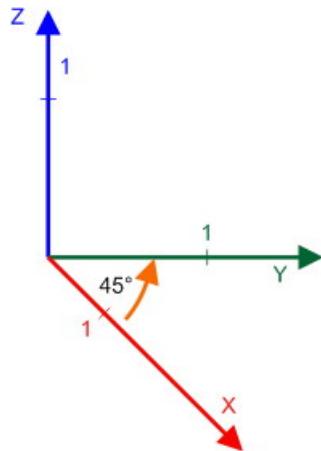


Abb. 5.6.1.7: Achsenkreuz bei Kabinettprojektion mit $\omega = 45^\circ$ und Erhalt der Orientierung

Das untenstehende Achsenkreuz entspricht einer Kavalierprojektion mit $\omega = 135^\circ$, $q = 1$ und Umkehrung der Orientierung.

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstäblichkeit ankommt, kann die für die y- und z-Achse gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden, die Einheit auf der x-Achse ist dann bei $q = 1$ genauso groß.

Üblicherweise werden die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x, y, z bezeichnet.

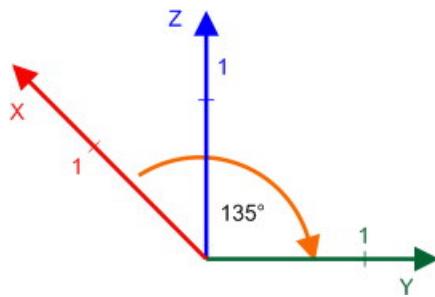


Abb. 5.6.1.8: Achsenkreuz bei Kavalierprojektion mit $\omega = 135^\circ$, $q = 1$ und Umkehrung der Orientierung

Verschiedene Realisationen der Kavalier- bzw. Kabinettprojektion sollen an dem folgenden Beispiel demonstriert werden:

Musteraufgabe

Von einem Haus sind Grund-, Auf- und Seitenriss gegeben:

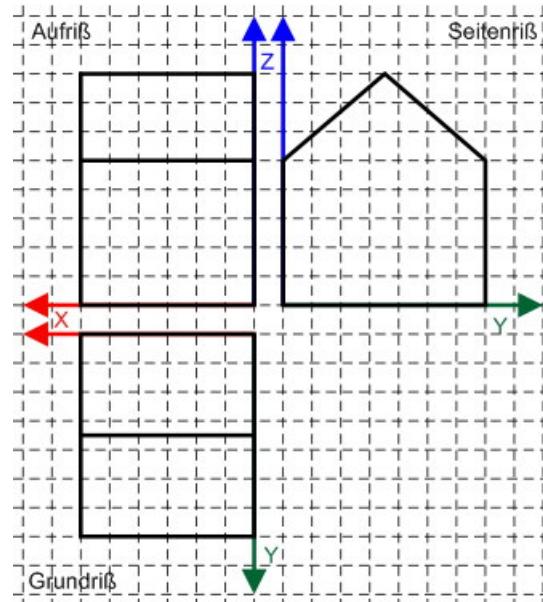


Abb. 5.5.1.2.4: Grund-, Auf- und Seitenriss eines Hauses

Die folgenden Bilder zeigen verschiedene Kabinett- bzw Kavalierperspektiven dieses Hauses:

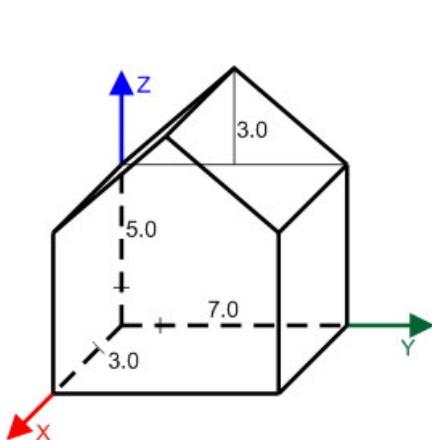


Abb. 5.6.1.10: Kabinettsperspektive, $q = 0,5$; $\omega = 135^\circ$; Erhalt der Orientierung

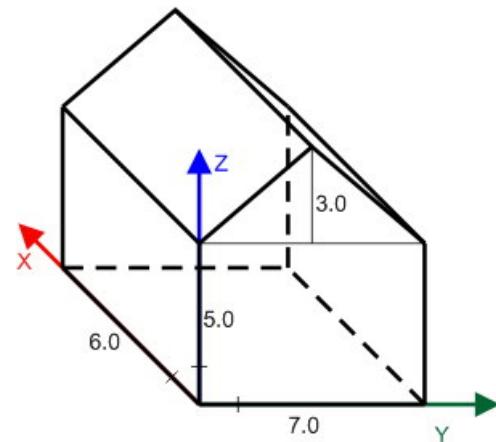


Abb. 5.6.1.11: Kavalierperspektive, $q = 1$, $\omega = 135^\circ$; umgekehrte Orientierung

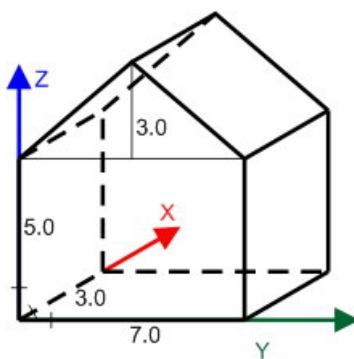


Abb. 5.6.1.12: Kabinettperspektive, $q = 0,5$; $\omega = 30^\circ$; umgekehrte Orientierung

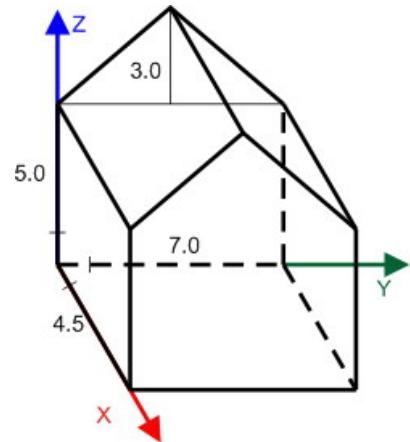


Abb. 5.6.1.13: Kavalierperspektive, $q = 0,75$, $\omega = 60^\circ$; Erhalt der Orientierung

Bei den verschiedenen Schrägbildern des Hauses beachten Sie bitte, dass -- wie in der darstellenden Geometrie üblich -- das Koordinatensystem in der Abbildung genauso wie das eigentliche räumliche Koordinatensystem mit x, y und z bezeichnet wird. Die Einheiten auf den Achsen sind in den nachfolgenden Abbildungen durch kleine Querstriche gekennzeichnet. Die in x-, y- und z-Richtung abgetragenen Strecken sind hier in der Länge angegeben, die für die Zeichnung tatsächlich verwendet wurde, sodass die Grundzüge der Konstruktion den jeweiligen Bildern entnommen werden können.

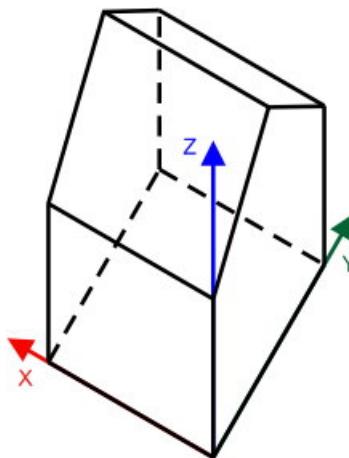


Abb. 5.6.1.14

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Militärprojektion, Militärperspektive

Beim Militär hat es früher bekanntlich Sandkastenspiele gegeben. (Ob dieselben im wahrsten Sinne in unserer computerisierten Zeit noch immer veranstaltet werden, weiß der Verfasser leider nicht.) Die Gegenstände im Sandkasten sieht man schräg von oben, also in einer "Militärperspektive". Auf die Parallelprojektion umgemünzt entspricht dies der Situation einer Projektionsebene, welche parallel zu der Grundfläche der Gegenstände ist.

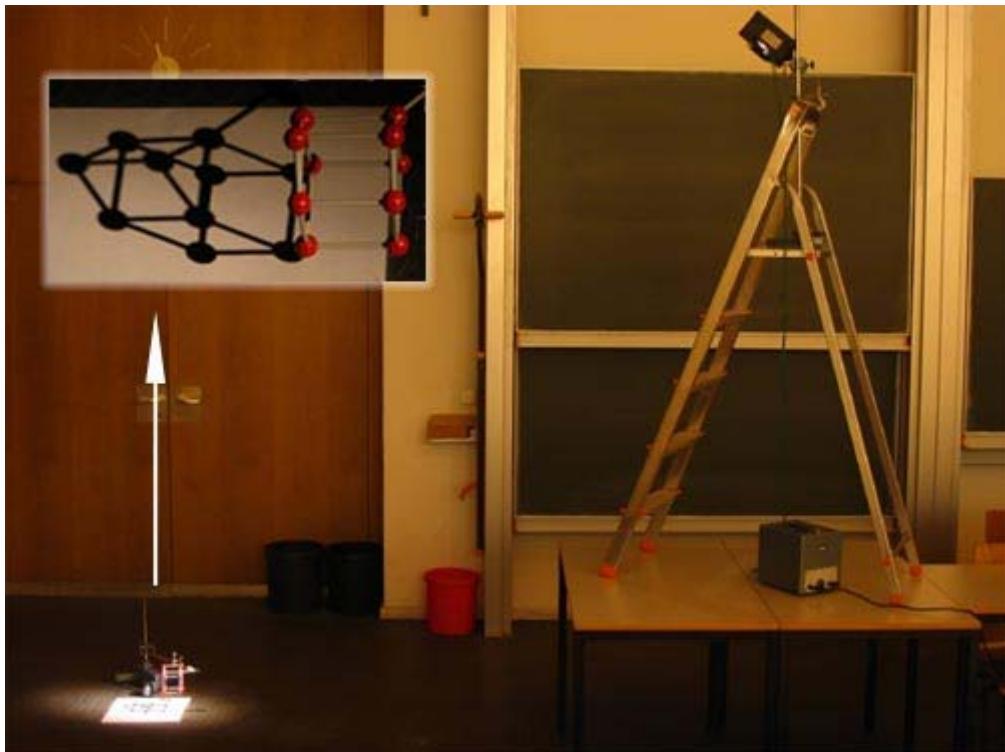


Abb. 5.6.2.1: Versuchsaufbau und Ergebnis eines durch Parallelstrahlen erzeugten Schattenbilds, welches einer Militärprojektion entspricht

Legt man in die Grundfläche des Körpers in die x- und y-Ebene eines Kartesischen Koordinatensystems, so bedeutet die Situation der Militärprojektion, dass sowohl x- als auch y-Achse unverzerrt abgebildet werden, während das Bild z' der z-Achse in einem Winkel ω zur x' -Achse und mit einer neuen Einheit abgebildet wird, deren Quotient zur alten wieder mit q bezeichnet werden kann. Je nach Lage der Projektionsrichtung bleibt die Orientierung erhalten oder wird umgedreht.

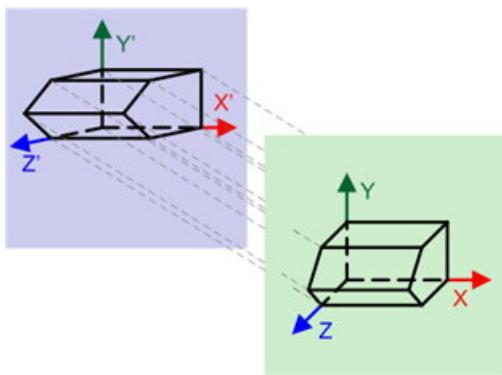


Abb. 5.6.2.2: Militärprojektion eines Hauses mit x-y-z-Koordinatensystem auf die blaue Hintergrundebene bei Erhaltung der Orientierung; die erhaltene Ansicht entspricht einer Obersicht des Hauses.

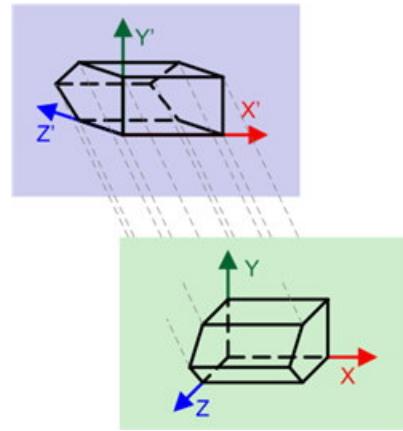


Abb. 5.6.2.3: Militärprojektion bei Änderung der Orientierung. Die erhaltene Ansicht entspricht einer Untersicht des Hauses.

Die Militärprojektion entspricht einer Kavalierprojektion, bei der die x-Achse die Bedeutung der z-Achse erhält.

Der Verzerrungswinkel ω wird jetzt zwischen der x'- und der z'-Achse angesetzt, der Quotient q zwischen den Längeneinheiten auf der z'-Achse und der x'-Achse wird nun als Verzerrungsfaktor bezeichnet. Figuren parallel zur x-y-Ebene werden unverzerrt abgebildet.

In vielen Fällen wählt man bei der Militärperspektive den Winkel $\omega = 60^\circ$ und $q = 1$ oder $q = 3/4$. In aller Regel wird bei der Militärperspektive die z-Achse auf dem Zeichenblatt vertikal nach oben angeordnet.

Das untenstehende Achsenkreuz entspricht einer Militärprojektion mit $\omega = 60^\circ$, $q = 1$ und Erhalt der Orientierung.

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstäblichkeit ankommt, kann die für die x- und y-Achse gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden, die Einheit auf der z-Achse ist dann bei $q = 1$ ebenso groß.

Üblicherweise werden die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x,y,z bezeichnet.

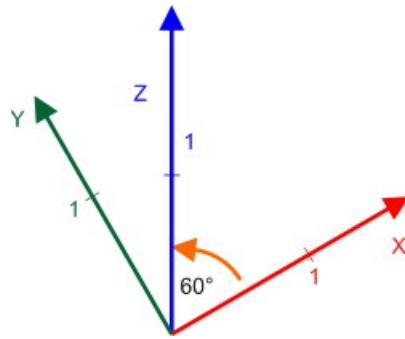


Abb. 5.6.2.4: Achsenkreuz bei Militärprojektion mit $\omega = 60^\circ$, $q = 1$ und Erhalt der Orientierung

Das untenstehende Achsenkreuz entspricht einer Militärprojektion mit $\omega = 60^\circ$, $q = 0.75$ und Umkehrung der Orientierung.

In den allermeisten Fällen, wo es nur auf relative Maßstäblichkeit ankommt, kann die für die x- und y-Achse gemeinsame Koordinateneinheit frei gewählt werden, die Einheit auf der z-Achse ist dann bei $q = 0.75$ das Dreiviertelte davon.

Üblicherweise werden die drei Koordinatenachsen (falls in der Endversion der Zeichnung überhaupt sichtbar) ebenso wie die räumlichen Achsen mit x, y, z bezeichnet.

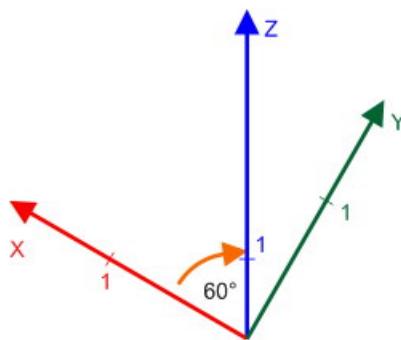


Abb. 5.6.2.5: Achsenkreuz bei Militärprojektion mit $\omega = 60^\circ$, $q = 0.75$ und Umkehrung der Orientierung

Die beiden folgenden Beispielbilder beziehen sich auf das Haus gemäß Abb. 5.6.1.14. Wieder sind zur besseren Nachvollziehbarkeit der Konstruktion die in der Zeichnung verwendeten tatsächlichen Längenmaße eingetragen.

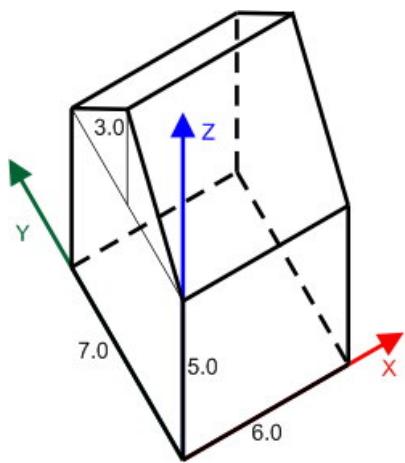


Abb. 5.6.2.6: Militärperspektive, $\omega = 60^\circ$, $q = 1$, Erhalt der Orientierung

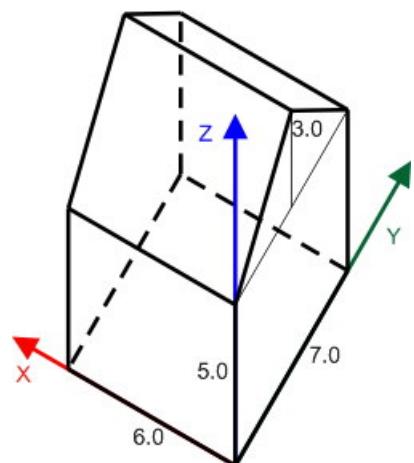


Abb. 5.6.2.7: Militärperspektive, $\omega = 60^\circ$, $q = 1$, umgekehrte Orientierung

Übungsaufgaben

Aufgabe 1

Sie haben die Wahl, ob Sie ein einfach gegliedertes Haus in einer Kabinettperspektive oder in isometrischer Perspektive darstellen. Welche Vor- bzw. Nachteile haben jeweils die beiden Darstellungen?

Aufgabe 2

Zeichnen Sie die dimetrische Perspektive und die Kabinettperspektive ($\omega = 45^\circ$) eines Quaders mit den Seitenlängen $x=5$ cm, $y=4$ cm und $z=3$ cm so, dass die z-Achsen der beiden Ansichten zusammenfallen. Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede zwischen den beiden Darstellungsformen stellen Sie fest?

Aufgabe 3

Vervollständigen Sie die folgende Übersicht über Eigenschaften von Projektionsmethoden.

Bemerkung: "Absolute Längentreue" bedeutet im Folgenden, dass Strecken auf genau gleich lange Strecken abgebildet werden. "Relative Längentreue" bedeutet im Folgenden, dass Verhältnisse von Längen in der Abbildung richtig wiedergegeben werden. "Winkeltreue" bedeutet im Folgenden, dass Winkel in der Abbildung maßgetreu wiedergegeben werden.

Ziehen Sie diese Bezeichnungen an die richtige Stelle der Übersicht!

relative Längentreue bzgl. drei Richtungen	absolute Längentreue und Winkeltreue
bzgl. x-y-Ebene,	Kavalierperspektive mit $q = 1$
Dimetrie	

Projektionsmethode	Eigenschaften
Isometrie	
	relative Längentreue bzgl. y- und z-Richtung
	absolute Längentreue und Winkeltreue bzgl. y-z-Ebene, relative Längentreue bzgl. drei Koordinatenrichtungen
Kabinettperspektive	
Militärperspektive mit $q = 1$	absolute Längentreue und Winkeltreue relative Längentreue bzgl. drei Koordinatenrichtungen

Die Lösungen zu den Aufgaben finden Sie im Onlinekurs an den entsprechenden Stellen.

Praxisbeispiel

Gegeben ist die Darstellung eines quaderförmigen Körpers mit Ausklinkung als Ergebnis einer Parallelprojektion. Die Höhe des Körpers beträgt 50 mm, die Länge 75 und die Breite 60 mm. Die Ausklinkung besitzt eine Höhe von 25 mm und eine Breite von 20 mm.

Der Körper ist in den verschiedenen Arten der Parallelprojektion darzustellen:

- Kavalierperspektive ($\omega = 45^\circ$; $q = 1/2$)
- genormte Dimetrie
- genormte Isometrie
- Militärperspektive ($\omega = 45^\circ$; $q = 1$)

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil die Darstellungsvorschriften für die einzelnen Arten der Parallelprojektion erarbeiten.

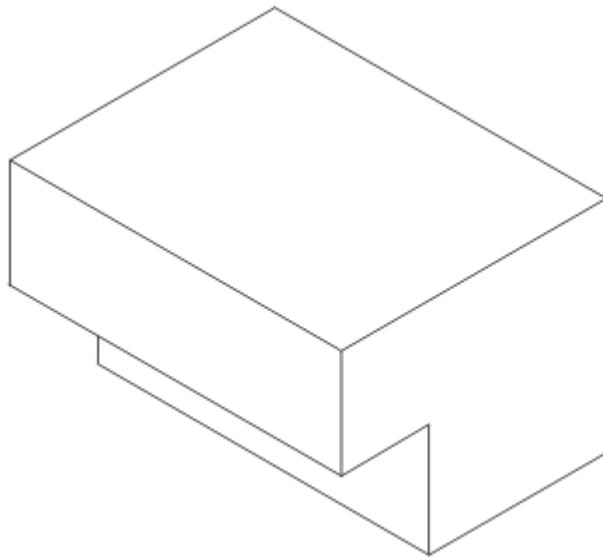


Abb. 5.8.1

Zeichnen des Körpers in Kavalierperspektive, Dimetrie, Isometrie und Militärperspektive

So sieht das Ergebnis für Kavalierperspektive und Dimetrie aus:

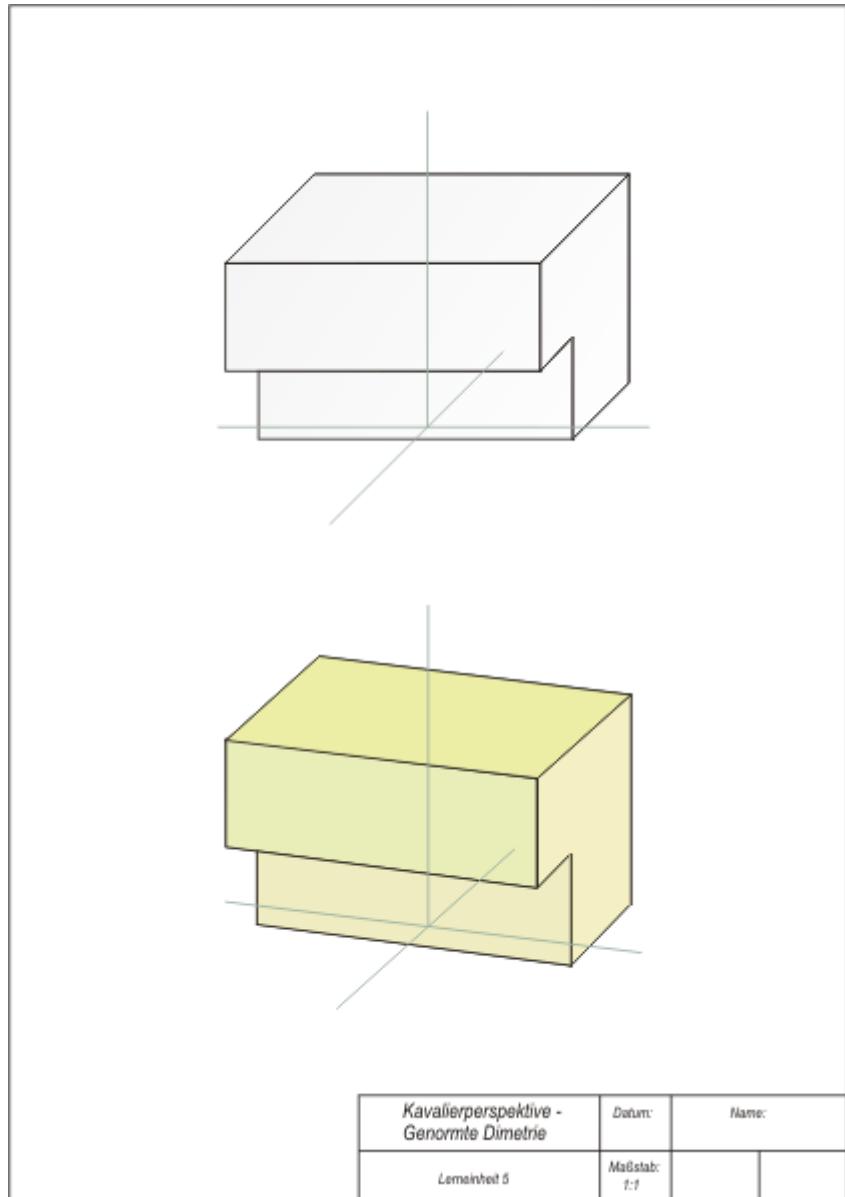


Abb.5.8.2

So sieht das Ergebnis für Militärperspektive und Isometrie aus:

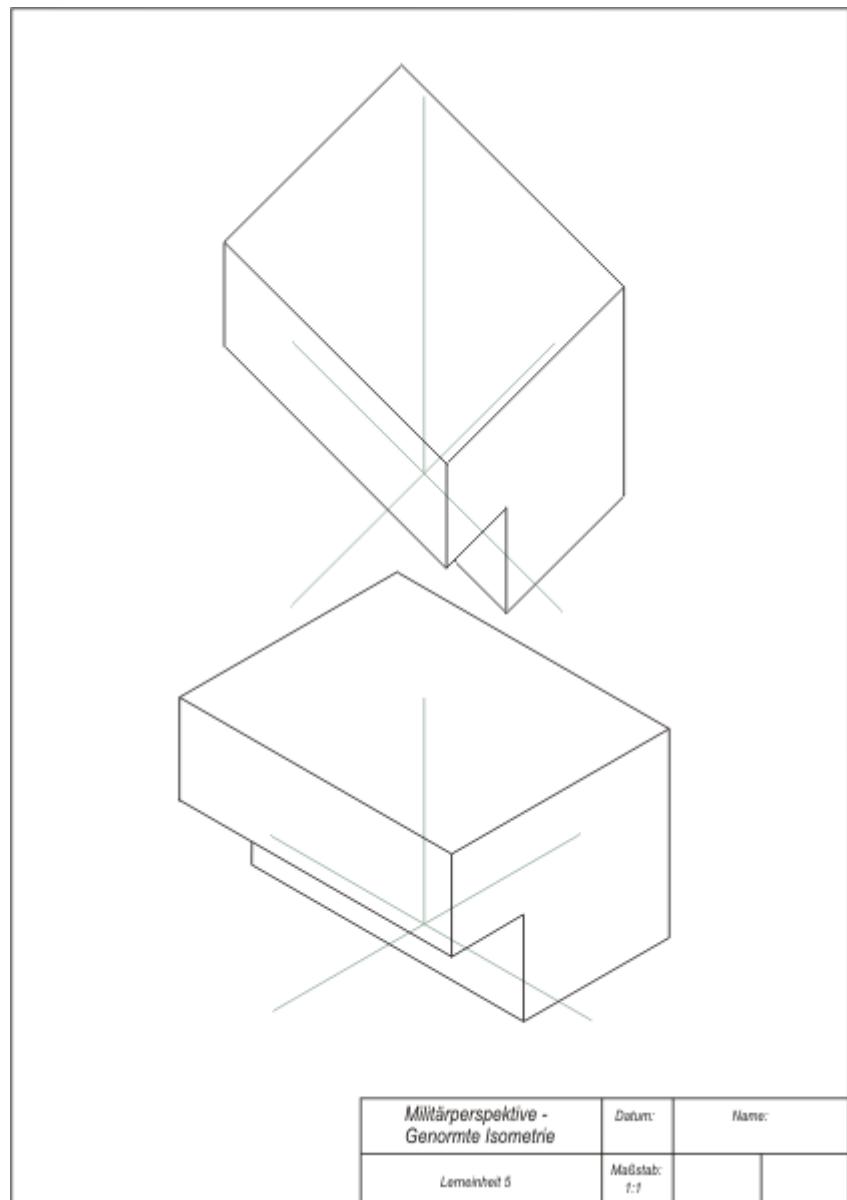


Abb. 5.8.3

Die schrittweise Lösung für die Kavalierperspektive, die Dimetrie, die Isometrie und die Militärperspektive finden Sie im Onlinekurs an den entsprechenden Stellen.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Von der Aufgabenstellung her wird die Konzeptionsphase hier bereits verlassen, weil die nun beabsichtigte maßstabsgetreue perspektivische Darstellung von Einzelteilen eigentlich der Ausarbeitung der Fertigungsunterlagen zuzurechnen ist. Wir befinden uns damit eher in der Entwurfs- oder Ausarbeitungsphase des Projekts, in dem die Fertigungsunterlagen erstellt werden. Hier wird in maßstabsgetreuen und üblicherweise bemaßten Zeichnungen die endgültige Form bzw. Gestalt der Einzelteile festgelegt. Die Zeichnungen dienen später für die Arbeitsvorbereitung, also zum Beispiel die Abfolge der Arbeitsschritte, für die Auswahl der Fertigungsverfahren sowie als Arbeitsvorlage in der eigentlichen Fertigungsphase.

Eine perspektivische Darstellung wird oft gewählt, weil sie die Erfassung der Gestalt des Werkstücks in der Fertigung erleichtert. Andererseits ergibt sich hier ein Problem mit den wirklichen Längen oder Winkelverhältnissen, die je nach Art der Darstellung und Anordnung des Werkstücks nicht ohne weiteres aus der Zeichnung übernommen werden können, zumindest aber Kenntnisse des Nutzers hinsichtlich der Art der perspektivischen Abbildung voraussetzen (s. Abb. 5.9.1). Geometrisch sind perspektivische Darstellungen ja das Ergebnis von Projektionsvorgängen, bei denen sich in Abhängigkeit von der Lage des zu projizierenden Gegenstandes vor der Projektionsebene und der Richtung der Projektionsstrahlen jeweils unterschiedliche Verkürzungen und Verzerrungen im Bild ergeben (näheres im Theorieteil der Lerneinheit IV und V). Im Technischen Zeichnen berücksichtigt man dies dadurch, dass die Körperkanten eines Objekts auf Achsen gezeichnet werden, die gemäß festgelegter Winkel zu einem Ursprungskoordinatensystem gedreht wurden und zudem mit bestimmten Verkürzungen gearbeitet wird (näheres in dieser Lerneinheit).

Perspektivische Darstellungen in CAD-Programmen können dagegen - je nach vorheriger Einstellung der Darstellung - die realen, sich aus den Projektionsverhältnissen ergebenden Maße und Winkel genau darstellen.

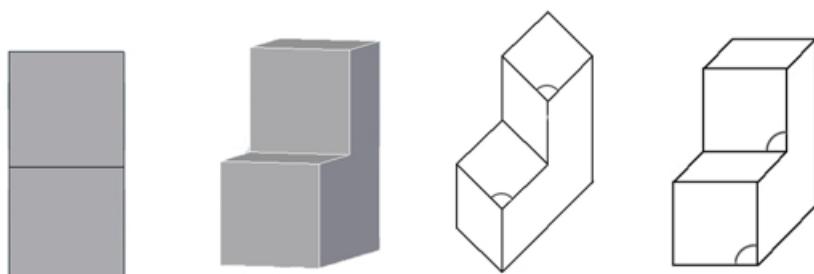


Abb. 5.9.1: Abbildungen als Ergebnis von Projektionsvorgängen

Mit der Militär- und auch der Kavalierperspektive gibt es allerdings zwei Verfahren, bei denen zumindest eine Ansicht des Werkstücks unverzerrt, also mit den wirklichen Maßen gezeichnet werden kann. Bei der Militärperspektive handelt es sich um die Draufsicht, bei der Kavalierperspektive um eine Hauptansicht (näheres dazu in den entsprechenden Lerneinheiten).

Methodische Hinweise

Nachdem in der letzten Einheit zumindest die Tiefenmaße bei der Darstellung der Kastenteile noch ungenau waren, geht es in dieser Einheit darum, die Schüler von der Notwendigkeit genauer technischer Zeichnungen zu überzeugen. Um das Verständnis diesbezüglich aufzubauen, kann man ausgearbeitete technische Zeichnungen analysieren und dabei auf ihre Funktion für die Arbeitsvorbereitung und Fertigung eingehen. Den Schülern sollte damit auch vor Augen geführt werden, dass die Planungs- und Konzeptionsphase - zumindest was die Konstruktion des Kastens anbelangt - nun abgeschlossen ist und es nun um die genaue Ausarbeitung der Einzelteile geht.

In Gegenüberstellung von Normalrissen und perspektivischen Darstellungen von Werkstücken sollten hier zudem die Vor- und Nachteile räumlicher Darstellungen besprochen werden. Wichtig für das Verständnis und die Interpretation solcher Darstellungen ist das Wissen um die Lage des zu projizierenden Gegenstandes vor der Projektionsebene und der Richtung der Projektionsstrahlen. Dies kann am besten man am besten durch den Einsatz von Filmen verdeutlichen, wie Sie in diesem Kurs angeboten werden. Im Anschluss daran wird man – evtl. durch Experimente mit Drahtmodellen und Schattenwurf - auf das Problem von Verzerrungen kommen und daraus auf die normierten Verhältnisse der einzelnen Darstellungsweisen schließen.

Grundlage für die Aufgabe in dieser Einheit ist die perspektivische Darstellung eines Einzelteils des geometrischen Formenspiels.

Projektaufgabe

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil die Projektionsvoraussetzungen für die einzelnen Arten der Parallelprojektion anschauen und sich die jeweiligen Darstellungsvorschriften erarbeiten.

Gegeben ist die Darstellung eines Steines des Raumpuzzles. Er ist in der Kabinettprojektion gezeichnet. Seine kurzen Kanten sind 20 mm, die langen 40 mm lang. Übertragen Sie ihn in

1. die genormte Isometrie, in
2. die genormte Dimetrie, sowie in
3. die Militärperspektive($\omega = 45^\circ$; $q = 1$)

Nehmen Sie jeweils doppelte Größe (Maßstab 2:1). Hinweise zu Zeichnungsmaßstäben finden sich im Theorienteil von Abschnitt 12.

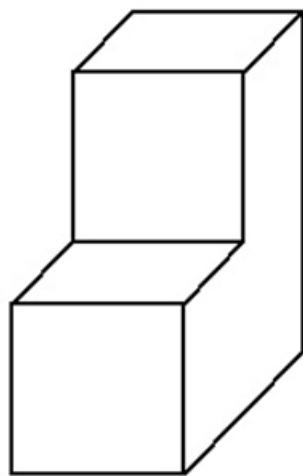


Abb. 5.10.1: Stein des Raumpuzzles in Kabinettprojektion

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 6: Isometrie

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Abbildungsvorschriften für isometrische Darstellungen
- Anordnung eines Koordinatensystems zur Konstruktion der Zeichnung
- Unterschied zwischen den eigentlichen isometrischen Koordinateneinheiten und den zeichnerisch-maßstäblichen Koordinateneinheiten

Fähigkeiten:

- Weiterentwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens
- Erfassen der Raumgestalt und Auswahl zweckmäßiger Ansichten
- Blatteinteilung
- Konstruktion isometrischer Darstellungen mittels Koordinatensystem
- Anwendung verschiedener Konstruktionsverfahren für Ellipsen

Fachliche Grundlagen

Aufgaben zur Wiederholung

Zur Darstellung von Werkstücken wird besonders oft die Isometrie verwendet, weil bei dieser Abbildungsmethode die Längen in allen drei Koordinatenrichtungen im selben Maßstab übernommen werden können.

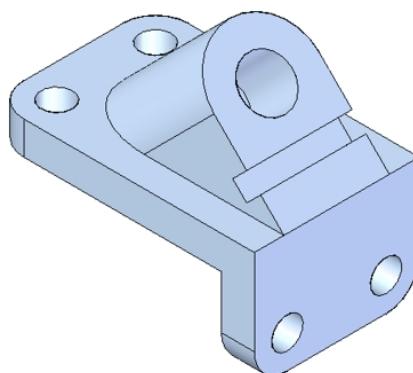


Abb. 6.1.1: Isometrische Darstellung eines Werkstücks

Wiederholen Sie zunächst die zur Isometrie gehörigen Abschnitte in Lerneinheit 5 und bearbeiten Sie dann den folgenden Test:

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

- Die Isometrie ist ein spezielles Schrägbildverfahren.
- Bei der Isometrie werden Quadrate stets auf Rauten mit Innenwinkeln 60° und 120° abgebildet.
- Die Isometrie eignet sich besonders gut zur Darstellung von Drehkörpern, deren Achse parallel zur z-Achse des Koordinatensystems ist.
- Die Isometrie entspricht einer Normalprojektion, bei der Strecken in x- y- und z-Richtung auf ebensolange Strecken abgebildet werden.
- Bei der Isometrie schließen die x- und die y-Achse des Bild-Koordinatensystems mit der zugehörigen z-Achse jeweils 60° -Winkel ein.
- Bei der Isometrie wird ein Würfel, dessen Kanten parallel zu den Koordinatenachsen verlaufen, auf ein regelmäßiges Sechseck samt Diagonalen abgebildet.

Die Lösung zur Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Isometrische Darstellung von Vielfächnern

Allgemeines

Bei der isometrischen Darstellung von Vielfächnern geht man in aller Regel davon aus, dass die Grundfläche des Körpers in der x-y-Ebene liegt und dass wichtige Seitenansichten parallel zur x-z- bzw. zur y-z-Ebene verlaufen.

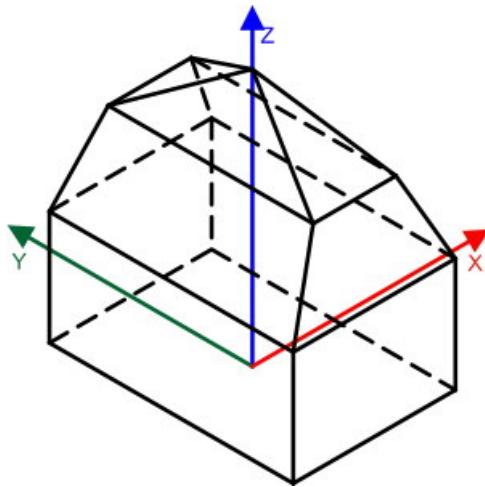


Abb. 6.2.1.1: Isometrische Darstellung eines Hauses, bei der alle Kanten dargestellt sind, und bei der der Koordinatenursprung in der Mitte der Grundfläche liegt. In diesem Fall wären auch negative x- bzw. y-Koordinaten zu berücksichtigen.

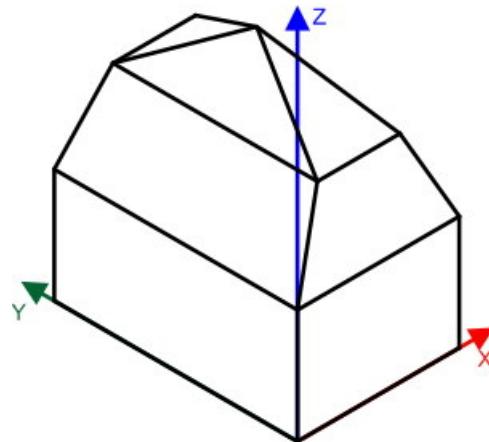


Abb. 6.2.1.2: Isometrische Darstellung eines Hauses in Obersicht (nicht sichtbare Kanten versteckt). Das Koordinatensystem ist hier so angeordnet, dass ausschließlich positive Koordinaten zu berücksichtigen wären

Anhand der beiden Abbildungen 6.2.1.1 und 6.2.1.2 können Sie sehen, dass die isometrische Darstellung unabhängig von einer Parallelverschiebung des Koordinatensystems ist. Bei einer "puren" isometrischen Darstellung, die ausschließlich auf der Normalprojektion beruht, müssten die Koordinateneinheiten das ca. 0,82 - fache der Einheiten des mit dem Gegenstand tatsächlich verbundenen Koordinatensystems betragen. Da es in der Praxis aber stets nur darauf ankommt, dass ein Gegenstand in einem bestimmten Maßstab gezeichnet wird, kann die für alle drei Achsen gemeinsame Koordinateneinheit beliebig zweckmäßig gewählt und mit einer bestimmten, tatsächlichen Längeneinheit in Verbindung gebracht werden. Wenn man in der isometrischen Darstellung etwa die Koordinateneinheit 1 cm verwendet und die Festlegung "1 cm entspricht 5 m" trifft, so würde eine in Wahrheit 20 m lange Mauerkante, die parallel zu einer der Koordinatenachsen ist, mit der Länge 4 cm eingezeichnet werden. In diesem Falle kann man auch kurz von einer isometrischen Zeichnung mit Maßstab 1:500 sprechen.

Beispiele

Beispiel 1 (simpel):

Ein Turm besteht aus einer quadratischen Säule mit den Grundkanten der Länge 8 m und der Höhe 20 m. Auf ihn ist ein Dach in der Form einer geraden Pyramide aufgesetzt, welche die Höhe 7 m hat.

Wir wählen für die isometrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, dass die x- bzw. y-Achse parallel zu den Grundkanten des Turms verläuft.

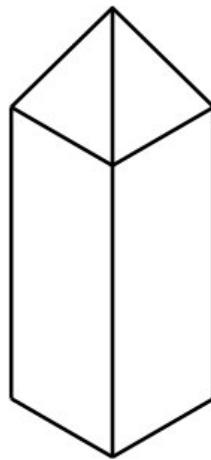


Abb. 6.2.2.1: Isometrisches Bild eines Turms

Beispiel 2 (komplizierter):

Ein Gartenpavillon besteht aus einem geraden Prisma und einem pyramidenförmigen Dach (entsprechend einer geraden Pyramide). Die Grundfläche des Prismas ist ein regelmäßiges Sechseck mit der Seitenlänge 2 m, die Höhe des Prismas beträgt 3 m. Die Pyramiden spitze ist 2 m von der Deckfläche des Prismas entfernt. Die von der Pyramiden spitze herablaufenden Kanten stehen noch in einer Länge von 0,5 m vor.

Wir wählen für die isometrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, dass die x- bzw. y-Achse parallel zu aufeinander senkrecht stehenden Symmetriearchsen des Sechsecks verläuft.

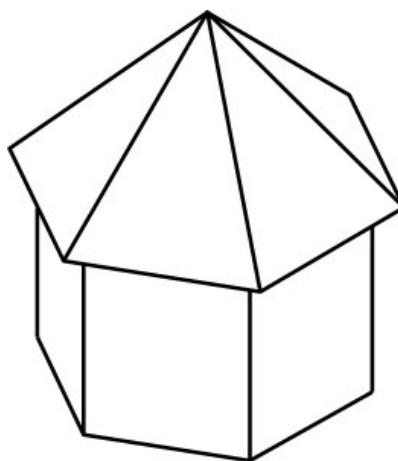


Abb. 6.2.2.2: Der Pavillon in isometrischer Ansicht

Drehkörper in isometrischer Darstellung

Wie man sich am Bauhaus der Abbildung plastischer Körper näherte, beschreibt Johannes Itten in seiner Gestaltungs- und Formenlehre (1978, S. 63): Zuerst wurden Kugel, Würfel, Pyramide, Kegel und Zylinder in Ton modelliert, um die Schüler die elementaren geometrischen Formen plastisch erfüllen zu lassen. Dann wurden Kompositionen in einheitlichem Formcharakter modelliert. Abschließend wurden zwei Kompositionen mit zwei oder drei

Formcharakteren ausgeführt. Erst nach solchen Modellierübungen wurden die plastisch-geometrischen Formen graphisch mit Licht und Schatten in imitierendem Charakter dargestellt. Es folgte die bildmäßige Darstellung von plastischen Formen.

Wir wollen uns im Folgenden dagegen allein den geometrischen Grundlagen isometrischer Darstellungen zuwenden.

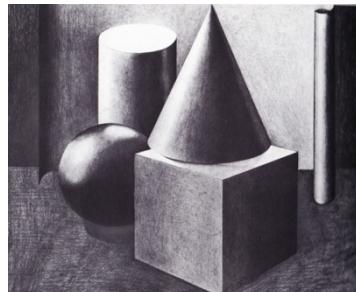


Abb. 6.3.1: Würfel, Kegel, Kugel und Zylinder imitativ plastisch gezeichnet, F. Brill, Berlin 1928

Abbildung von Kreisen

Um die Abbildung von Drehkörpern bewältigen zu können, müssen wir uns zunächst mit der isometrischen Perspektive von Kreisen beschäftigen.

Das isometrische Bild eines Würfels, dessen Kanten jeweils parallel zur x-, y-, z-Achse verlaufen und in dessen Seitenflächen Kreise einbeschrieben sind in Obersicht:

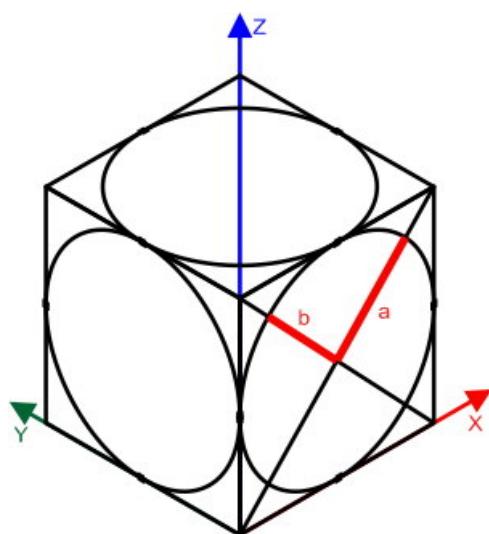


Abb. 6.3.1.1: Isometrisches Bild eines Würfels mit Kreisen

Die Seitenquadrate des Würfels werden im isometrischen Bild zu Rauten mit 60° - bzw. 120° -Innenwinkeln, die Kreise werden zu Ellipsen, deren Halbachsen a bzw. b auf den Diagonalen der Rauten liegen. Mit Hilfe der in Lerneinheit 2.4, Aufgabe 4.) diskutierten Tatsachen kann man die beiden Halbachsen a bzw. b der Ellipse berechnen. Wenn s die Seitenlänge der "isometrischen" Raute ist, so gilt:

$$a = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}s \approx 0.61s$$

$$b = \frac{1}{2\sqrt{2}}s \approx 0.35s.$$

Die Radien der Schmiegekreise R bzw. r in den Scheiteln berechnen sich zu:

$$R = \frac{a^2}{b} = \frac{3\sqrt{2}}{4}s \approx 1.06s$$

$$r = \frac{b^2}{a} = \frac{\sqrt{2}}{4\sqrt{3}}s \approx 0.2s.$$

Wenn also etwa ein Kreis, der in der x-z-Ebene liegt, einen Durchmesser von 10 cm hat, mit hin einem Quadrat einbeschrieben ist, welches ebenfalls die 10 cm als Seitenlänge hat, so wird bei einer isometrischen Abbildung mit Maßstab 1:1 das Quadrat in eine 60°-120°-Raute mit Seitenlänge 10 cm übergeführt; der Kreis wird in eine Ellipse abgebildet, welche die Halbachsen $a = 6.1$ cm und $b = 3.5$ cm hat. Die große Halbachse liegt dann auf der längeren Diagonalen der Raute, die kleine Halbachse auf der kürzeren Diagonalen (jeweils vom Diagonalenschnittpunkt aus gerechnet). Für das Zeichnen der Ellipse bestehen dann die folgenden Möglichkeiten:

- Konstruktion der beiden Halbachsen gemäß Aufgabe 4, Lerneinheit 2.4 und daraus Konstruktion der Ellipse gem. Abb. 2.3.2.3
- Berechnung und Einzeichnen der beiden Halbachsen und damit Konstruktion der Ellipse
- Konstruktive Einbeschreibung der Ellipse in die Raute (s. Abb. 2.3.2.7)
- Näherungsweises Zeichnen der Ellipse mit Hilfe der (berechneten oder konstruierten) Scheitelkreisradien
- Verwenden einer Ellipsenschablone (s. Kap. 3.3.5)

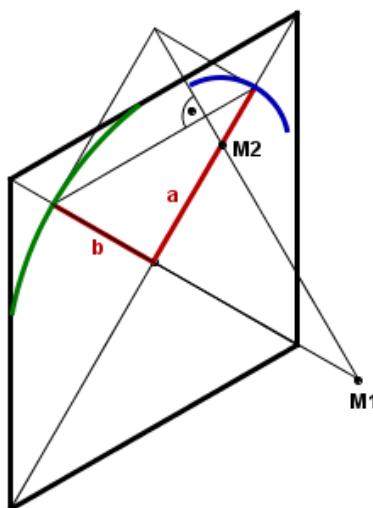


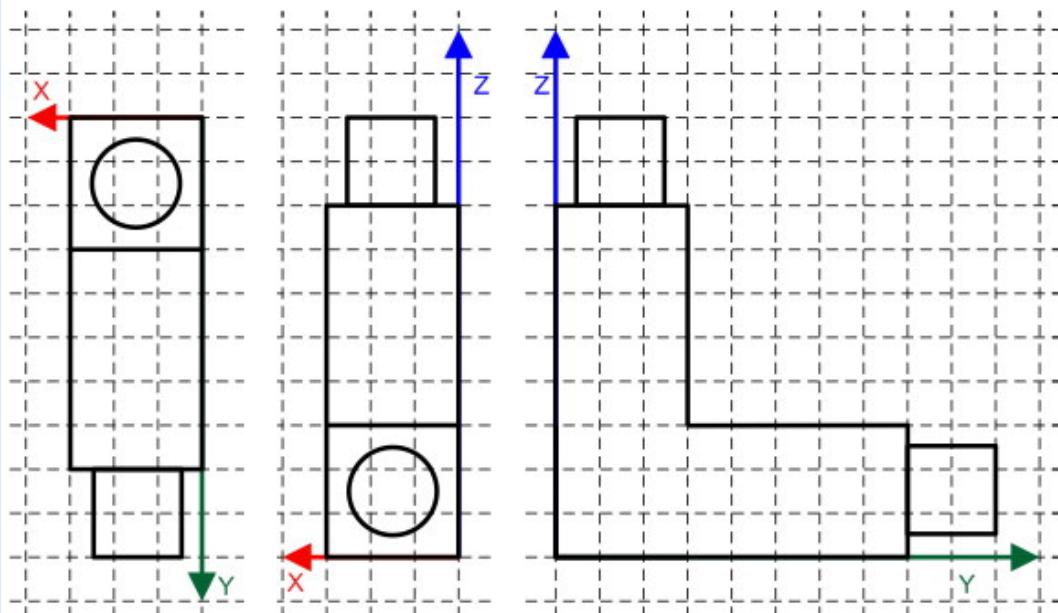
Abb. 6.3.1.2 Isometrisches Bild eines Quadrats, dessen Seiten parallel zur x- bzw. z-Achse liegen. Der dem Quadrat einbeschriebene Kreis wird zu einer Ellipse mit Halbachsen a und b , welche mit Hilfe der obigen Formeln berechnet werden können. Die Mittelpunkte der Schmiegekreise (im Bild M1 für den grünen und M2 für den blauen Kreisbogen) können dann auf einfache Weise konstruiert werden. Beschränkt man sich ungefähr auf Viertelkreise, so kann das fehlende Ellipsenstück Freihand ergänzt werden.

Beispiel

Mit Hilfe der eben dargelegten Möglichkeiten zur Ellipsenkonstruktion können wir Drehkörper zeichnen, bei denen die Achse parallel zu einer Koordinatenachse verläuft (und damit die Drehkreise parallel zu einer der Koordinatenebenen).

Musteraufgabe

Ein Werkstück besteht aus zwei im rechten Winkel aufeinander geschweißten quadratischen Säulen, denen jeweils noch Zylinder aufgesetzt wurden.



Ein Kästchen entspricht einem Zentimeter.

Es ist das isometrische Bild des Werkstücks im maßstäblichen Verhältnis 1:1 anzufertigen.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

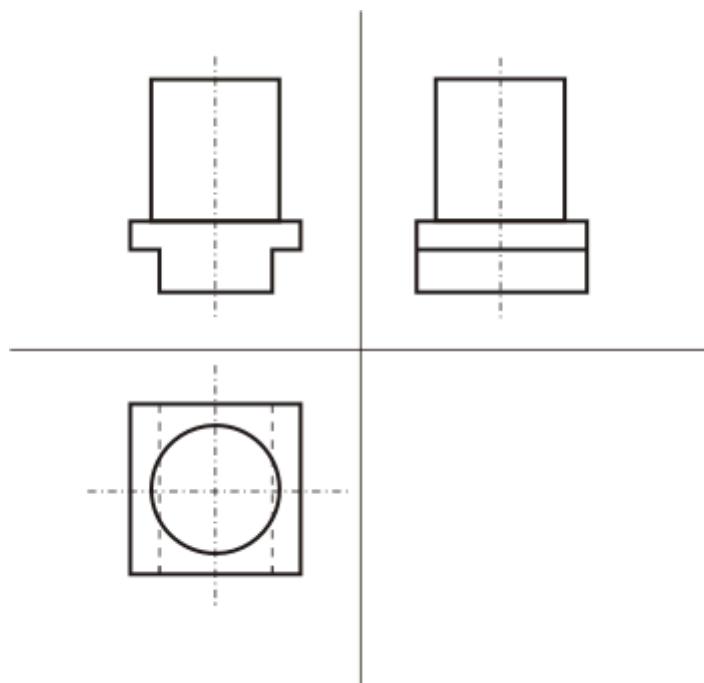
Praxisbeispiel

Gegeben ist das 3-Tafel-Bild eines quaderförmigen Körpers mit zwei Ausklinkungen und einem zylindrischen Zapfen.

Im Drei-Tafel-Bild beträgt die Gesamthöhe des symmetrischen Körpers 37,5 mm. Die Länge und Breite des quaderförmigen Körpers beträgt jeweils 30 mm, die Höhe 12,5 mm. Der Durchmesser des Zylinders beträgt 22,5 mm. Die Ausklinkungen sind jeweils 7,5 mm hoch und 5 mm breit.

Übertragen Sie das 3-Tafel-Bild auf Ihr Blatt und zeichnen Sie das isometrische Raumbild des Körpers im Maßstab 2:1 (d.h. die Maße aus der Drei-Tafel-Ansicht sind mit 2 zu multiplizieren)!

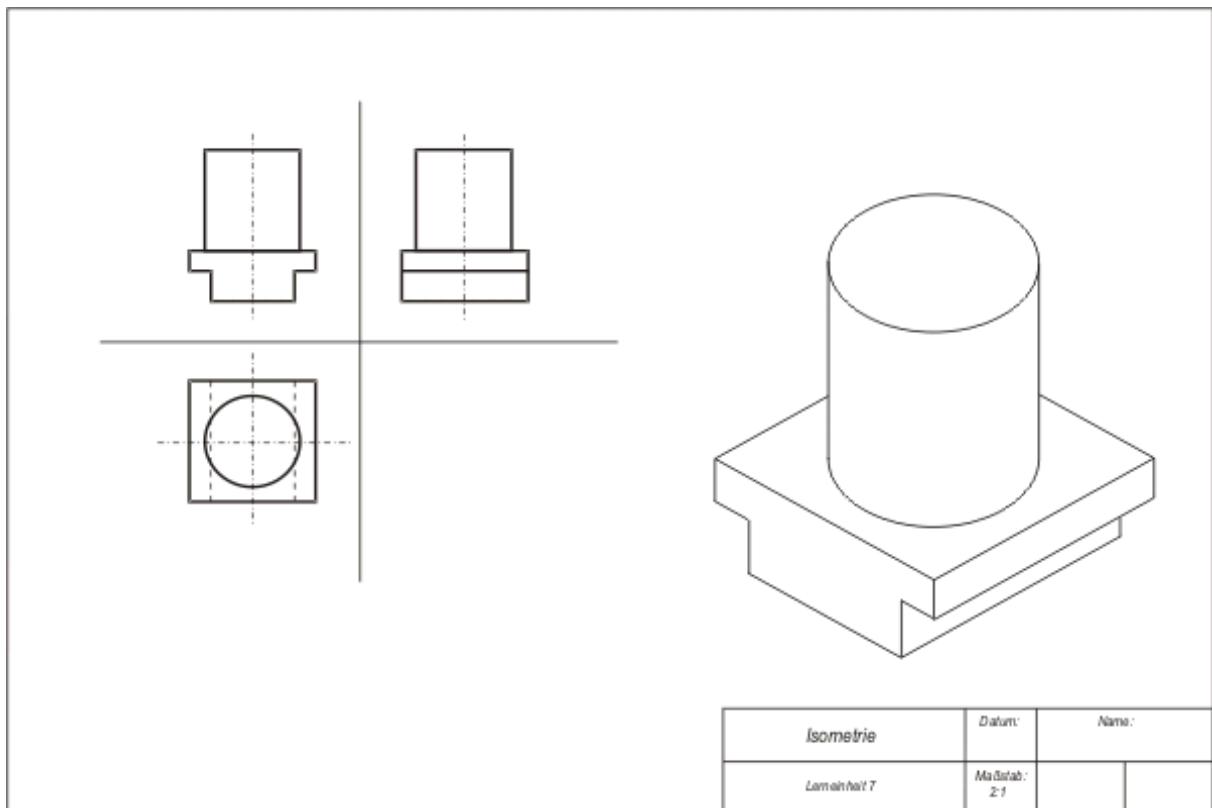
Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorienteil grundlegendes Wissen zur Isometrie erarbeiten.



Isometrisches Raumbild des Körpers im Maßstab 2:1

Maßstab 2:1 bedeutet, dass die Maße doppelt so groß werden wie im vorgegebenen Drei-Tafel-Bild.

So sieht das Ergebnis aus:



Eine schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Auch hier geht es um eine Vorlage für das Raumpuzzle, die entweder in der Spielanleitung oder in Werbematerial für unsere Spielesammlung Verwendung finden kann. Die Figur soll wie vorher wieder mit den bekannten Bausteinen nachgebildet werden können.

Die Darstellung soll hier in einer Art erfolgen, die im technischen Bereich üblich ist - die Darstellung mit einem Drei-Tafel-Bild. Dabei handelt es sich um drei Normalrisse, also um die Abbildung von drei Hauptflächen eines Körpers mittels senkrechter Projektionsstrahlen auf jeweils eine Projektionsebene. Obwohl solche Normalrisse, ergänzt um die verdeckten Kanten, als Vorgabe für eine Fertigung eigentlich völlig ausreichen, bekommt man oft schneller einen Eindruck von einem Werkstück, wenn es auch perspektivisch abgebildet ist.

Bei unserem Raumpuzzle geht es zwar nicht um eine Fertigungszeichnung, aber auch hier ist die Vorgabe eines Raumbildes für den Spieler sicher die anschaulichere Variante. Man könn-

te dem Spieler allerdings auch die schwierige Darstellung mit Normalansichten an die Hand geben oder die Ansichten für zusätzliche Zuordnungsaufgaben in den Spielunterlagen verwenden.

Methodische Hinweise

Methodisch hat man es hier wieder mit zwei Schritten zu tun: Zum einen die Auseinandersetzung mit den Spieleunterlagen bzw. Werbemaßnahmen, für die Zeichnungen anzufertigen sind, andererseits mit der Aufgabe, das Drei-Tafel-Bild einzuführen. Letzteres kann über Animationen, wie sie dieser Kurs vorhält, gut vorbereitet werden. Denkbar sind auch Versuche mit Schattenwürfen oder Umfahrungen eines Körpers mittels Stiften. Ggf. müssen auch noch einmal die Hintergründe und Abbildungsvorschriften der genormten Dimetrie erläutert werden, da dies für die anschließende Aufgabenstellung von Bedeutung ist.

Projektaufgabe

Zu zeichnen ist eine weitere Vorlage des Raumpuzzles als Drei-Tafel-Bild und als genormte Dimetrie. Die Form des Raumgebildes aus den Puzzlesteinen sowie die Anordnung auf dem Zeichenblatt entnehmen Sie der unmaßstäblich verkleinerten und unvollständigen Skizze.

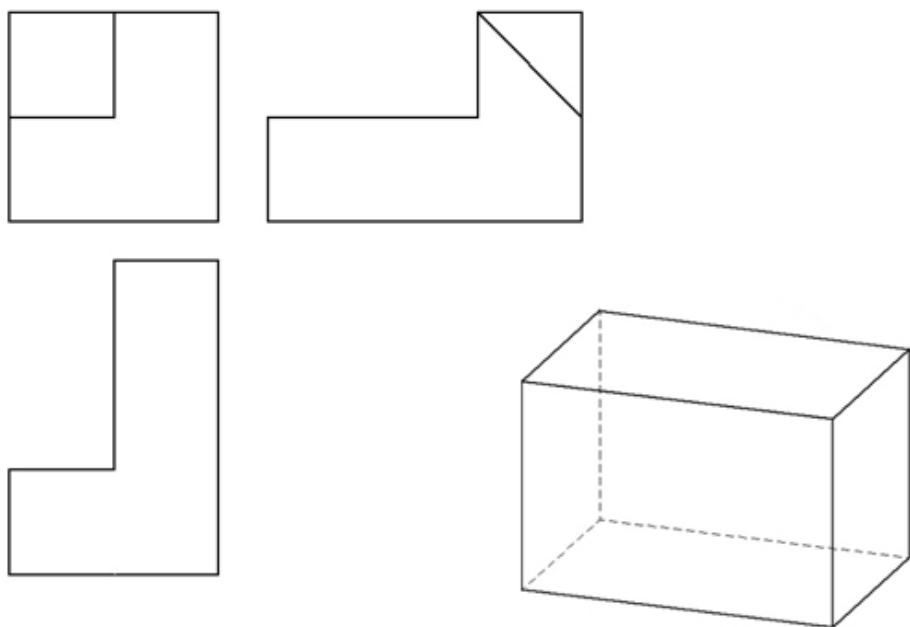


Abb. 6.4.1: Kombination von Raumpuzzleteilen zu einer Figur

Nähere Hinweise zur Konstruktion der Form: Aus einem Quader wurden – wie in Draufsicht und Seitenansicht abgebildet - Stücke durchgehend herausgeschnitten. Dann wurde die Aufkantung bis zur Mitte schräg eingeschnitten und das Dreieck – wie aus der Seitenansicht ersichtlich - rechts oben weggenommen.

Aufgaben:

- Zeichnen Sie die drei Ansichten mit den richtigen Maßen (1:1) ab. Gesamthöhe und – breite: 40 mm, Gesamttiefe 60, Teilmaße durch 20 teilbar.
- Zeichnen Sie den Grundquader in genormter dimetrischer Darstellung ab. Nehmen Sie hier die Originalgröße. Das Beispiel ist von vorne links oben zu sehen.
- Tragen Sie die Veränderungen zuerst hier ein. Ein 20 mm-Raster hilft Ihnen dabei.
- Zeichnen Sie dann das dimetrische Raumbild fertig.
- Ergänzen Sie zum Schluss die Linien, die in den 3 Ansichten fehlen. Nehmen Sie dafür jeweils die richtige Linienart.

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 7: Drei-Tafel-Bild

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Problematik der Maß- und Formgenauigkeit bei den Ergebnissen unterschiedlicher Projektionsverfahren
- Vorteile von Normalrissen bei technischen Darstellungen
- Drei-Tafel-Bild als Ergebnis einer Drei-Tafel-Projektion
- Projektionsbedingungen für Drei-Tafel-Bilder
- Begriff "Mehr-Tafel-Bild"
- Möglichkeiten und Vorschriften der normgerechten Darstellung von Ansichten

Fähigkeiten:

- Einschätzung der Ergebnisse unterschiedlicher Projektionsverfahren hinsichtlich des Informationsgehalts (Maß- und Formgenauigkeit)
- Zweckmäßige und normgerechte Anordnung der Ansichten bei einem Drei-Tafel-Bild
- Beurteilung technischer Zeichnungen hinsichtlich sachlicher Richtigkeit und Vollständigkeit, konstruktiver Angemessenheit sowie der Ordentlichkeit der Ausführung
- Blatteinteilung
- Erstellung von Mehr-Tafel-Bildern

Fachliche Grundlagen

Eine Aufgabe zum Anfang

Aufgabe

In den letzten Lerneinheiten haben Sie schon einiges über Projektionsverfahren und deren bildliche Ergebnisse erfahren. Bevor Sie hier mehr über das 3-Tafel-Bild, seine Eigenschaften und die zeichnerische Umsetzung in Erfahrung bringen können, sollten Sie versuchen, die nachfolgende Übersicht mit den unten aufgeführten Begriffen zu ergänzen. In der Übersicht werden noch einmal die grundlegenden Bedingungen für die einzelnen Projektionsverfahren aufgezeigt.

Ziehen Sie diese Bezeichnungen an die richtige Stelle der Übersicht!

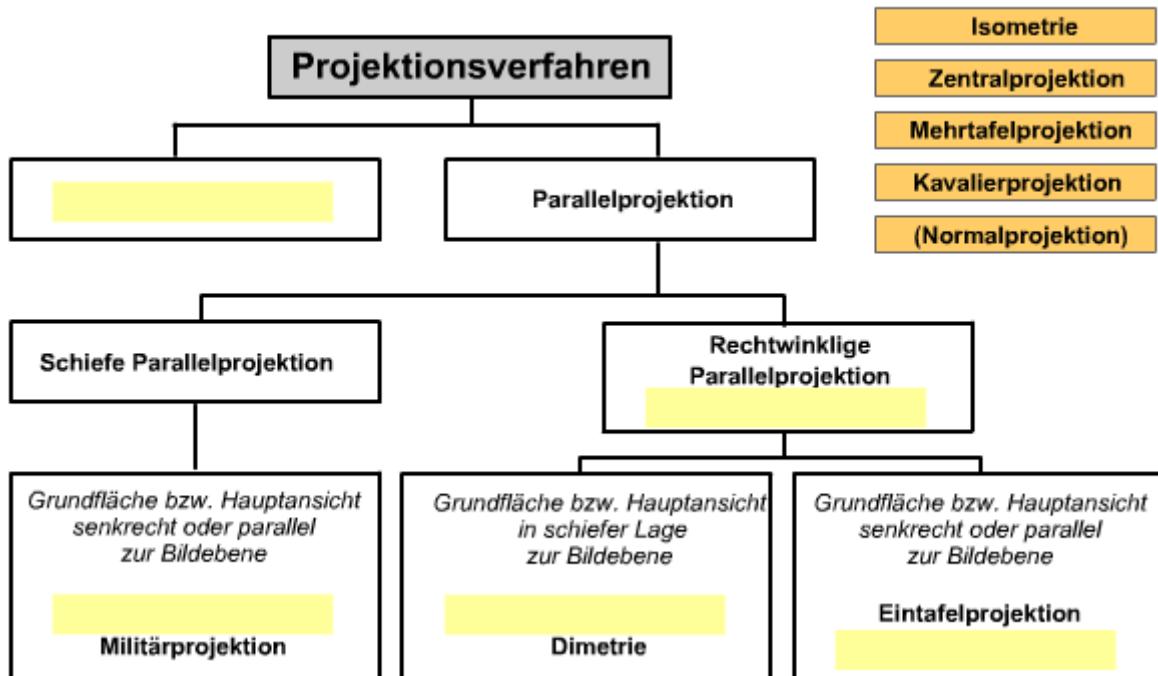


Abb. 7.1.1: Übersicht über die Arten der Parallelprojektion

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektionsverfahren: Unterschiede bei der Anschaulichkeit und Maßtreue

Der Zweck bei allen Projektionsverfahren ist es, anschauliche Abbildungen von Objekten oder Werkstücken zu erhalten. Im technischen Kontext ist es zudem notwendig, dass der Betrachter eine Einschätzung über die Maßrelationen des Objekts vornehmen kann. Eine recht gute Anschaulichkeit wird mit dem Ergebnis einer Zentralprojektion, der Zentralperspektive erreicht, da sie der Sichtweise eines Beobachters in geringer Entfernung nahe kommt. Die Zentralperspektive hat jedoch den Nachteil, dass Maße nicht direkt aus der Zeichnung übernommen werden können, weil die dargestellten Längen und Winkel nicht maßgetreu abgebildet werden.

Bei den perspektivischen Darstellungen der Parallelprojektionen (auch: axonometrische Projektionen) wie der Isometrie oder Dimetrie, werden die Körperkanten zwar maßgetreu oder in einem definierten Verhältnis abgebildet, so dass sich die Kantenlängen aus der Zeichnung ermitteln lassen. Allerdings ergibt sich hier das Problem, dass Winkel nicht maßgetreu dargestellt werden. Formen und Flächen des gezeichneten Objekts sind daher zumindest verzerrt. Im Konstruktions- und Fertigungsprozess von Werkstücken, Möbeln o. ä. sind jedoch unverzerrte Darstellungen erforderlich, die präzise Aussagen über Formen und Maße zulassen.

Räumliche Darstellungen wenden sich daher eher an Betrachter, die nicht direkt am Fertigungsprozess beteiligt sind, die jedoch Kenntnis von der Bau- oder Funktionsstruktur eines Objekts oder Werkstücks erhalten sollen.

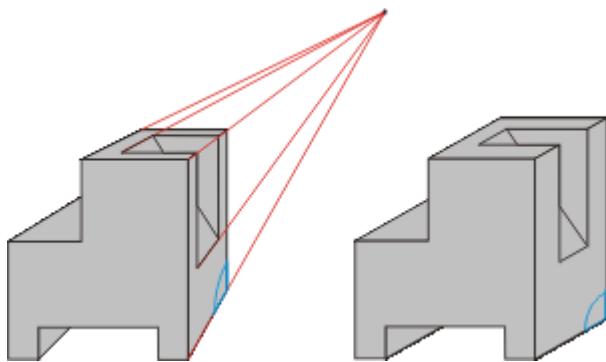


Abb. 7.2.1: Problem der Verzerrung rechter Winkel (blau markiert) in räumlichen Darstellungen

Orthogonale Parallelprojektionen

Um unverzerrte Darstellungen einer Objektseite (Ansicht) zu erhalten, kommen orthogonale (rechtwinklige) Parallelprojektionsverfahren zum Einsatz, bei denen eine Hauptansicht parallel oder senkrecht zur Zeichen- bzw. Projektionsebene gestellt ist. In diesem Fall spricht man bei der Art der Darstellung auch von Normalrissen oder auch nur kurz "Rissen" (siehe dazu auch den Abschnitt 5.3 in Lerneinheit 5).

Den Körper denkt man sich vor der Zeichen- bzw. Projektionsebene schwebend. Die Linien der Zeichnung entstehen durch parallele Projektionsstrahlen, die den Körper berühren und senkrecht auf die Zeichenebene fallen.

In der nachfolgenden Zeichnung sind die Bedingungen für ein solches Projektionsbild dargestellt. Die Projektionsrichtung entspricht der Blickrichtung auf den Körper und bestimmt damit auch die Unterscheidung zwischen Vorder- und Rückseite. Damit wird festgelegt, welche Kanten des Körpers als "sichtbar" und welche als "unsichtbar" betrachtet werden. Die sichtbaren Kanten des Körpers werden in der Abbildung als durchgezogene Linien dargestellt. Damit keine Informationen verloren gehen, werden aber auch die Kanten gezeichnet, die eigentlich nicht sichtbar, sondern „verdeckt“ sind. Sie werden als Strichlinien dargestellt. Die aus der Projektion resultierende Zeichnung wird als Ein-Tafel-Bild bezeichnet.

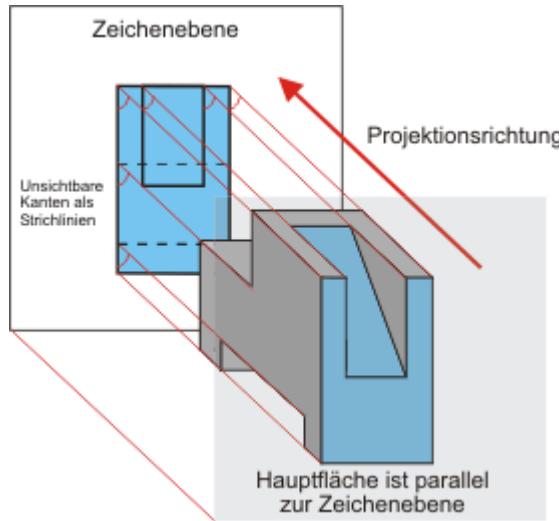


Abb. 7.3.1: Bedingungen für maßhaltige und formgenaue Zeichnungen

Aufgabe

Testen Sie Ihr Wissen.

Bitte kreuzen Sie die richtige Antwort an.

Um bei einer Parallelprojektion eine unverzerrte Darstellung einer Objektseite zu erhalten, muss

- die Objektseite schief zur Projektionsebene stehen
- die entsprechende Objektseite parallel zur Projektionsebene sein

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Drei-Tafel-Projektion

Der Vorteil des Ein-Tafel-Bildes, nämlich die unverzerrte und maßhaltige Darstellung einer Ansicht, ist andererseits auch ein Problem: Tatsächlich werden ja auch nur die Objektflächen unverzerrt und maßgetreu dargestellt, die direkt parallel zur Zeichenebene sind. Betrachten Sie beispielsweise die schräge Fläche des schon oben dargestellten Werkstücks. Würde diese nur von vorn dargestellt, blieben ihre Neigung und damit ihre wirklichen Maße verborgen. Genauso verhält es sich, falls das Werkstück nur von oben dargestellt wäre. Zudem sind bei einer Ansicht die Flächen des Körpers, die senkrecht zur Zeichenebene stehen nur als Linien sichtbar. Die Darstellung des Körpers als Ein-Tafel-Bild ist somit nicht eindeutig und für eine technische Umsetzung sind die durch die Zeichnung gelieferten Informationen nicht ausreichend. Eindeutig wird die Darstellung des Körpers erst dadurch, dass verschiedene Ansichten abgebildet werden.

In Abb. 7.4.1 werden drei Seiten des Körpers auf drei zueinander senkrecht stehende Projektionsebenen projiziert. Die Projektionsebenen (auch "Rissebenen") sind durch ein Achsenkreuz mit den Achsen x, y und z getrennt. Die Projektionsstrahlen treffen rechtwinklig auf die jeweiligen Projektionsebenen (Grundriss ebene, Seitenriss ebene und Aufriss ebene) auf. Durch die Projektionsstrahlen entstehen auf den Ebenen Ansichten des Körpers. Je nach Projektionsrichtung lassen sich verschiedene Ansichten unterscheiden. In der nachfolgenden Darstellung wird die Vorderansicht auf die Aufriss ebene, die Draufsicht auf die Grundriss ebene und die Seitenansicht von links auf die Seitenriss ebene projiziert. Man spricht von einer "Drei-Tafel-Projektion".

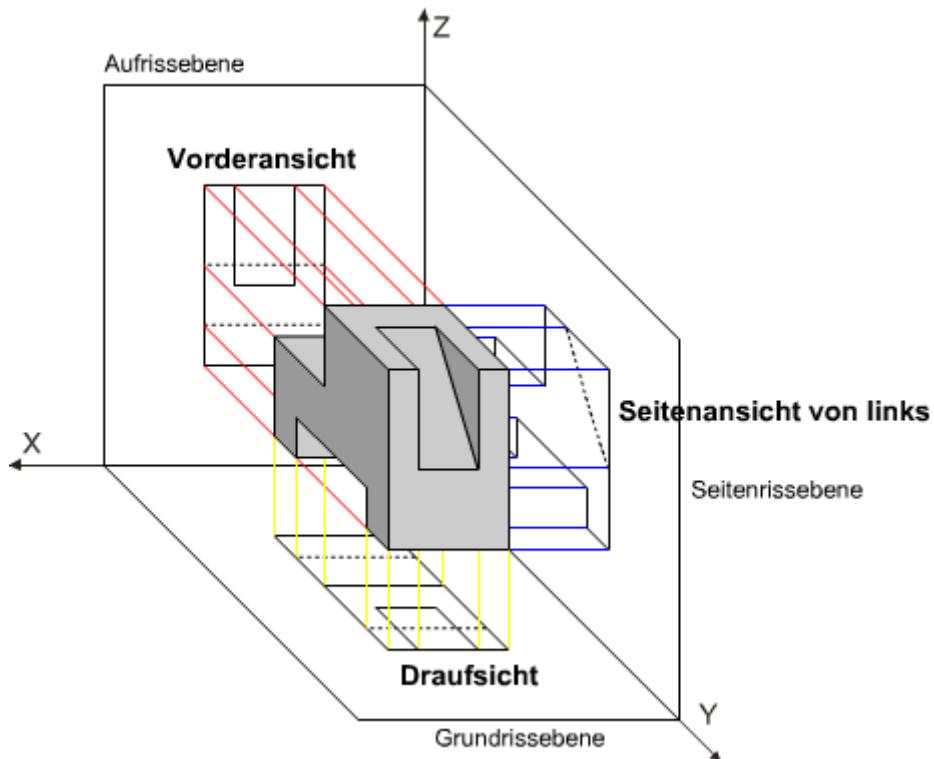


Abb. 7.4.1: Projektion von drei Ansichten in eine "Raumecke"

Drei-Tafel-Bild

Die Bedingungen für eine Drei-Tafel-Projektion sollen noch einmal zusammengefasst werden:

- Das Objekt oder Werkstück wird auf drei, zu einander senkrecht stehende Projektionsebenen (Rissebenen) projiziert
- Die Projektionsstrahlen sind parallel und treffen rechtwinklig auf die jeweilige Projektionsebene auf
- Bei technischen Darstellungen wird eine Seite, Hauptebene oder Symmetriearchse des Objekts oder Werkstücks parallel zur Projektionsebene gestellt.

Natürlich stellt man das aus der Drei-Tafel-Projektion entstehende Bild nicht wie in Abb. 7.4.1 dar, sondern es werden zweidimensionale Ansichten des Werkstück oder Objekts ge-

zeichnet, die dann neben bzw. untereinander angeordnet dargestellt werden. Die Anordnung von drei Ansichten auf einem Zeichenblatt nennt man Drei-Tafel-Bild. Für die Umsetzung des Drei-Tafel-Bildes denkt man sich das Drei-Tafel-System, das durch die Projektionsebenen gebildet wird entlang der y-Achse aufgeschnitten. Die Projektionsebenen der Seitenansicht und der Draufsicht werden nun um 90° geschwenkt, so dass alle Ansichten in einer Ebene zu liegen kommen. Auch hier werden wieder die in Projektionsrichtung nicht verdeckten Kanten und Umrisse als durchgezogene Linien gezeichnet, wohingegen die verdeckt liegenden - also in Projektionsrichtung nicht sichtbaren Kanten - mit Strichlinien dargestellt werden.

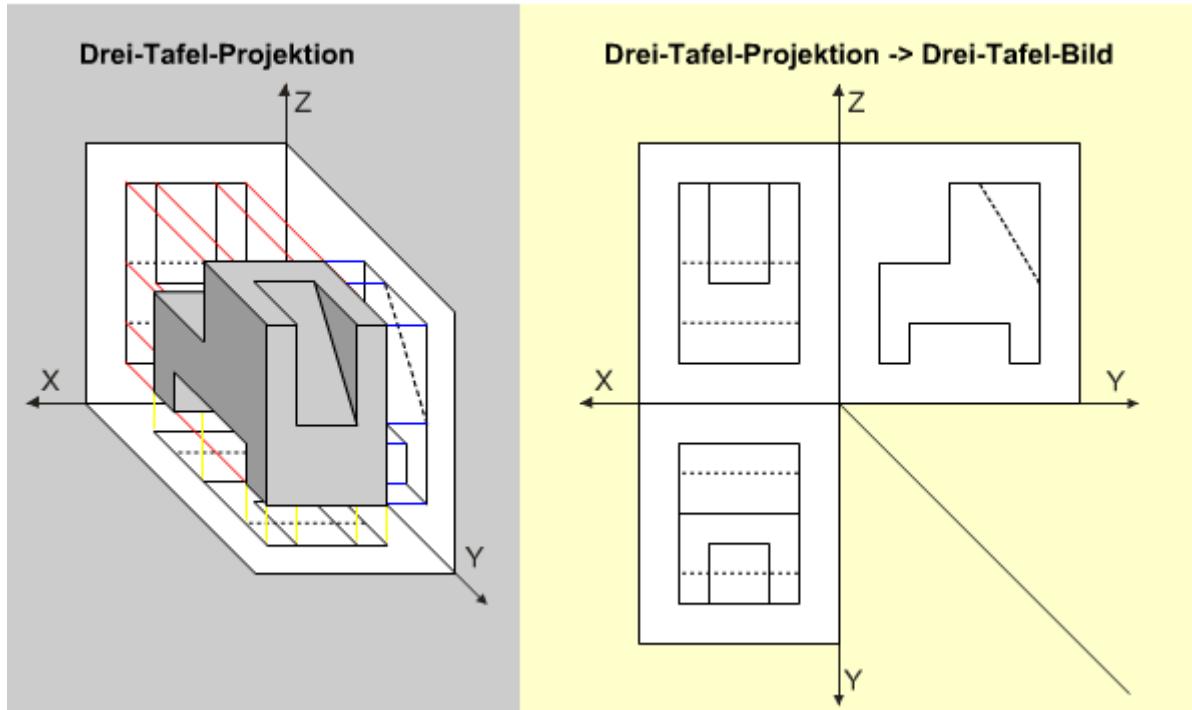


Abb. 7.5.1: Von der Drei-Tafel-Projektion zum Drei-Tafel-Bild.

Bezeichnungen und Auswahl der Ansichten

Im letzten Abschnitt wurde von drei Ansichten gesprochen: Der Vorderansicht, der Seitenansicht von links und der Draufsicht. Unter Umständen kann es notwendig sein, von einem Werkstück mehrere Ansichten zu zeichnen. Ist dies der Fall, spricht man von einem Mehr-Tafel-Bild. Wie die anderen Ansichten benannt werden, sehen Sie in der nachfolgenden Aufstellung. Die Ansichten werden mit Großbuchstaben gekennzeichnet. Die dazugehörige Blickrichtung wird durch die Angabe von Pfeilen und entsprechenden Kleinbuchstaben festgelegt.

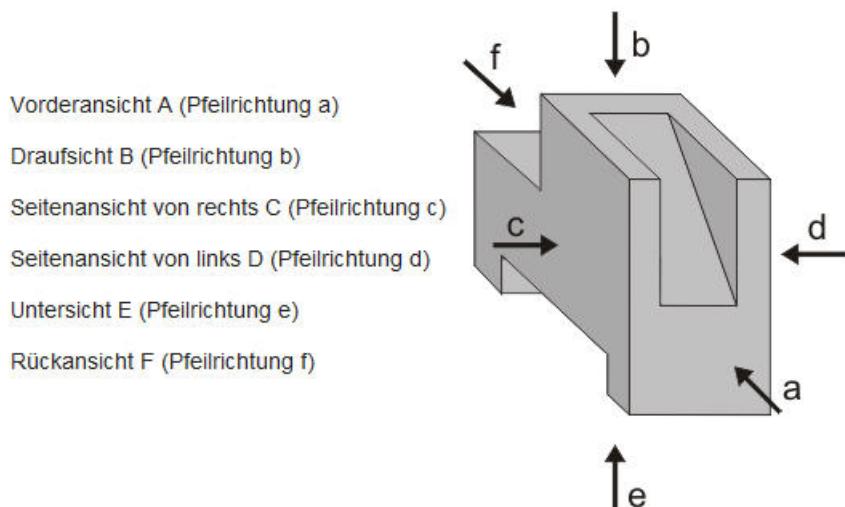


Abb. 7.6.1: Benennung der Ansichten

Warum beispielsweise bei dem vorher dargestellten Werkstück die drei Ansichten genau so gewählt wurden, hat seinen Grund in der Festlegung der Vorderansicht (Hauptansicht). Diese wird nämlich immer so gewählt, dass sie in Bezug auf die geometrische Form des Objekts oder Werkstück aussagekräftige Informationen liefert. Ob das Objekt oder Werkstück dann horizontal oder vertikal angeordnet wird, ist von der Funktions- oder Fertigungslage, der Einbau- oder Gebrauchslage abhängig. Dies bedeutet, dass das Werkstück immer so in der Vorderansicht angeordnet wird, wie es entweder gefertigt oder eingebaut wird oder wie es in Gebrauch ist. Bei einem Schrank beispielsweise wird man nicht die Rückseite als Vorderansicht (Hauptansicht) wählen. Da die Gebrauchslage vertikal ist, wird er auch so gezeichnet. Ein einzelnes Teil einer Maschine wird so gezeichnet, wie es später eingebaut wird.

Die anderen Ansichten in einem Mehr-Tafel-Bild werden um die Vorderansicht angeordnet. Auch dafür gibt es eine Norm. Sie wird später behandelt.

Aufgabe

Nachfolgend sind unterschiedliche Ansichtskombinationen desselben Körpers (jeweils untereinander) dargestellt. In der oberen Reihe der Darstellung befinden sich jeweils die Untersichten, in der Mitte die Seitenansichten (inkl. Vorder- bzw. Rückansicht) und unten die jeweiligen Draufsichten.

- Versuchen Sie von dem Werkstück eine isometrische Ansicht zu skizzieren.
- Klicken Sie von den mittleren Ansichten diejenige Ansicht an, die Ihrer Meinung nach gut als Vorderansicht geeignet ist.

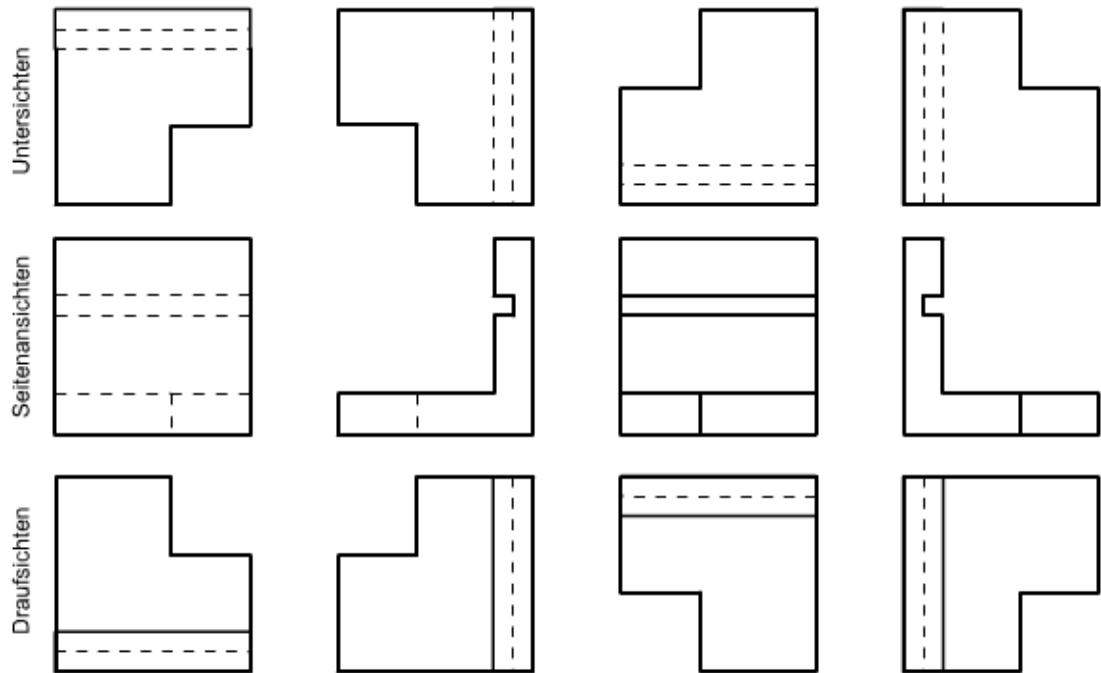


Abb. 7.6.2: Untersichten, Seitenansichten und Draufsichten eines Körpers

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Hinweise zur zeichnerischen Umsetzung eines Drei-Tafel-Bildes

Wie sind nun die drei Ansichten eines Drei-Tafel-Bildes auf dem Zeichenblatt anzugeordnen? Das soll hier geklärt werden. Im Wesentlichen müssen dafür folgende Schritte beachtet werden:

1. Festlegen der Vorderansicht in der Aufrissebene

Die Vorderansicht sollte so gewählt werden, dass mit ihr bereits viele Informationen mitgeliefert werden. Unter Umständen kommen bei bestimmten Werkstücken verschiedene Ansichten als Vorderansicht in Betracht. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Beispielen soll deshalb hier eine andere Seite unseres Werkstücks als Hauptansicht festgelegt werden.

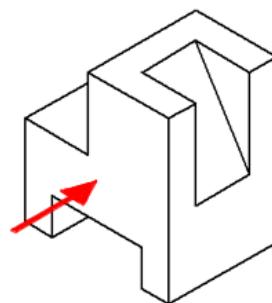


Abb. 7.7.1: Wahl der Vorderansicht

2. Festlegung des Maßstabes

Nicht alle Objekte oder Werkstücke können mit den realen Maßen - also im Maßstab 1:1 - gezeichnet werden. Sind die Werkstücke zu groß oder auch zu klein für eine Darstellung mit den wirklichen Maßen, muss ein Verkleinerungs-/ Vergrößerungsmaßstab gewählt werden. In dieser Lerneinheit soll auf Maßstäbe nicht weiter eingegangen werden, dies erfolgt in der Lerneinheit 12.

3. Festlegung der Lage des Blattes und Blattaufteilung

Die Vorder-, Seitenansicht und Draufsicht des Werkstücks sind so über die Breite bzw. Höhe des Blattes anzuordnen, dass zwischen den Ansichten und dem Blattrand jeweils Abstände vorhanden sind.

Meist wird zwischen den Ansichten ein Abstand von 20 - 30 mm gelassen. Zur Festlegung der Blatteinteilung rechnet man die Breite der Vorderansicht, den Abstand zwischen den Ansichten und die Breite der Seitenansicht zusammen und passt dieses Maß mittig auf das Zeichenblatt ein. Ebenso verfährt man mit den Höhen der Vorderansicht, dem Abstand zwischen der Vorderansicht und der Draufsicht und der Höhe der Draufsicht. Befindet sich auf dem Blatt ein Schriftfeld, sind die Vorderansicht und die Draufsicht zwischen dem oberen Blattrand und der oberen Linie des Schriftfeldes einzupassen.

Soll auf dem Zeichenblatt zusätzlich das Bild einer axonometrischen Parallelprojektion, beispielsweise einer Isometrie, angeordnet werden, verschiebt man die Drei-Tafel-Projektion nach oben.

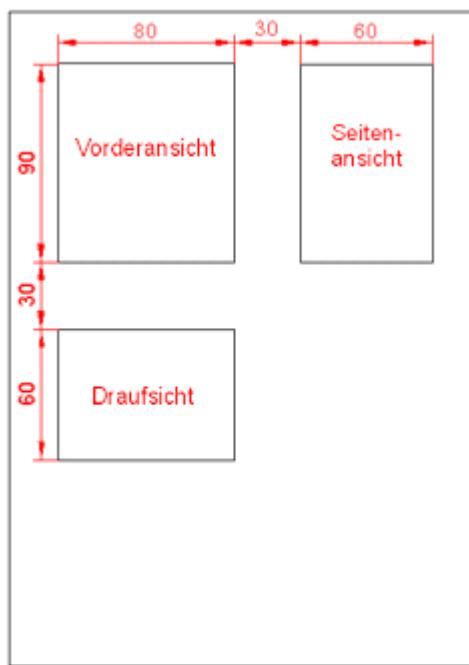


Abb. 7.7.2: Blatteinteilung

4. Eintrag der Umrissse (und ggf. der Symmetriearchsen) des Werkstücks in die Ansichten

Nach den vorangegangenen Überlegungen werden nun die Umrissse des Werkstücks auf das Blatt übertragen und mögliche Symmetriearchsen eingezeichnet (im vorliegenden Fall ist ein Eintrag der Symmetriearchsen nicht unbedingt notwendig, in der Darstellung grüne Strichpunktlinie). Von den Projektionsebenen der Drei-Tafel-Projektion genügt die Darstellung des Achsenkreuzes, um die die Ebenen geklappt wurden (in der Darstellung blau eingezeichnet). Vom Achsenkreuz aus haben die Umrisslinien jeweils gleiche Abstände. Für die Übertragung der Umrisslinien aus der Draufsicht in die Seitenansicht wird vom Schnittpunkt der Achsen eine Linie in 45° nach unten gezeichnet. Die Kanten aus der Draufsicht werden mit dieser Linie zum Schnitt gebracht und in die Seitenansicht gefluchtet.

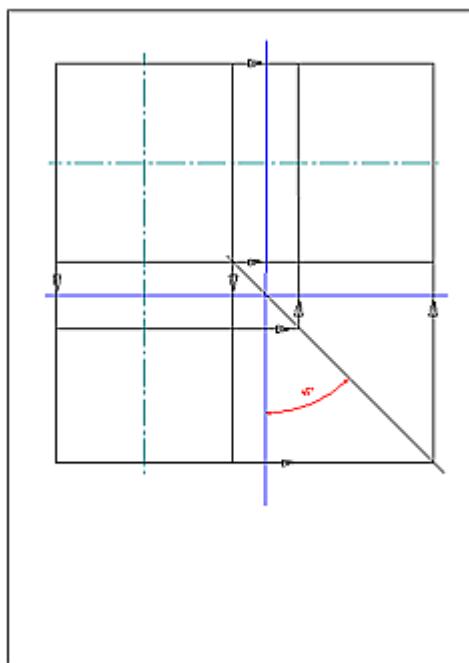


Abb. 7.7.3: Eintrag der Umrisse und Symmetrielinien

Für die Übertragung der waagrechten Umrisslinien der Draufsicht in die Seitenansicht bestehen insgesamt drei Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit haben Sie gerade eben kennen gelernt. Weitere Möglichkeiten gehen aus der mittleren und rechten Darstellung in Abb. 7.7.4 hervor.

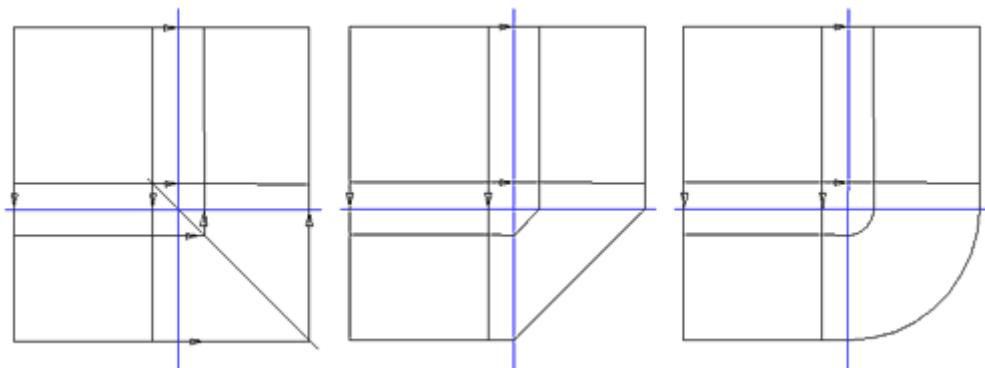


Abb. 7.7.4: Möglichkeiten der Übertragung der Kanten von der DS in die SA

5. Einzeichnen der Kanten in Vorderansicht und Draufsicht

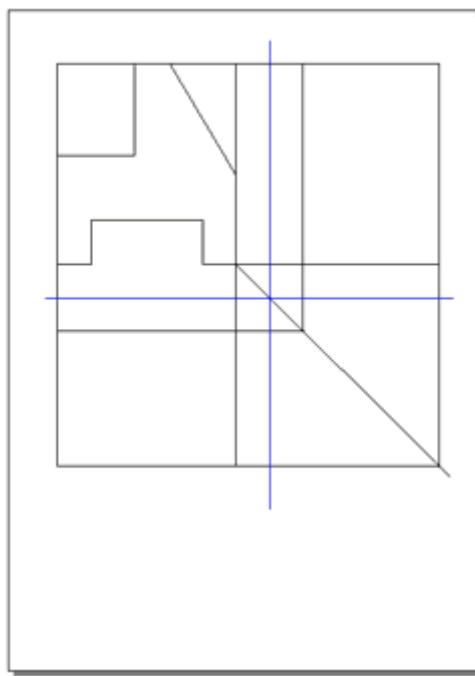


Abb. 7.7.5: Einzeichnen der Kanten in Vorderansicht

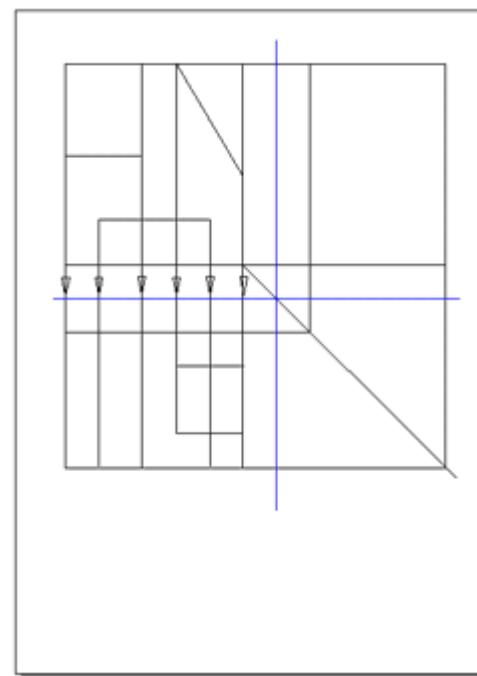


Abb. 7.7.6: Einzeichnen der Kanten in die Draufsicht unter Berücksichtigung der Vorderansicht

6. Übertragung der Kanten in die andere Seitenansicht

Nach dem Einzeichnen der Kanten in der Vorderansicht und der Draufsicht kann auch die Seitenansicht weiter ergänzt werden.

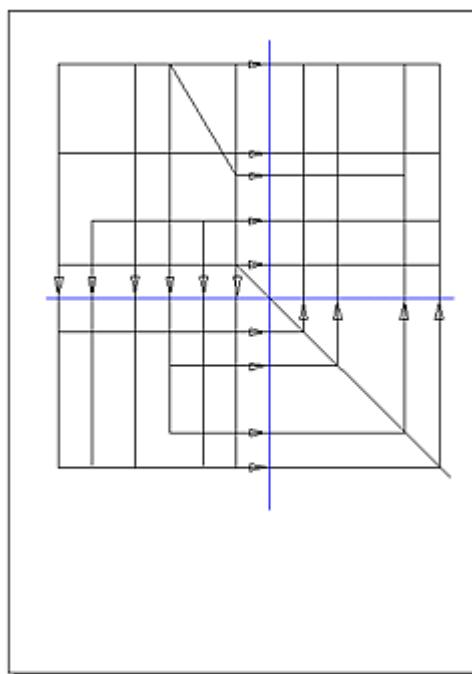


Abb. 7.7.7: Ergänzung der Kanten in die Seitenansicht

7. Ausradieren überflüssiger Linien und Ausziehen der Körperkanten mit entsprechenden Linienbreiten

Im nächsten Schritt können alle überflüssigen Konstruktionslinien wieder entfernt werden. Es bleiben nur die in der jeweiligen Ansicht sichtbaren Kanten und die verdeckten Kanten. Um beide zu unterscheiden, werden die sichtbaren Kanten zum einen mit Volllinien, also durchgezogenen Linien gezeichnet und die verdeckten Kanten mit Strichlinien. Außerdem werden die Volllinien breiter gezeichnet als die Strichlinien. Dies erreicht man entweder durch verschiedene Minenstärken oder durch einen unterschiedlich starken Andruck bei der Zeichnung. Näheres zur den Linien erfahren Sie in Lerneinheit 11.

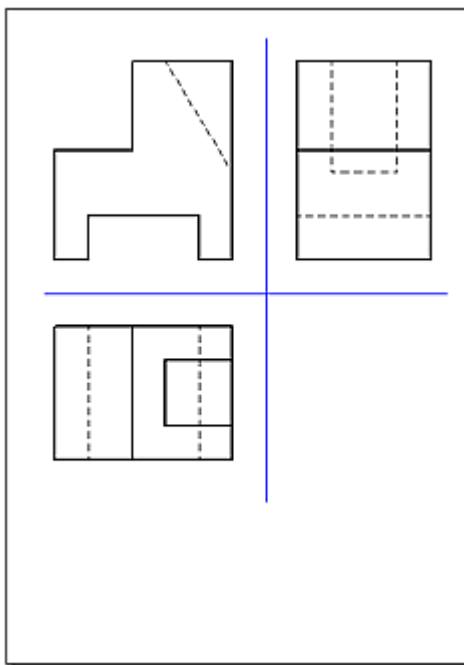


Abb. 7.7.8: Das fertige Drei-Tafel-Bild

8. Eintragen der Maßlinien

Zuletzt muss das Werkstück eigentlich noch bemaßt werden. Das wollen wir uns an dieser Stelle sparen. Näheres zur Bemaßung erfahren Sie in Lerneinheit 10.

Die Darstellung der Ansichten nach DIN ISO 5456-2

Wie Sie sicher schon bemerkt haben, ist es nicht egal, wie die einzelnen Ansichten auf einem Zeichenblatt angeordnet werden. Besonders dann, wenn von einem Werkstück mehrere Ansichten darzustellen sind, sind Regeln einzuhalten. Diese sind in der DIN ISO 5456-2 festgehalten.

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten:

Pfeilmethode

Bei der ersten Möglichkeit, der Pfeilmethode, wird die Hauptansicht (Vorderansicht) festgelegt und auf das Blatt gezeichnet, anschließend werden verschiedene, auf die einzelnen Seiten der Ansicht ausgerichtete Pfeile gezeichnet und mit Buchstaben versehen. Die Pfeile sind Symbole für die Blickrichtung, gemäß der dann die entsprechende Ansicht auf dem Blatt angeordnet wird. Unter jede Ansicht wird der entsprechende Buchstabe für die sich aus der Blickrichtung ergebende Ansicht gesetzt.

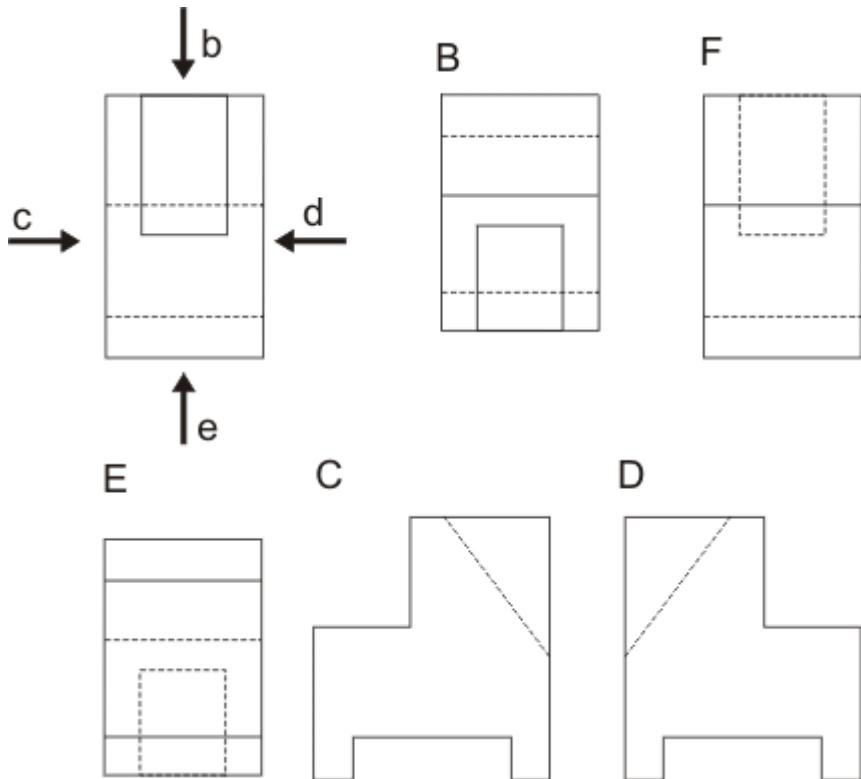


Abb. 7.8.1.1: Anordnung der Ansichten nach der Pfeilmethode (bei F handelt es sich um die Rückansicht)

Die Pfeilmethode hat den Vorteil, dass die Anordnung der Ansichten nach dem zur Verfügung stehenden Platz auf dem Zeichenblatt und der Werkstückgeometrie erfolgen kann.

Projektionsmethode 1

Bei der Projektionsmethode 1 ist die Anordnung der einzelnen Ansichten genau festgelegt. Die nachfolgende Zeichnung zeigt, wie das in unserem Fall aussehen würde.

Ansicht A: Hauptansicht (Vorderansicht)

Ansicht B: die Draufsicht liegt unterhalb

Ansicht E: die Untersicht liegt oberhalb

Ansicht C: die Seitenansicht von links liegt rechts

Ansicht D: die Seitenansicht von rechts liegt links

Ansicht F: die Rückansicht darf rechts oder links liegen

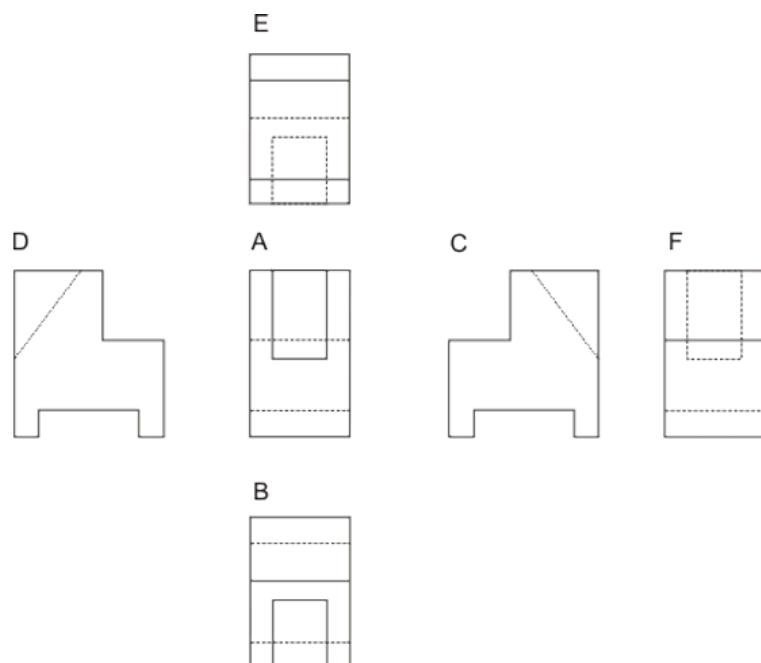


Abb. 7.8.2.1: Anordnung der Ansichten nach der Projektionsmethode 1

Ob die Projektionsmethode 1 angewendet wird, lässt sich durch folgendes Symbol ausdrücken.

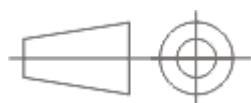


Abb. 7.8.2.2: Symbol für Projektionsmethode 1

Projektionsmethode 3

Auch bei einer weiteren Projektionsmethode, der Projektionsmethode 3, ist die Anordnung der Ansichten exakt festgelegt. Wie, ist in der nachfolgenden Zeichnung dargestellt.

Ansicht A: Hauptansicht (Vorderansicht)

Ansicht B: die Draufsicht liegt oberhalb

Ansicht E: die Untersicht liegt unterhalb

Ansicht C: die Seitenansicht von links liegt links

Ansicht D: die Seitenansicht von rechts liegt rechts

Ansicht F: die Rückansicht darf rechts oder links liegen

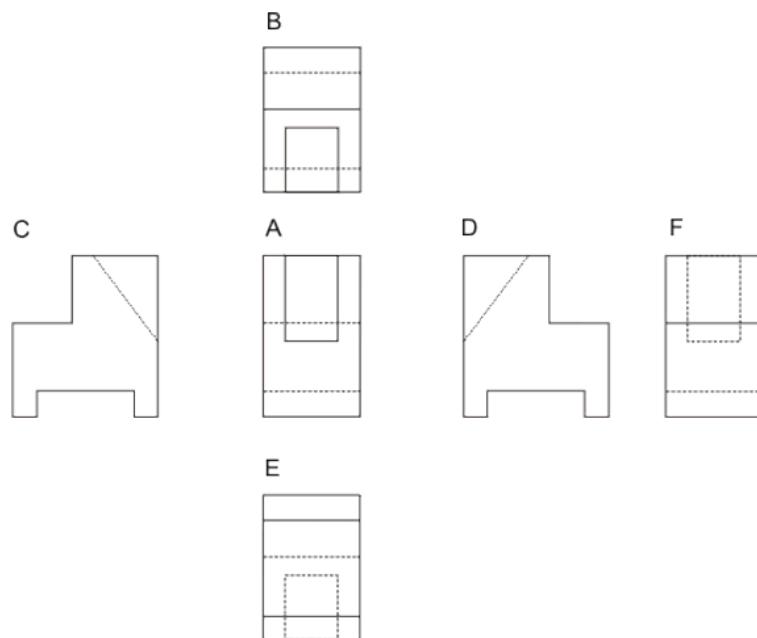


Abb. 7.8.3.1: Anordnung der Ansichten nach der Projektionsmethode 3

Ob die Projektionsmethode 3 angewendet wird, lässt sich durch folgendes Symbol ausdrücken.

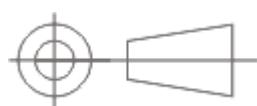
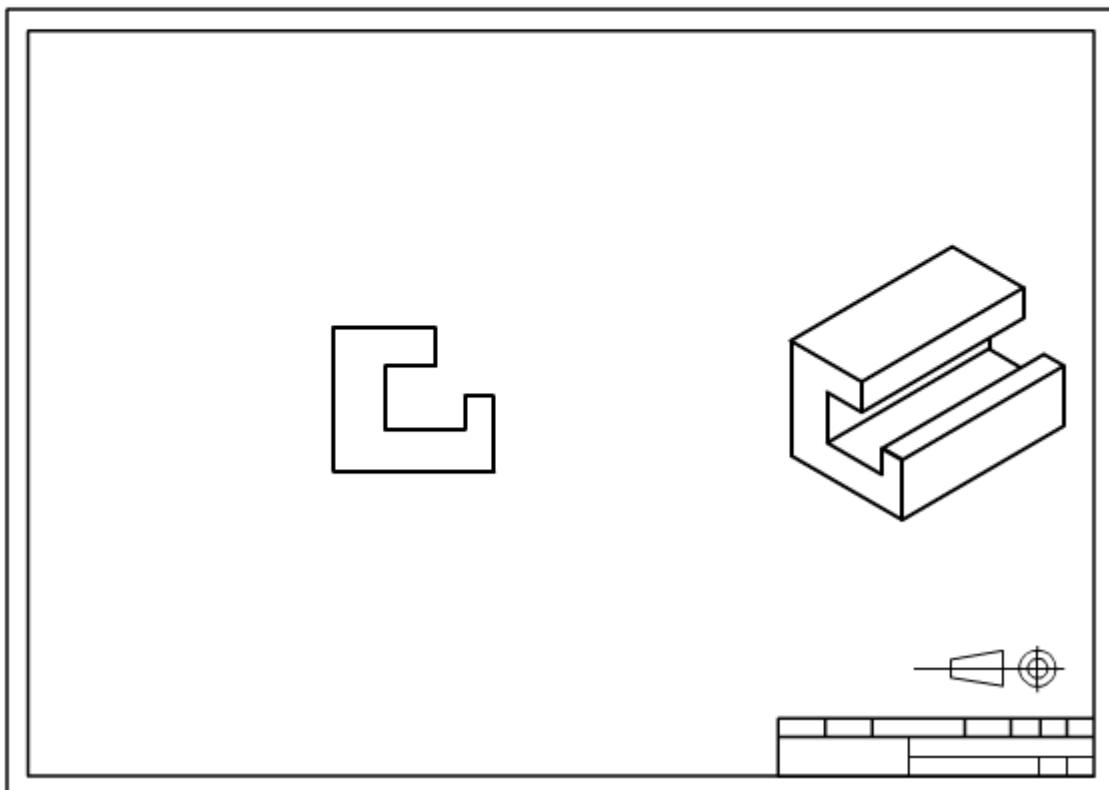
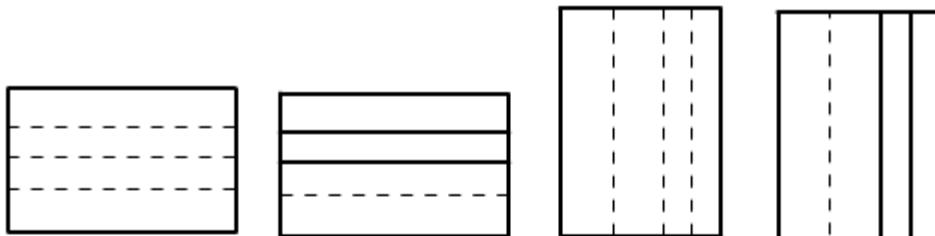


Abb. 7.8.3.2: Symbol für Projektionsmethode 3

Aufgabe

Ordnen Sie die Zeichnungsansichten auf dem Blatt nach der Projektionsmethode 1 an. Ziehen Sie dazu die Ansichten an ihren jeweiligen Platz. Auf die Rückansicht wurde bei der Darstellung verzichtet.



Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Übungsaufgaben

Aufgabe 1

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.

Was stimmt?

- Für maßgenaue und formtreue technische Zeichnungen eignen sich alle Projektionsverfahren
- Formtreue und maßgenaue Darstellungen werden nur mit axonometrischen Parallelprojektionen wie Isometrie oder Dimetrie erreicht
- Richtige Maße für die Länge von Kanten lassen sich auch aus axonometrischen Projektionen ermitteln
- Maß- und formtreue Darstellungen erreicht man durch orthogonale Parallelprojektionen bei denen der Körper jeweils mit einer Seite parallel bzw. senkrecht zur Projektionsebene steht

Aufgabe 2

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.

Welche Ansichten werden in einem Drei-Tafel-Bild dargestellt?

- Rückansicht
- Vorderansicht
- Untersicht
- Seitenansicht von links
- Draufsicht

Aufgabe 3

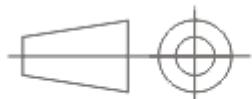
Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.

Welche Aussage ist richtig?

- Bei einem Drei-Tafel-Bild wird immer die Ansicht als Vorderansicht ausgewählt, bei der am wenigsten Linien zu sehen sind.
- Die Vorderansicht in einem Drei-Tafel-Bild wird so gewählt, dass nur verdeckte Kanten sichtbar sind.
- Die Ansicht, die für den Betrachter am aussagekräftigsten ist, wird als Vorderansicht gewählt.

Aufgabe 4

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.



Welche Projektionsmethode wird durch dieses Symbol bestimmt?

- Projektionsmethode 1
- Pfeilmethode
- Projektionsmethode 3

Die Lösungen zu den Aufgaben finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Praxisbeispiel

Gegeben sind Vorderansicht und Seitenansicht eines Körpers. Der Körper besitzt eine Ausklinkung, eine Nut und eine Abflachung.

Zu zeichnen ist die Draufsicht mit allen verdeckten Kanten!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegende Kenntnisse über das Drei-Tafel-Bild aneignen.

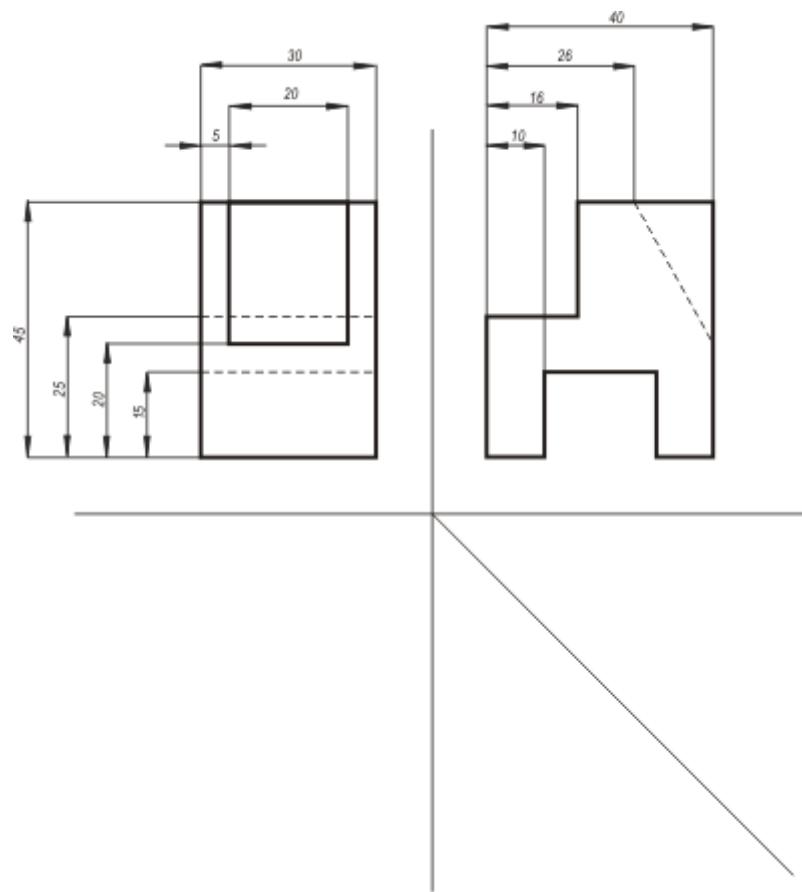


Abb. 7.10.1

Zeichnen der Draufsicht

So sieht das Ergebnis aus:

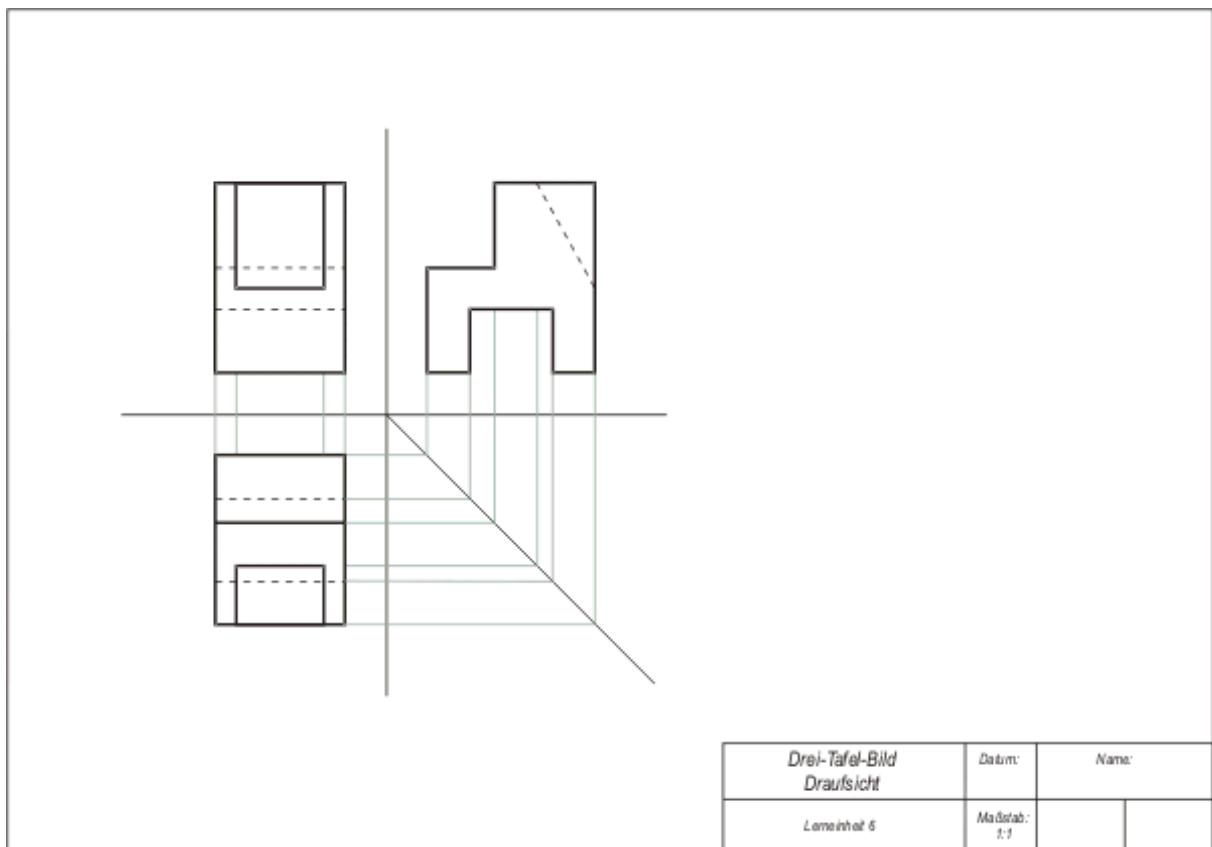


Abb. 7.10.2

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Neben den eher fertigungsbezogenen Zeichnungen, die die Spielfeldeinteilung, die konstruktive Durchbildung des Kastens sowie die Form der Steine für das geometrische Formenspiel betreffen, sollen nun auch Kombinationsvorschläge für das Raumpuzzle gezeichnet werden. Die perspektivischen Darstellungen von verschiedenen Anordnungen der Bausteine (s. Abb. 7.11.1) sind sowohl für die Spielanleitung notwendig als auch für etwaige Werbemaßnahmen. Das Raumpuzzle ist ja eigentlich ein Spiel ohne Spielregeln. Es lassen sich die verschiedensten Gebilde herstellen. Um jedoch gezielt Raumvorstellungssübungen beim Nutzer anzuregen, sollen Bauvorschläge in die Anleitung eingefügt werden.

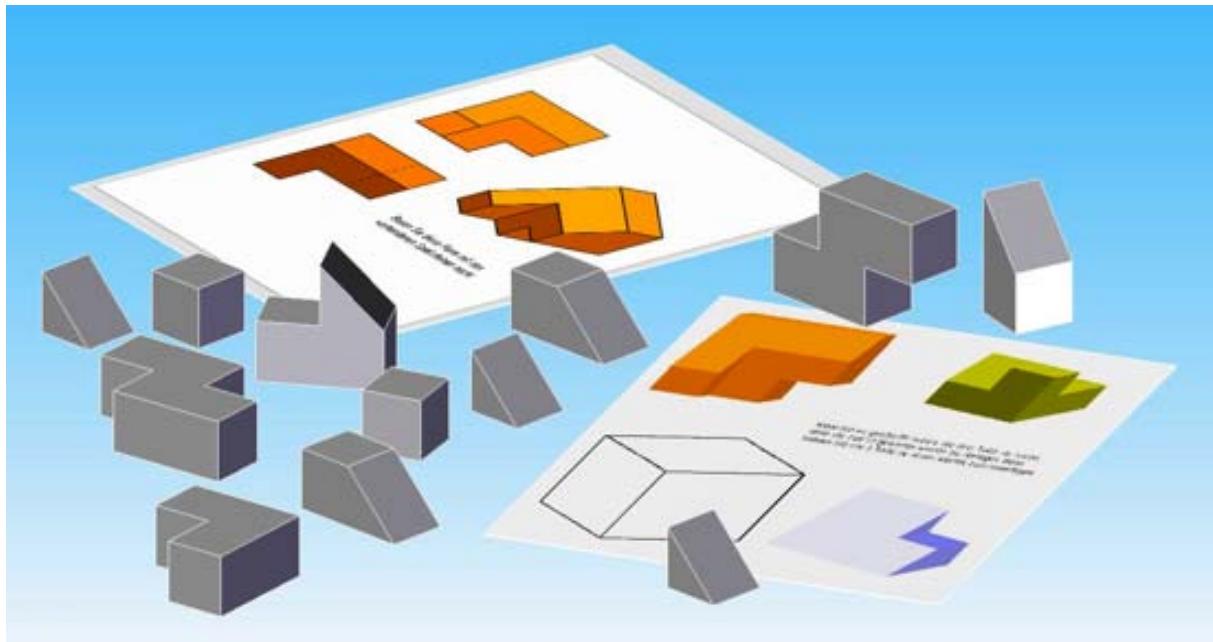


Abb. 7.11.1: Anleitungen und Bauvorschläge für das Raumpuzzle

Der Bauvorschlag, der im Rahmen dieser Lerneinheit angefertigt werden soll, zeigt ein komplexes raumgeometrisches Gebilde. Verzichtet wurde jedoch auf die Darstellung der Grenzen zwischen den Bausteinen. Dadurch soll der Nutzer der Spielesammlung zum Probieren und Knobeln angeregt werden. Eine Darstellung mit Normalansichten wie sie die Aufgabenstellung vorgibt, eignet sich wegen der Komplexität des Gebildes nicht für den Spieler. Anschaulicher ist eine isometrische Darstellung.

Methodische Hinweise

In der Angabe zur Aufgabenstellung ist ein Drei-Tafel-Bild dargestellt, von dem aus die isometrische Darstellung abgeleitet werden muss. Falls die Art der Darstellung bei den Schülern Probleme bereiten sollte, muss hier noch einmal auf diesen Sonderfall der Parallelprojektion verwiesen werden: Es handelt sich dabei um eine Projektionsdarstellungen eines Körpers auf Projektionsebenen mittels zur Projektionsebene senkrechten Strahlen. Die Projektionsebene liegt zudem parallel oder senkrecht zu wichtigen Begrenzungsflächen des Körpers. Relativ einfach lässt sich das mit Schattenwürfen oder Umfahrungen eines Körpers mittels Bleistift erläutern. Auf die Bedeutung und Darstellung verdeckter Kanten sollte hier ebenfalls kurz eingegangen werden.

Projektaufgabe

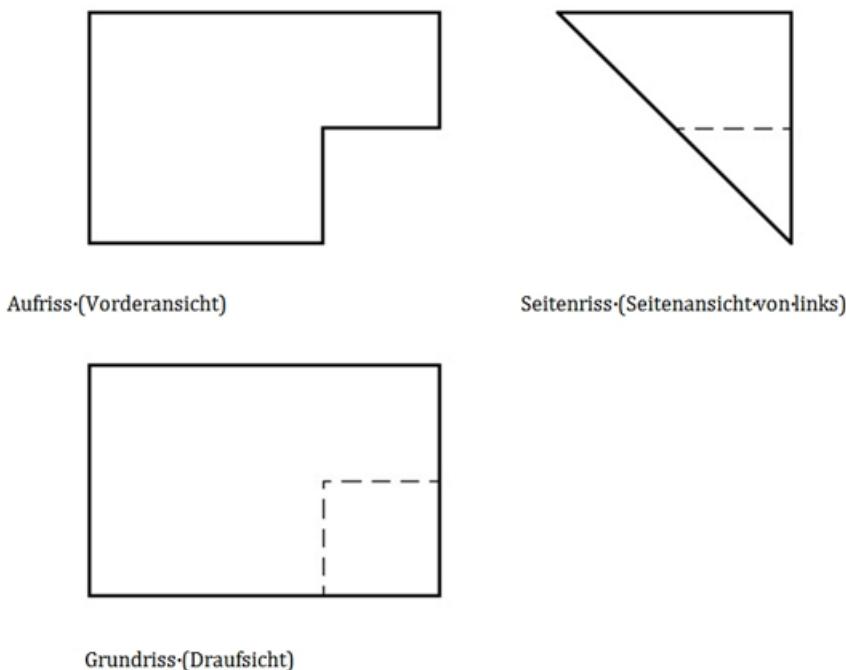


Abb. 7.12.1: Kombination von Raumpuzzleteilen zu einer Figur

Dargestellt sind drei „Normalrisse“ der Kombination von Spielsteinen des Raumpuzzles. Was unter Normalrisse zu verstehen ist, können Sie in Lerneinheit 5 in Erfahrung bringen. Aus dieser Darstellung sollen Sie eine isometrische Darstellung des Steines erstellen. Dazu müssen Sie sich mit der Theorie in dieser Lerneinheit auseinandersetzen.

Es handelt sich hier um einen Dreiecksstab, der auf seiner Kante steht. Von vorne gesehen wird die rechte untere Ecke weggeschnitten.

Zeichnen Sie die Form in der genormten Isometrie in doppelter Größe (Maßstab 2:1) so, dass die senkrechte Wand und der Ausschnitt vorne liegen. Anders ausgedrückt: Vorderansicht von rechts / oben.

Zeichnen Sie auch die verdeckten Kanten ein. Diese werden – wie auch oben dargestellt – als Strichlinien dargestellt. Näheres dazu finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Die Maße: Größe und Breite 60mm, Höhe 40 mm, Ausschnitt 20x20 mm

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 8: Dimetrie

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Vorteile einer dimetrischen Darstellung
- Anordnung des Koordinatensystems zur Erstellung einer dimetrischen Ansicht
- Unterschied zwischen den eigentlichen dimetrischen Koordinateneinheiten und den zeichnerisch-maßstäblichen Koordinateneinheiten
- Abbildungsvorschriften für dimetrische Darstellungen
- Formeln für die Berechnung von Halbachsen und Schmiegekreisradien

Fähigkeiten:

- Weiterentwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens
- Erfassen der Raumgestalt und Auswahl zweckmäßiger Ansichten
- Blatteinteilung
- Konstruktion dimetrischer Darstellungen mittels Koordinatensystem
- Anwenden zweckmäßiger Konstruktionsverfahren für Ellipsen

Fachliche Grundlagen

Aufgaben zur Wiederholung

Die Dimetrie (auch Ingenieuraxonometrie genannt) wird dann verwendet, wenn man die Frontansicht eines Gegenstandes weitgehend unverzerrt darstellen, andererseits aber die Vorteile der Normalprojektion beibehalten will.

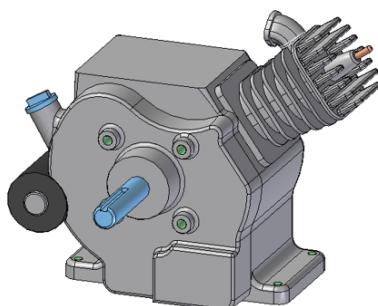


Abb. 8.1.1: Dimetrie eines Motors

Wiederholen Sie zunächst die zur Dimetrie gehörigen Abschnitte in Lerneinheit 5 und bearbeiten Sie dann den folgenden Test:

Aufgabe

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.

Welche der folgenden Behauptungen sind richtig?

- Bei der Dimetrie werden Figuren der y-z-Ebene unverzerrt abgebildet.
- Die Dimetrie eignet sich besonders gut zur Darstellung von ebenflächig begrenzten Werkstücken, wenn auf die detaillierte Abbildung einer bestimmten Seitenfläche besonders großer Wert gelegt wird.
- Bei der Dimetrie werden Quadrate, deren Seiten parallel zur x- und y-Achse oder zur y- und z-Achse liegen, auf Parallelogramme mit Innenwinkeln von ca. 49° bzw. ca. 131° abgebildet.
- Dimetrische Ansichten sind stets solchen in Kabinettoperspektive ähnlich.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Dimetrische Darstellung von Vielfächnern

Allgemeines

Bei der dimetrischen Darstellung von Vielfächnern geht man in aller Regel davon aus, dass die Grundfläche des Körpers in der x-y-Ebene liegt, und dass wichtige Seitenansichten parallel zur x-z- bzw. zur y-z-Ebene verlaufen.

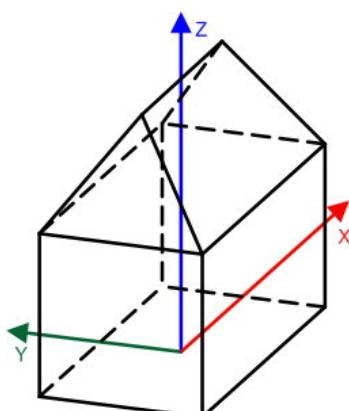


Abb. 8.2.1.1: Dimetrische Abbildung eines Hauses, bei der alle Kanten dargestellt sind, und bei der der Koordinatenursprung in der Mitte der Grundfläche liegt. In diesem Fall wären auch negative x- bzw. y-Koordinaten zu berücksichtigen.

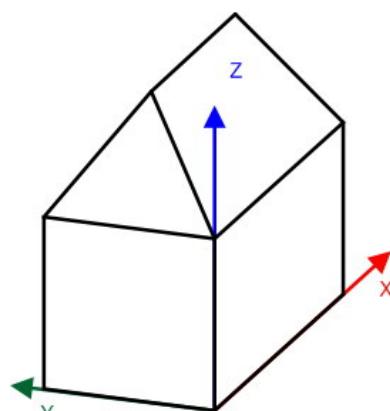


Abb. 8.2.1.2: Dimetrische Darstellung eines Hauses in Obersicht (nicht sichtbare Kanten versteckt). Das Koordinatensystem ist hier so angeordnet, dass ausschließlich positive Koordinaten zu berücksichtigen wären.

Anhand der beiden Abbildungen 8.2.1.1 und 8.2.1.2 können Sie sehen, dass die dimetrische Darstellung unabhängig von einer Parallelverschiebung des Koordinatensystems ist. Bei einer "puren" dimetrischen Darstellung, die ausschließlich auf der Normalprojektion beruht, müssten die Koordinateneinheiten der y- und der z-Achse das ca. 0,94 - fache und die Einheit der x-Achse etwa das 0,47 - fache der Einheit des mit dem Gegenstand tatsächlich verbundenen Koordinatensystems betragen. Da es in der Praxis aber stets nur darauf ankommt, dass ein Gegenstand in einem bestimmten Maßstab gezeichnet wird, kann die für die y- und z-Achse gemeinsame Koordinateneinheit beliebig zweckmäßig gewählt und mit einer bestimmten, tatsächlichen Längeneinheit in Verbindung gebracht werden. Wenn man in der dimetrischen Darstellung etwa die Koordinateneinheit 1 cm für die y- und die z-Achse (und somit 0,5 cm für die x-Achse) verwendet und die Festlegung "1 cm auf der y- bzw. z-Achse entspricht 5 m" trifft, so würde eine in Wahrheit 20 m lange Mauerkante, die parallel zur y- oder z-Achse ist, mit der Länge 4 cm eingezeichnet werden. In diesem Falle kann man auch kurz von einer dimetrischen Zeichnung mit Maßstab 1:500 sprechen.

Beispiele

Beispiel 1 (simpel):

Ein Turm besteht aus einer quadratischen Säule mit den Grundkanten der Länge 8 m und der Höhe 20 m. Auf ihn ist ein Dach in der Form einer geraden Pyramide aufgesetzt, welche die Höhe 7 m hat.

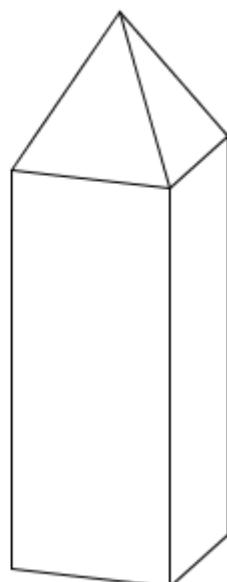
Wir wählen für die dimetrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, dass die x- bzw. y-Achse parallel zu Grundkanten des Turms verläuft.

Die Einzelschritte der Konstruktion können Sie in der folgenden Bildfolge betrachten:

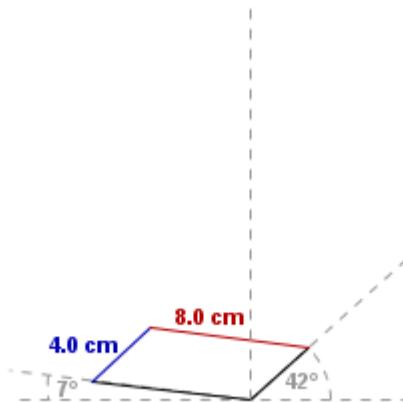
Schritt 1

Ein Turm besteht aus einer quadratischen Säule mit den Grundkanten der Länge 8 m und der Höhe 20 m. Auf ihn ist ein Dach in der Form einer geraden Pyramide aufgesetzt, welche die Höhe 7 m hat.

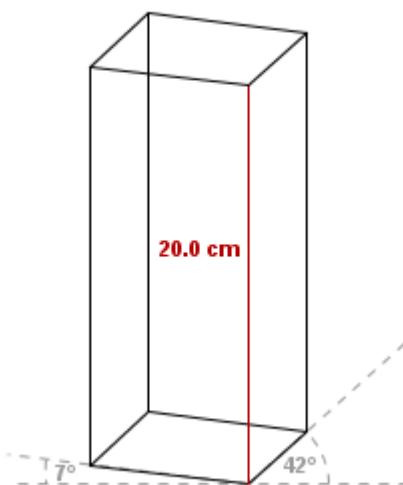
Wir wählen für die dimetrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, daß die x- bzw. y-Achse parallel zu Grundkanten des Turms verlaufen.



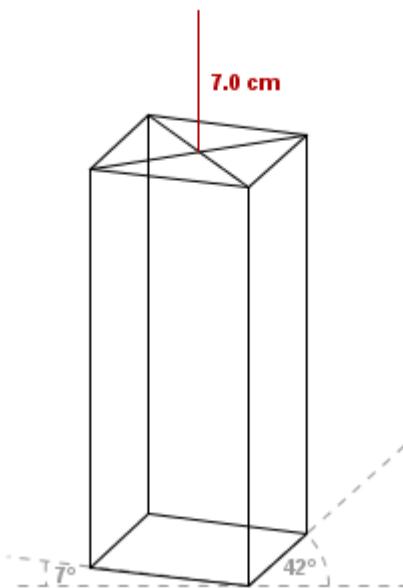
Schritt 2 Einzeichnen der Grundfläche



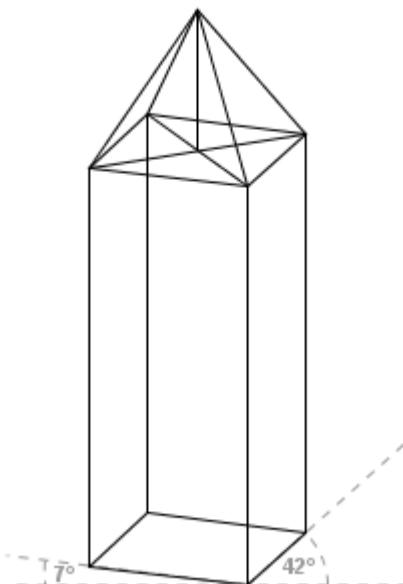
Schritt 3 Einzeichnen der Höhenkanten und der Deckfläche



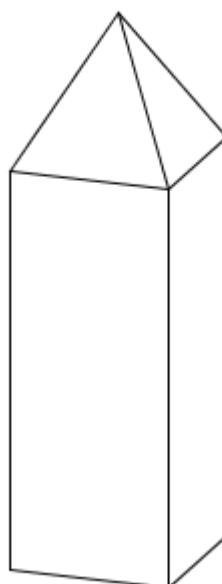
Schritt 4: Einzeichnen der Pyramidenhöhe; da es sich um eine gerade Pyramide handelt, ist die Höhe von Diagonalenschnittpunkt der Deckfläche aus abzutragen



Schritt 5: Vervollständigung der Dachpyramide durch Einzeichnen der Seitenkanten



Schritt 6: Löschen der unsichtbaren Kanten (bzgl. Obersicht) und der Hilfslinien. In der Praxis wird man die unsichtbaren Kanten nach einiger Übung i.d.R. erst gar nicht einzeichnen.



Beispiel 2 (komplizierter):

Ein Gartenpavillon besteht aus einem geraden Prisma und einem Dach, welches einer geraden Pyramide entspricht. Die Grundfläche des Prismas ist ein regelmäßiges Sechseck mit der Seitenlänge 2 m, die Höhe des Prismas beträgt 3 m. Die Pyramiden spitze ist 2 m von der Deckfläche des Prismas entfernt. Die von der Pyramiden spitze herablaufenden Kanten stehen noch in einer Länge von 0,5 m vor.

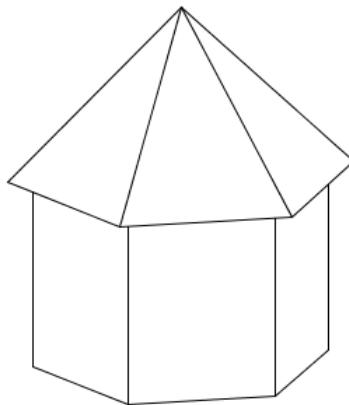
Wir wählen für die dimetrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, dass die x- bzw. y-Achse parallel zu aufeinander senkrecht stehenden Symmetrieeachsen des Sechsecks verlaufen.

Die Einzelschritte der Konstruktion können Sie in der folgenden Bildfolge betrachten:

Schritt 1:

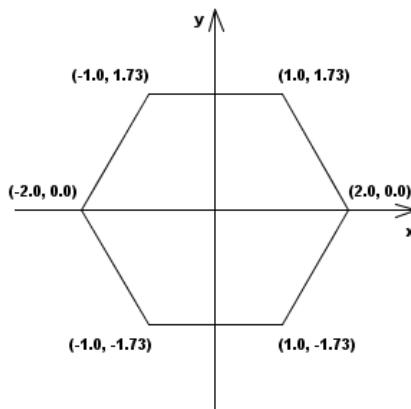
Ein Gartenpavillon besteht aus einem geraden Prisma und einem pyramidenförmigen Dach. Die Grundfläche des Prismas ist ein regelmäßiges Sechseck mit der Seitenlänge 2 m, die Höhe des Prismas beträgt 3 m. Die Pyramidenspitze ist 2 m von der Deckfläche des Prismas entfernt. Die von der Pyramidenspitze herablaufenden Kanten stehen noch in einer Länge von 0,5 m vor.

Wir wählen für die dimetrische Darstellung den Maßstab 1:100 und verlangen, daß die x- bzw. y-Achse parallel zu aufeinander senkrecht stehenden Symmetriearchsen des Sechsecks verlaufen.



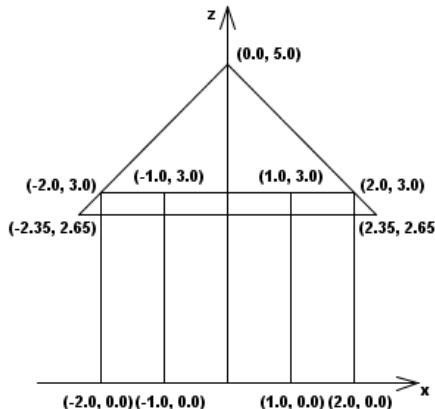
Schritt 2:

Die Grundfläche des Pavillons (das Sechseck) im x-y-Koordinatensystem hat dann das folgende Aussehen (der gerundete Wert 1.73 entspricht jeweils genaugenommen der Quadratwurzel aus 3):



Schritt 3:

Der Aufriss des Pavillons im x-z-Koordinatensystem verläuft folgendermaßen (angezeigt werden die Koordinaten wichtiger Eckpunkte - auch der nicht sichtbaren Punkte):



Schritt 4:

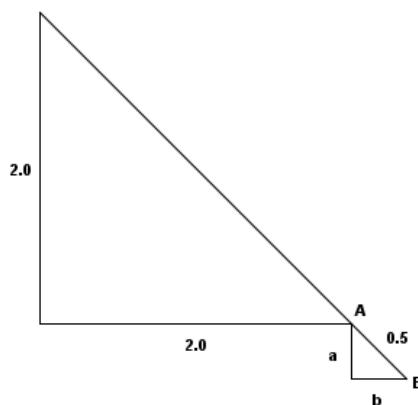
Berechnung eines "Traufenpunktes" B aus den Koordinaten des Eckpunktes A

Der Wert 2.65 bei den beiden Eckpunkten der "Dachtraufe" kommt dabei so zustande:

In Vergrößerung schaut die Dachtraufe so aus:

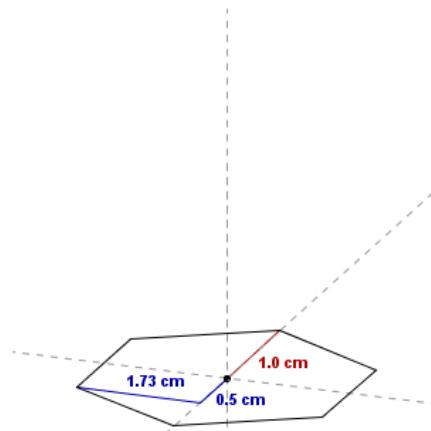
Da $a = b$ (gleichschenklig-rechtwinkliges Dreieck!) gilt wegen des Satzes von Pythagoras, daß

$$a = b = \frac{0.5}{\sqrt{2}} \approx 0.35.$$



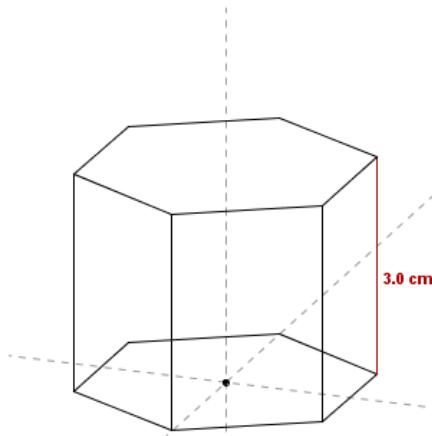
Schritt 5:

Bei der Erstellung der dimetrischen Ansicht beginnen wir mit der Grundfläche: Aus dem dimetrischen Bild der Grundfläche ist die Konstruktion zweier Eckpunkte durch Abtragung der x- bzw. y-Koordinaten ersichtlich:



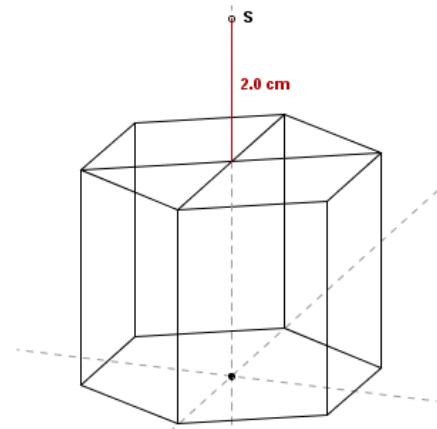
Schritt 6:

Die Abtragung der Höhen parallel zur z-Achse ergibt das dimetrische Bild des prismatischen Grundkörpers:



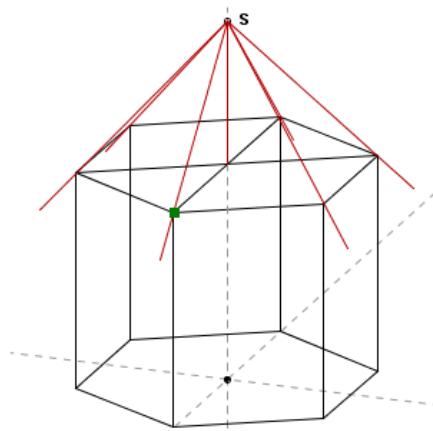
Schritt 7:

Die Dachspitze erhält man, indem man von dem Diagonalenschnittpunkt des oberen Sechsecks 2 cm vertikal nach oben abträgt:



Schritt 8:

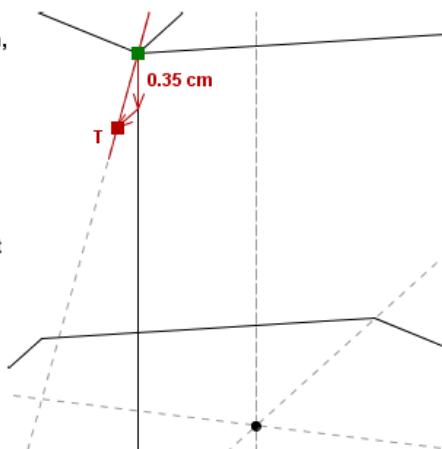
Durch die Pyramidenspitze und die oberen Eckpunkte des Prismas werden die Dachkanten gezogen.



Schritt 9:

Konstruktion des Traufenpunktes in der Vergrößerung

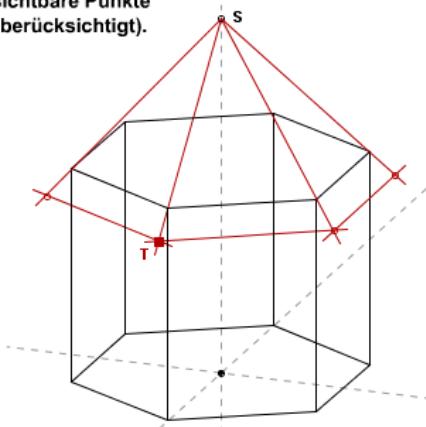
Um schließlich das Dach des Pavillons zu vervollständigen, gehen wir vom markierten Eckpunkt des oberen Sechsecks aus. Dieser Punkt liegt genau über der (negativen) x-Achse. Der zugehörige "Traufenpunkt" T ergibt sich, wenn man 0,35 cm nach unten geht und von dort aus eine Parallele zur x-Achse zieht. T ist der Schnittpunkt der Parallelen und der verlängerten Dachkante.



Schritt 10:

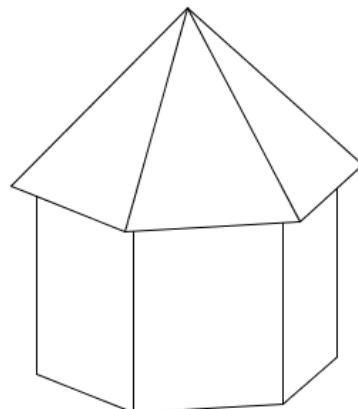
Konstruktion der restlichen Traufenpunkte

Ausgehend von einem Traufenpunkt (fett) werden die restlichen konstruiert (offenbar nicht sichtbare Punkte sind nicht mehr berücksichtigt).



Schritt 11:

Läßt man schließlich unsichtbare Linien (Obersicht vorausgesetzt) verschwinden, so ergibt sich die dimetrische Ansicht des Pavillons.



Drehkörper in dimetrischer Darstellung

Abbildung von Kreisen

Um die Abbildung von Drehkörpern bewältigen zu können, müssen wir uns zunächst mit der dimetrischen Perspektive von Kreisen beschäftigen.

Das dimetrische Bild eines Würfels, dessen Kanten mit der Seitenlänge s jeweils parallel zur x -, y -, z -Achse verlaufen und in dessen Seitenflächen Kreise einbeschrieben sind, ist (in Oberansicht):

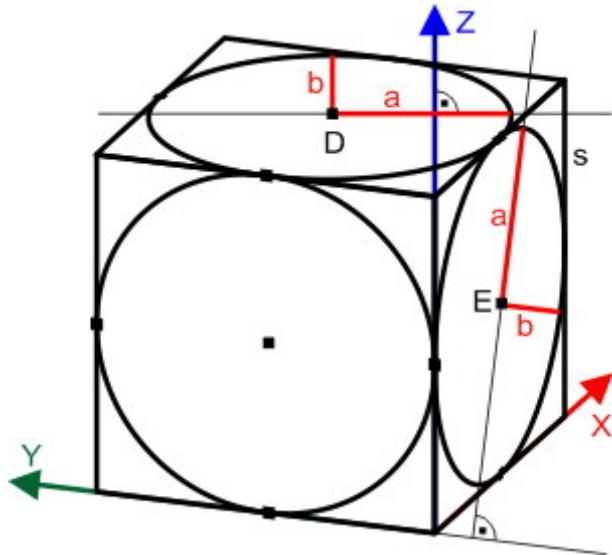


Abb. 8.3.1.1: Dimetrisches Bild eines Würfels mit Kreisen

Die x-z-Seitenquadrate (z.B. die rechte Seite in der obigen Abbildung) und die y-z-Seitenquadrate (z.B. die Oberseite in der obigen Abbildung) werden zu (gleichen) Parallelogrammen mit den Innenwinkeln $180^\circ - 7^\circ - 42^\circ = 131^\circ$ bzw. 49° , die einbeschriebenen Kreise werden zu Ellipsen mit den Halbachsen a bzw. b. Wenn s die Höhe des Quaders im dimetrischen Bild ist, so gilt:

$$a = \frac{3}{4\sqrt{2}}s \approx 0.53s$$

$$b = \frac{1}{4\sqrt{2}}s \approx 0.18s.$$

Die große Halbachse a geht dabei vom Diagonalenschnittpunkt des jeweiligen Parallelogramms aus, sie steht senkrecht auf der y- bzw. z-Achse.

Da die den y-z-Quadranten einbeschriebenen Kreise auf Ellipsen abgebildet werden, die nur sehr wenig von der Kreisform abweichen, ist es üblich, statt dieser Ellipsen Kreise mit Radius $s/2$ (in obigem Bild rot eingetragen) zu zeichnen.

Die Radien der Schmiegekreise R bzw. r in den Scheiteln der Ellipsen der x-z- bzw. x-y-Quadrate berechnen sich zu:

$$R = \frac{a^2}{b} = \frac{9}{4\sqrt{2}}s \approx 1.59s$$

$$r = \frac{b^2}{a} = \frac{1}{12\sqrt{2}}s \approx 0.06s.$$

Wenn also ein Kreis, der in der x-z-Ebene liegt, einen Durchmesser von 10 cm hat, mithin einem Quadrat einbeschrieben ist, welches ebenfalls die 10 cm als Seitenlänge hat, so wird bei einer dimetrischen Abbildung mit Maßstab 1:1 das Quadrat in ein 131° - 49° -Parallelogramm mit Seitenlängen 10 cm und 5 cm übergeführt; der Kreis wird in eine Ellipse abgebildet, welche die Halbachsen a = 5.3 cm und b = 1.8 cm hat.

Die große Halbachse liegt dann auf dem Lot zur y-Achse (welche mit der z-Achse einen Winkel von 83° einschließt) durch den Diagonalenschnittpunkt des Parallelogramms, die kleine Halbachse senkrecht dazu (jeweils vom Diagonalenschnittpunkt aus). Für das Zeichnen der Ellipse bestehen dann die folgenden Möglichkeiten:

- Berechnung und Einzeichnen der beiden Halbachsen und damit Konstruktion der Ellipse
- Konstruktive Einbeschreibung der Ellipse in das Parallelogramm (s. Abb. 2.3.2.7)
- Näherungsweises Zeichnen der Ellipse mit Hilfe der (berechneten oder konstruierten) Scheitelkreisradien (s. die folgende Abbildung 8.3.1.2)
- Verwenden einer Ellipsenschablone (s. Lerneinheit 3.3.5).

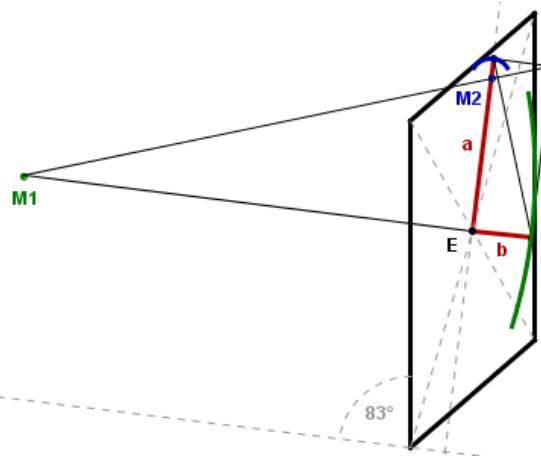


Abb. 8.3.1.2: Dimetrisches Bild eines Quadrats, dessen Seiten parallel zur x- bzw. z-Achse liegen. Der dem Quadrat einbeschriebene Kreis wird zu einer Ellipse mit Halbachsen a und b , welche mit Hilfe der obigen Formeln berechnet werden können. Die Mittelpunkte der Schmiegekreise (im Bild M1 für den und für den Kreisbogen) können dann auf einfache Weise konstruiert werden. Beschränkt man sich in etwa auf Achtel- bzw. Viertelkreise, so kann das fehlende Ellipsenstück Freihand ergänzt werden.

Beispiel

Mit Hilfe der eben dargelegten Möglichkeiten zur Ellipsenkonstruktion können wir Drehkörper zeichnen, bei denen die Achse parallel zu einer Koordinatenachse verläuft (und damit die Drehkreise parallel zu einer der Koordinatenebenen).

Musteraufgabe

Ein Werkstück besteht aus zwei im rechten Winkel aufeinander geschweißten quadratischen Säulen, denen jeweils noch Zylinder aufgesetzt sind.

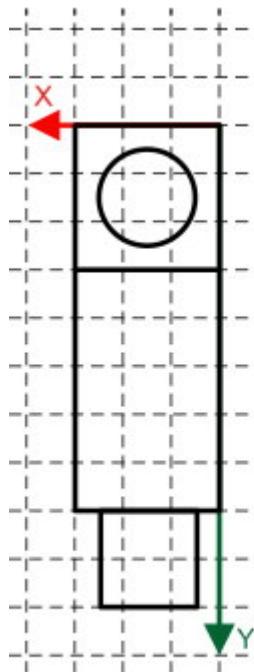


Abb. 8.3.2.1: Grundriss eines Werkstücks

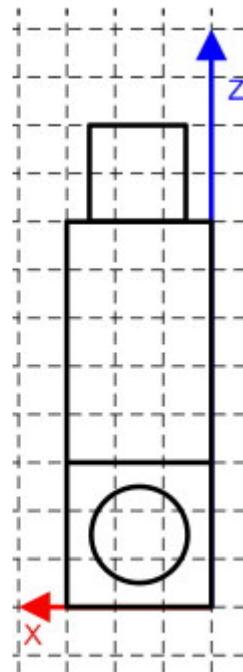


Abb. 8.3.2.2: Aufriss eines Werkstücks

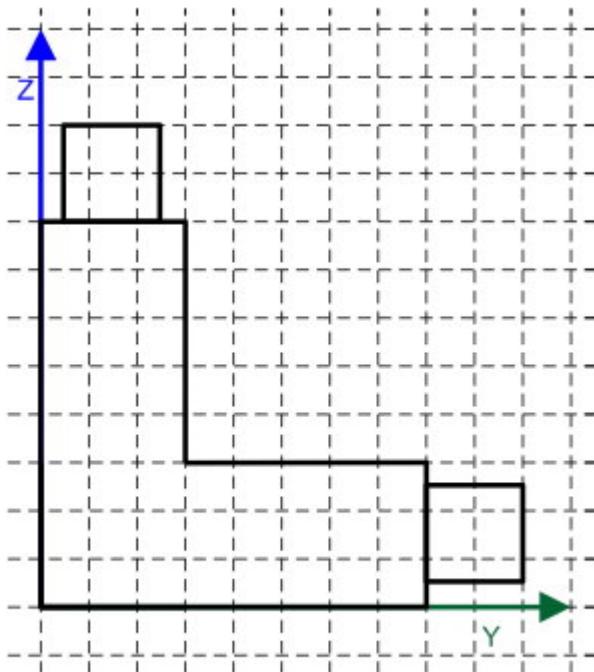


Abb. 8.3.2.3: Seitenriss eines Werkstücks

ein Kästchen entspricht 1 cm

Es ist das dimetrische Bild des Werkstücks im maßstäblichen Verhältnis 1:1 anzufertigen.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Praxisbeispiel

Gegeben ist das Drei-Tafel-Bild eines quaderförmigen Körpers mit zwei Ausklinkungen und einer Abflachung.

Die Höhe des Körpers beträgt 75 mm, die Länge (Vorderansicht) 60 mm und die Breite 45 mm.

Übertragen Sie das Drei-Tafel-Bild auf Ihr Zeichenblatt und übernehmen Sie die restlichen Maße aus der Zeichnung.

Zu zeichnen ist das dimetrische Raumbild des Körpers!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen zur Dimetrie erarbeiten.

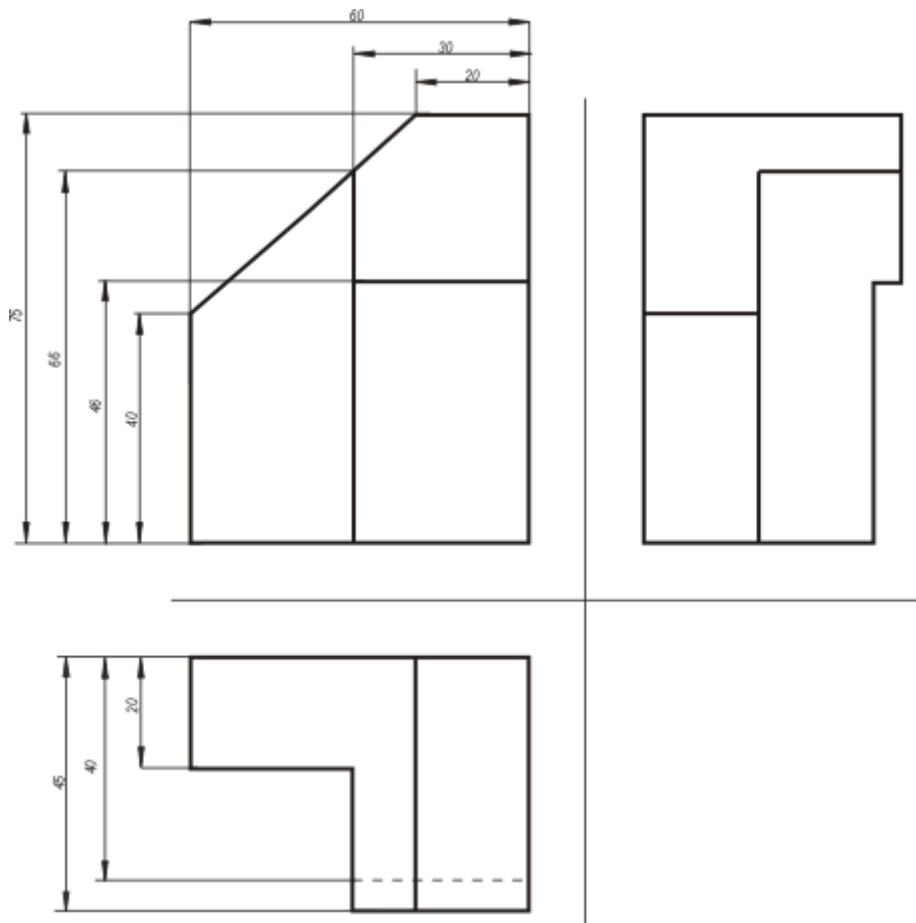


Abb. 8.4.1

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie hier:

Zeichnen des dimetrischen Raumbilds des Körpers

So sieht das Ergebnis aus:

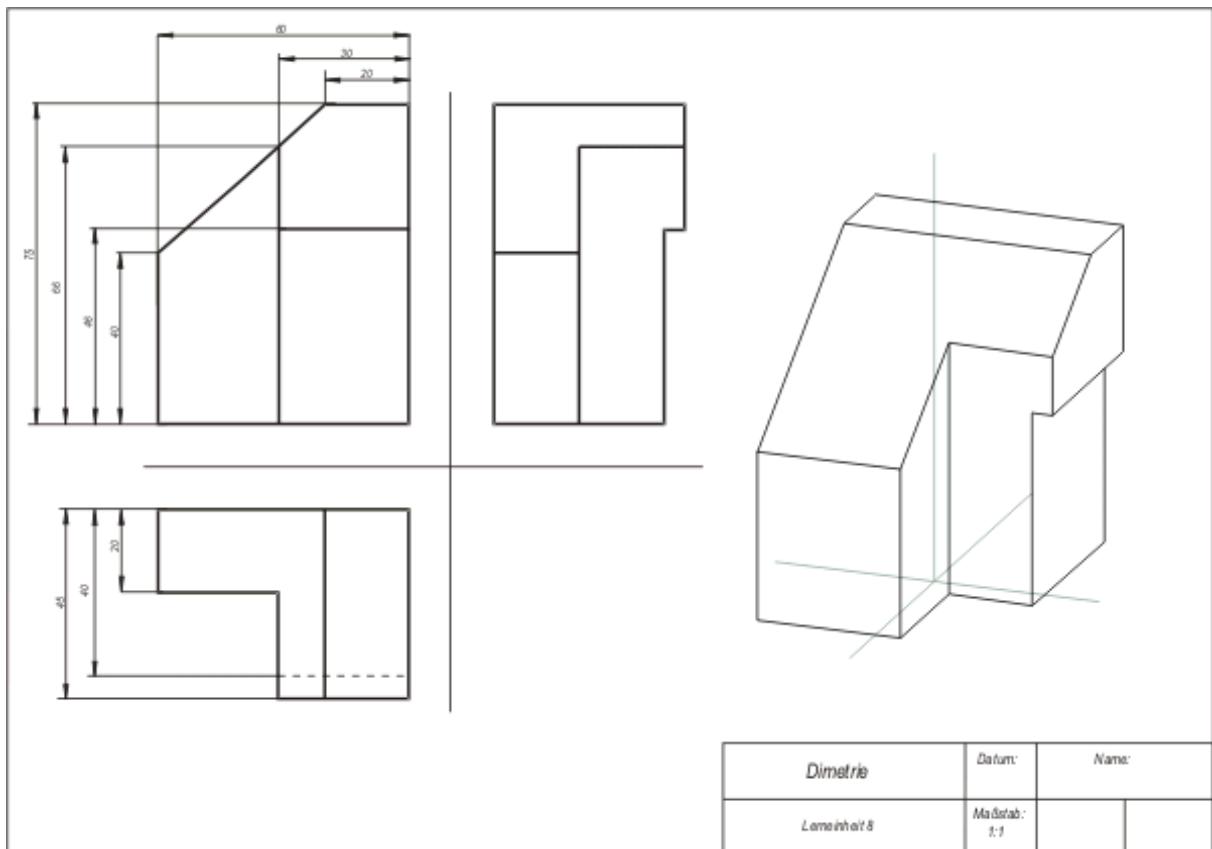


Abb. 8.4.2

Die schrittweise Lösung finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Wieder geht es hier um die Darstellung einer möglichen Figur des Raumpuzzles. Auch diesmal soll das Ergebnis als Bauanleitung dienen, bzw. als Anschauungsmaterial für die Spielesammlung. Würde man dieses Gebilde und die Ergebnisse aus den zwei vorhergehenden Aufgaben richtig zusammensetzen, entstünde ein Würfel. Leider sind die Steine dieses Spiels ohne Verbindungsmechanismus; das heißt, in der Praxis müsste man sie mit Doppelklebeband verbinden, damit bei diesem Vorgang nicht alles auseinander fällt.

Methodische Hinweise

Inhaltlich verlangt die Spielaufgabe vom Spieler eine additive Herangehensweise, indem aus den kleinen Steinen eine komplexe Figur generiert wird. Die Lösung der zeichnerischen Aufgabe, die hier noch einmal die Dimetrie sowie das Drei-Tafel-Bild fokussiert, verlangt dagegen ein subtraktives Vorgehen, bei dem Schnitte an einem größeren Grundkörper vorgenommen werden, um zum Ergebnis zu kommen. Die Praxis im technischen Zeichnen genauso wie bei der Zeichnungserstellung mittels CAD-Programmen ist ebenfalls eine Mischung aus beiden Vorgehensweisen.

Projektaufgabe

Zu zeichnen ist hier die Dimetrie sowie das Drei-Tafel-Bild des in Isometrie dargestellten Körpers im Maßstab 1:1. Die Veränderungen des ursprünglichen Würfels (Kantenlänge 60 mm) sind dem Raumbild zu entnehmen. Lediglich die im Bild türkis markierte Ausklinkung ist zur Verdeutlichung ihrer Lage schon in die Draufsicht eingetragen. Die Maße sind aus den Maßverhältnissen des Raumbildes sowie dem Grundmaß eines der Grundbausteine (20x20) zu erschließen.

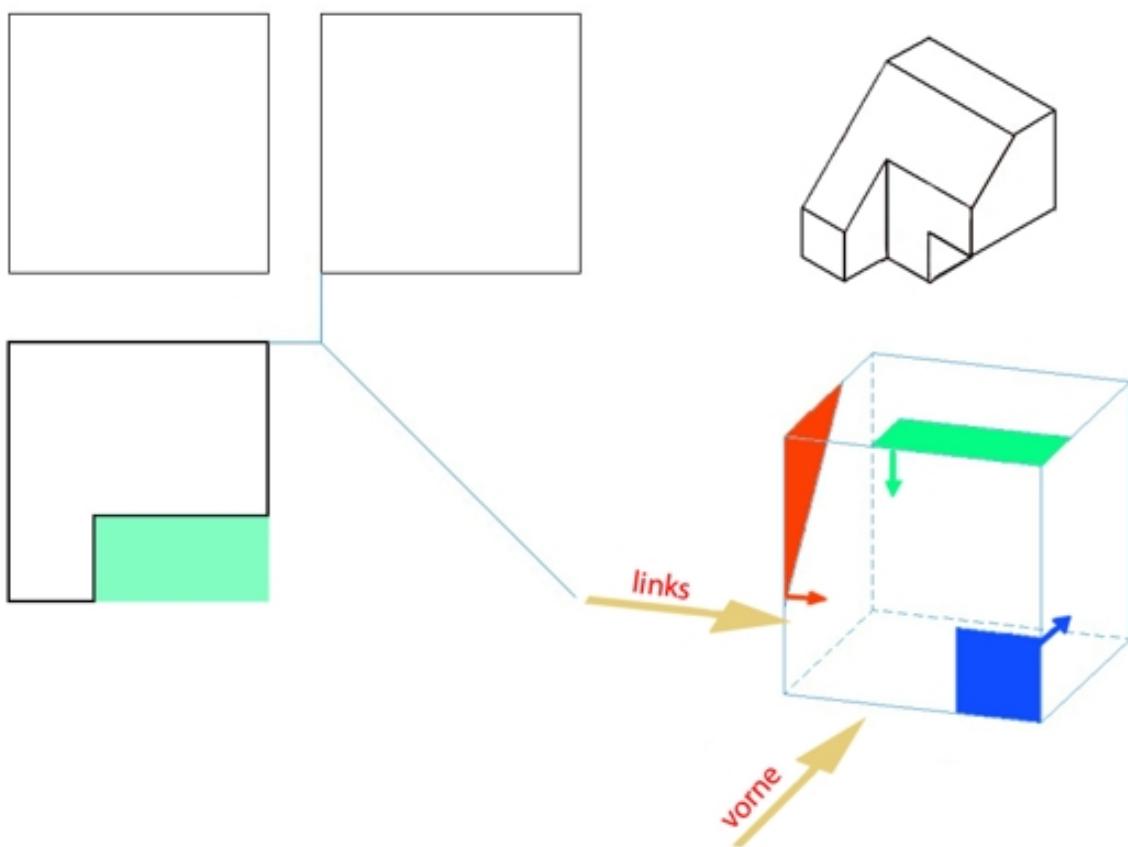


Abb. 8.5.1: Figur aus Raumpuzzleteilen

Die farbig hervorgehobenen Veränderungen durchbrechen den Körper jeweils in voller Länge. Am besten beginnen Sie mit der dimetrischen Darstellung des Ursprungswürfels. Zeichnen Sie zunächst den Grundkörper und „schneiden“ dann die Veränderungen nacheinander heraus. Verstärken Sie am Ende die Körperkanten des Restkörpers. Fertigen Sie dann das Dreitafelbild an. Beachten Sie bitte, dass das Raumbild die rechte Seite zeigt, im Dreitafelbild aber die Seitenansicht von links verlangt ist. Das Drei-Tafel-Bild ist mit verdeckten Kanten, die Dimetrie ohne zu zeichnen.

Bei der Blatteinteilung orientieren Sie sich bitte an der Angabe.

Eine schrittweise Lösung zu dieser Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im On-linekurs.

Kapitel 9: Kavalier- und Militärperspektive

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Abbildungsvorschriften für die Kavalier- und Militärprojektion
- Kabinettprojektion als Spezialfall der Kavalierprojektion
- Begriffe "Verzerrungswinkel" und "Verzerrungsfaktor"
- Anordnungsmöglichkeiten eines Koordinatensystems zur Konstruktion einer Kavalier- und Militärperspektive

Fähigkeiten:

- Weiterentwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens
- Erfassen der Raumgestalt und Auswahl zweckmäßiger Ansichten
- Blatteinteilung
- Konstruktion von Darstellungen in der Kavalier- bzw. Militärperspektive

Fachliche Grundlagen

Aufgaben zur Wiederholung

Wiederholen Sie bitte zuerst die einschlägigen Passagen in Kapitel 5 und bearbeiten Sie anschließend den folgenden Test:

Aufgabe

Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. Es können mehrere Aussagen stimmen.

Welche der folgenden Antworten treffen zu?

- Die Kavalierperspektive eignet sich besonders zur Darstellung von Gegenständen mit quaderförmigem Umriß
- Die Kabinettperspektive ist ein Spezialfall der Kavalierperspektive
- Die Kavalierperspektive beruht auf einer normalen Parallelprojektion
- Kreise, die in der x-y-Ebene liegen, werden bei der Militärprojektion auf dazu kongruente Kreise abgebildet
- Bei der Kavalierperspektive wird die y'-Achse auf dem Zeichenblatt stets nach oben abgetragen

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Besonderheiten der Kavalier- und Militärperspektive

Zur Kavalierperspektive

Wie bereits in Kapitel 5 dargestellt, wird eine Kavalierperspektive eindeutig charakterisiert

- durch die Angabe des "Verzerrungswinkels" ω zwischen x'-Achse und y'-Achse,
- durch den Quotienten q zwischen den Längeneinheiten auf der x'- und der y'-Achse (den "Verzerrungsfaktor"),
- und schließlich durch die Angabe, ob die Orientierung erhalten bleibt.

Meist kombiniert man die Verzerrungswinkel 30° , 45° , 120° und 135° mit den Verzerrungsfaktoren 1, $1/2$ oder $3/4$. Die y'-Achse wird in aller Regel so auf dem Zeichenblatt angeordnet, dass sie horizontal nach rechts, die z'-Achse somit vertikal nach oben verläuft.

Die Kabinettperspektive ist eine spezielle Kavalierperspektive, bei der $q = 1/2$ ist.

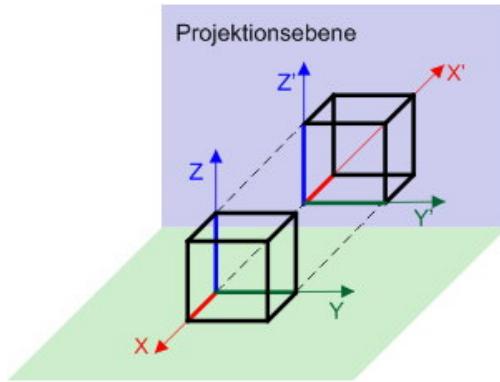


Abb. 9.1 Eine spezielle Einstellung des Applets: der "typische" Fall eines Schrägbildes mit Verzerrungswinkel 45° und Verzerrungsfaktor $1/2$. Die y - z -Ebene verläuft parallel zur Projektionsebene (blau). Eine zur x - y -Ebene parallele Ebene ist zur besseren Orientierung türkis eingezzeichnet. Die Richtung der Projektionsstrahlen gibt man üblicherweise durch einen "horizontalen" und einen "vertikalen" Winkel an.

Die "gewohnten" Schrägbilder (also etwa die mit $\omega = 45^\circ$ und $q = 1/2$ werden, wie die Beschäftigung mit dem obigen Applet zeigt, durch relativ "extreme" Projektions- bzw. Sichtrichtungen erzeugt. Es ist daher nicht verwunderlich, dass in aller Regel die Schrägbilder von Drehkörpern nicht unseren Sehgewohnheiten entsprechen, insbesondere, wenn die Drehachse parallel zur Bildebene liegt.

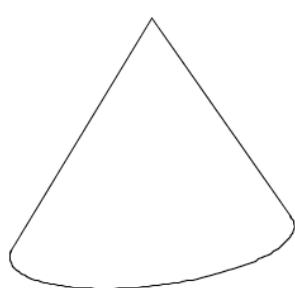


Abb. 9.2.1.2: Schrägbild eines Kegels mit $\omega = 45^\circ$ und $q = 1/2$, bei dem die Grundfläche des Kegels senkrecht zur Projektionsebene liegt.

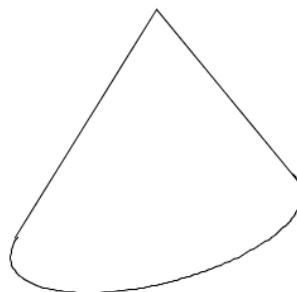


Abb. 9.2.1.3: Schrägbild eines Kegels mit $\omega = 45^\circ$ und $q = 3/4$, bei dem die Grundfläche des Kegels senkrecht zur Projektionsebene liegt.

Schrägbilder von Drehkörpern wirken dann einigermaßen realistisch, wenn die in den Drehkörpern vorkommenden Kreise als kongruente Kreise wiedergegeben werden (die Drehachse also senkrecht auf der Bildebene steht).

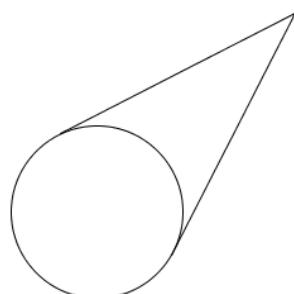


Abb. 9.2.1.4: Schrägbild eines Kegels mit $\omega = 45^\circ$ und $q = 1/2$, bei dem die Grundfläche des Kegels parallel zur Projektionsebene liegt.

Zur Militärperspektive



Abb. 9.2.2.1: Schutzumschlag eines Bauhausbuchs von Moholy-Nagy (1930)

Bei der Militärperspektive gelten zur Kavalierperspektive analoge Sachverhalte, wenn man die y-z-Ebene (bei der Kavalierperspektive) mit der x-y-Ebene (bei der Militärperspektive) vertauscht.

In aller Regel zeichnet man bei der Militärperspektive die z'-Achse auf dem Zeichenblatt vertikal nach oben, als Winkel zwischen x'- und z'-Achse wählt man oft 30° oder 60° , und die Längen parallel zur z-Achse werden oft auf dieselben Lägen parallel zur z'-Achse abgebildet (was dann einem Verzerrungsfaktor von 1 entspricht).



Abb. 9.2.2.2: Militärperspektive eines Kegels

Verschiedene Schrägbilder unseres Pavillons

Ähnlich zur Darstellung in den Kapiteln 7 und 8 wollen wir "unseren" Pavillon auch in Kavalier- und Militärperspektive abbilden, wobei wir jedoch jetzt von dem vollständigen Grundriss (unter Einbeziehung des Daches) ausgehen.

Grund- und Aufriss gehen aus den folgenden Zeichnungen hervor:

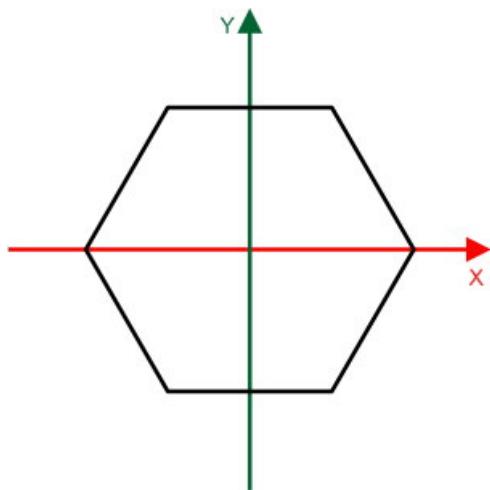


Abb. 9.3.1: Grundriss des prismatischen Grundkörpers

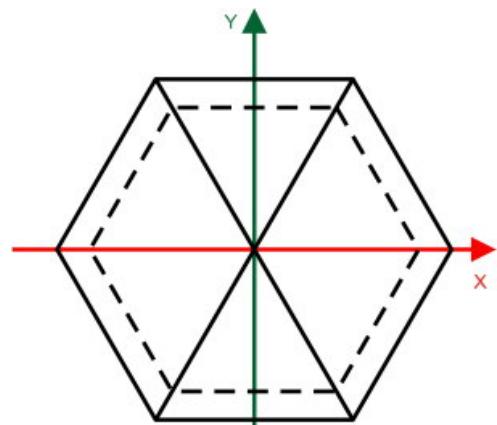


Abb. 9.3.2: Grundriss unter Berücksichtigung der Dachtraufe

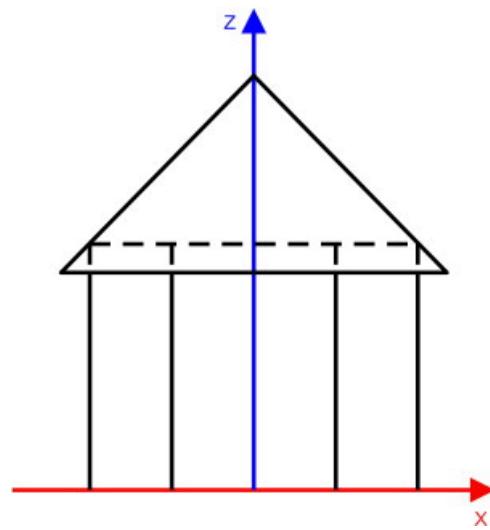


Abb. 9.3.3: Aufriss des Pavillons

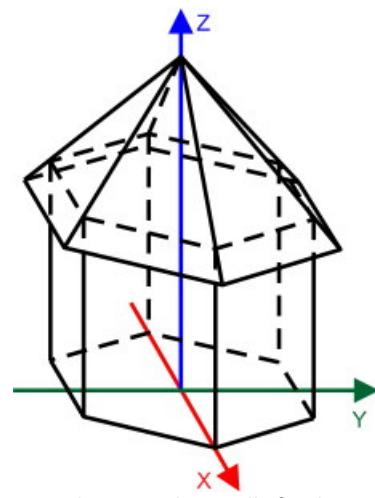


Abb. 9.3.4: Kavalierperspektive. Alle für die Konstruktion wichtigen Linien sind eingezeichnet.

Einige Darstellungen des Pavillons sind in den folgenden Bildern wiedergegeben:

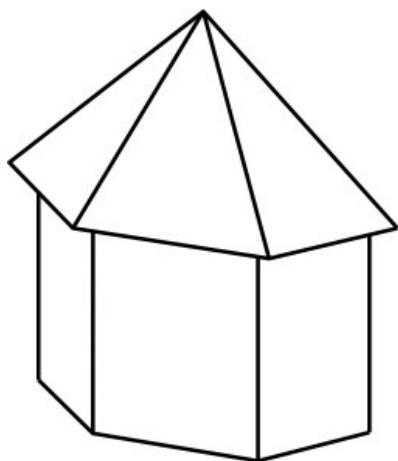


Abb. 9.3.5: Der Pavillon in Kabinettoperspektive mit $\omega = 45^\circ$, $q = 1/2$

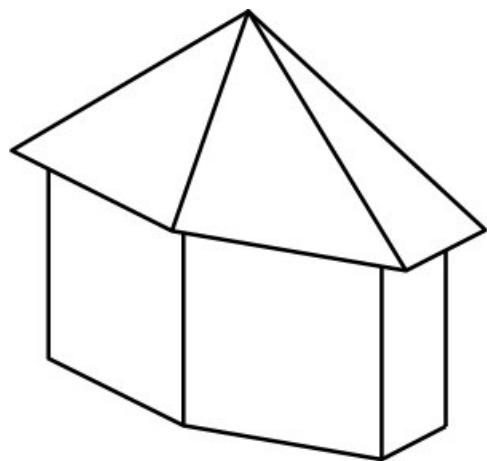


Abb. 9.3.6: Kavalierperspektive des Pavillons mit $\omega = 60^\circ$, $q = 1$

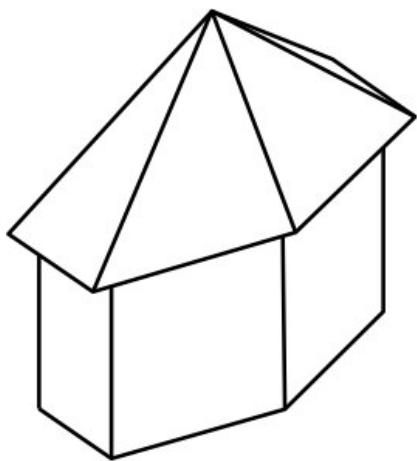


Abb. 9.3.7: Kavalierperspektive des Pavillons mit $\omega = 135^\circ$,
 $q = 1$

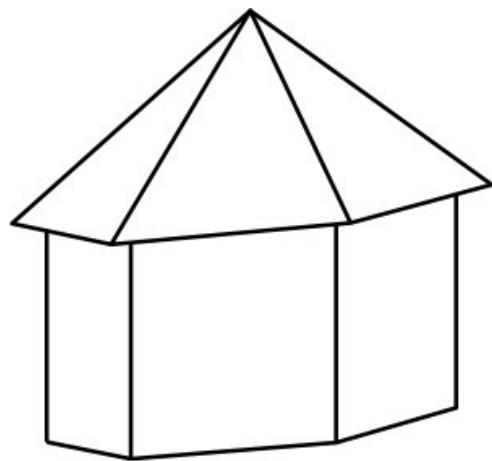


Abb. 9.3.5: Kavalierperspektive des Pavillons mit $\omega = 165^\circ$,
 $q = 0.75$

Die verschiedenen Ansichten des Pavillons zeigen, dass die Kavalierperspektive (je nach Wahl der Parameter) auch bei prismatischen und pyramidalen Körpern zu Ansichten führen kann, die den Sehgewohnheiten eher nicht entsprechen.

Der Pavillon in Militärperspektive

Bei der Militärprojektion werden Figuren, die in der x-y-Ebene liegen, unverzerrt abgebildet, die Höhen parallel zur z-Achse werden mit dem Verzerrungsfaktor q multipliziert wiedergegeben. Als Verzerrungswinkel ω bezeichnet man jetzt den Winkel zwischen der x- und der z-Achse im Bild.

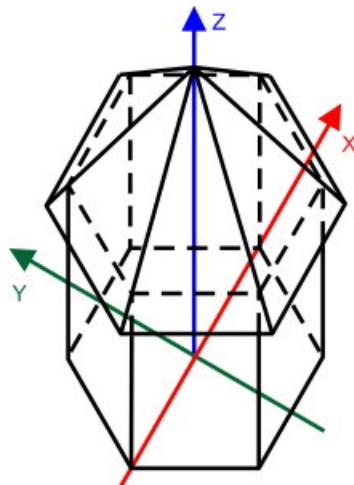


Abb. 9.4.1: Eine spezielle Einstellung zur Militärperspektive.
 Alle für die Konstruktion wichtigen Linien sind eingezeichnet.

Einige Darstellungen des Pavillons bei Erhalt der Orientierung sind in den folgenden Bildern wiedergegeben:

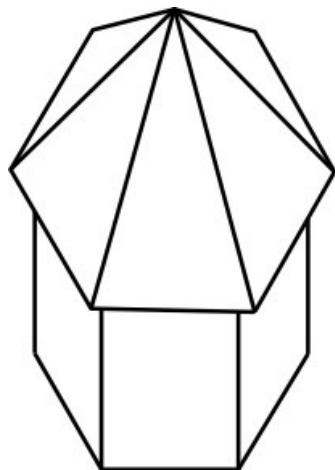


Abb. 9.4.2: Militärperspektive mit $\omega = 30^\circ$, $q = 1$

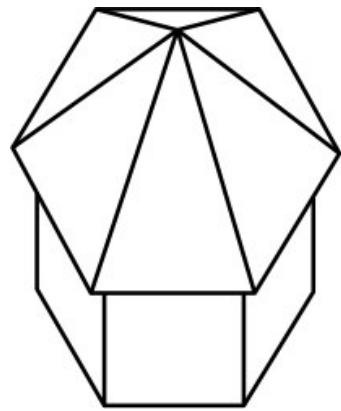


Abb. 9.4.3: Militärperspektive mit $\omega = 30^\circ$, $q = 0.75$

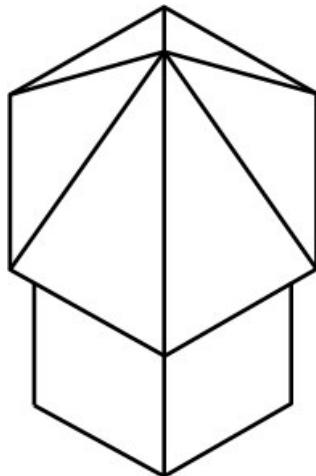


Abb. 9.4.4: Militärperspektive mit $\omega = 60^\circ$, $q = 0.75$

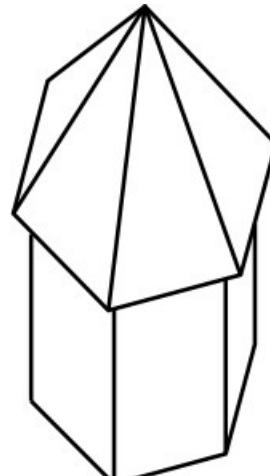


Abb. 9.4.5: Militärperspektive mit $\omega = 75^\circ$, $q = 1.25$

Praxisbeispiel

Gegeben ist das Drei-Tafel-Bild eines quaderförmigen Körpers mit Nut. Übertragen Sie das Drei-Tafel-Bild auf Ihr Blatt.

Der Körper ist 60 mm hoch, 70 mm lang (Vorderansicht) und 40 mm breit, die restlichen Maße entnehmen Sie der Angabe.

Zu zeichnen ist das Raumbild in Kavalierperspektive mit $\omega = 45^\circ$; $q = 1/2$!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen zur Kavalierperspektive erarbeiten.

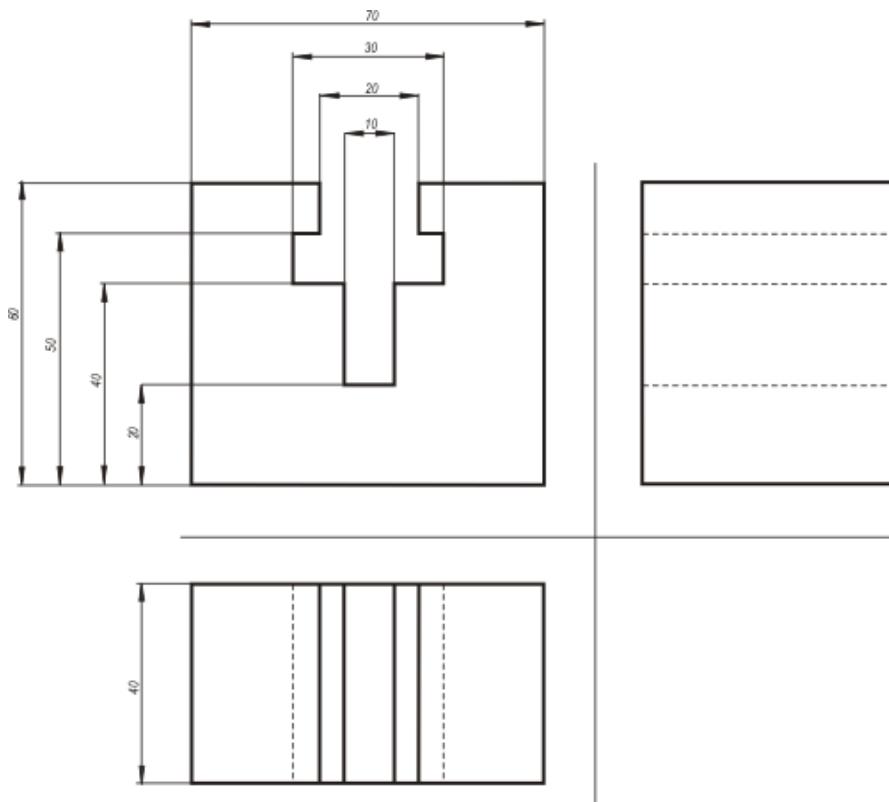
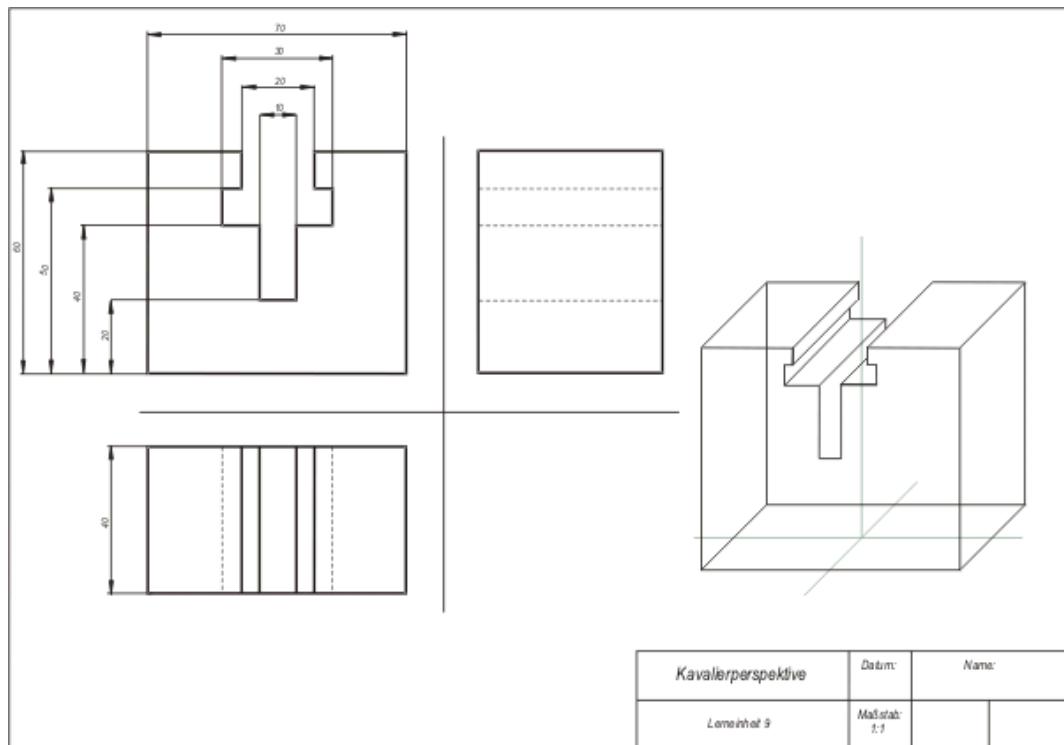


Abb. 9.5.1

Zeichnen des Raumbilds des Körpers in Kavalierperspektive

So sieht das Ergebnis aus:



Die schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Ein letztes Mal sollen hier nun zwei mögliche Anordnungen der Spielsteine des Raumpuzzles als Vorlage für die Spielanleitung oder für Werbemaßnahmen gezeichnet werden.

Methodische Hinweise

Die Aufgabe ist diesmal sehr komplex, da neben der in der Angabe dargestellten Figur auch die Ergänzungsfigur zu einem Würfel gezeichnet werden soll. Die Vorstellung beider Figuren erfordert – zumal auch eine Drehung berücksichtigt werden muss – ein bereits hohes Maß an räumlicher Vorstellungsfähigkeit. Es empfiehlt sich daher zur Vorbereitung der Zeichnung mit den Schülern das Objekt nachzubauen, um die Vorstellung über das „Begreifen“ zu ermöglichen. Ein anderer Weg wäre das probierende Kombinieren der Spielsteine mit CAD.

Projektaufgabe

Der unten gezeigte Körper ist Teil eines Würfels. Die Kantenlängen des Würfels sind 60, die Teillängen, soweit sie nicht schräg sind, sind durch 20 teilbar.

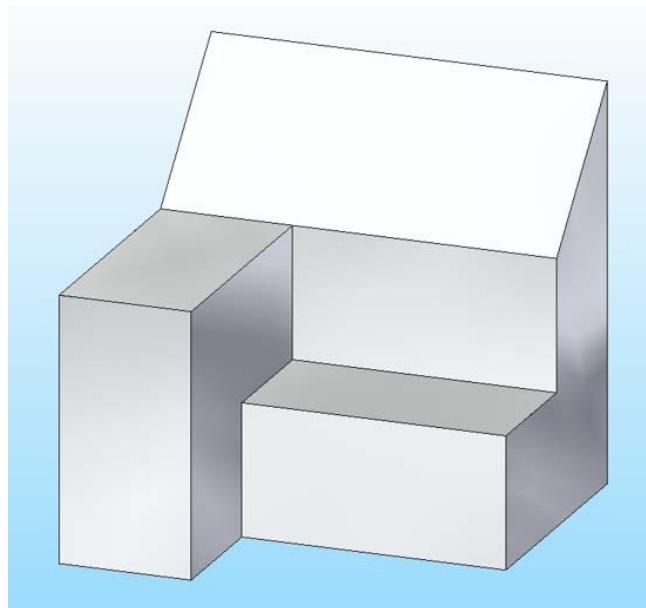


Abb. 9.6.1: Figur aus Raumpuzzleteilen

Aufgaben:

1. Übertragen Sie das gezeigte Stück in die Vorlage Militärperspektive. Die Unterteilung der Vorlage befreit Sie von Messungen. Bis auf die schrägen Linien liegen alle anderen Linien auf dem Raster. Verstärken Sie die sichtbaren Kanten.
2. Zeichnen Sie auf dem Vordruck Kavaliersperspektive das Gegenstück mit sichtbaren und verdeckten Kanten.

Hinweis: Es hilft, wenn Sie zuerst mit dünnen Linien das Stück einzeichnen und erst in einem zweiten Arbeitsgang fehlende Linie ergänzen und gegebenenfalls die Sichtbarkeit ändern. Verstärken Sie die Kanten des Gegenstücks.

Freiwillige Zusatzaufgaben:

- Zeichnen Sie in eine Vorlage mit Kavaliersperspektive das Gegenstück von der anderen, gegenüberliegenden Seite, von der man es besser sieht.
- Das Stück kann aus 7 Teilen des Raumpuzzles zusammengesetzt werden. Zeichnen Sie in die Angabe die sichtbaren und verdeckten Trennkanten zwischen den verwendeten Steinen ein.

Eine schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 10: Bemaßung und Beschriftung

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Gründe für die Notwendigkeit der Bemaßung von technischen Zeichnungen
- Unterschied zwischen einer Werkzeichnung und einer Projektionszeichnung
- Bevorzugte Maße für Höhen von Zahlen und Buchstaben
- Bestandteile einer Bemaßung
- Regeln für die Anordnung der Bemaßung
- Bemaßungsarten (Grundmaß, Formmaß, Lagemaß)
- Unterscheidung der Bemaßung nach ihrer Aufgabe (funktions-, fertigungs- und prüfbezogene Maßeintragungen)
- Wichtige Bemaßungsregeln

Fähigkeiten:

- Anwendung der Bemaßungsregeln
- Blatteinteilung unter besonderer Berücksichtigung der Bemaßung
- Anfertigen von bemaßten Darstellungen

Fachliche Grundlagen

Warum eine Bemaßung?

Bisher haben Sie Zeichnungen erstellt, bei denen die Maße des gezeichneten Objekts direkt auf das Zeichenblatt übertragen wurden. Dies war nur deshalb möglich, weil die Objektmaße den Maßen unseres bevorzugten DIN A 4 Zeichenbogens entsprachen. Wenn das zu zeichnende Werkstück jedoch für den Zeichenbogen zu groß ist oder aber eine Darstellung mit realen Maßen eine für den Betrachter zu kleine Zeichnung ergeben würde, ist die Umrechnung der realen Maße in Zeichnungsmaße notwendig. Dabei wird ein bestimmter Maßstab verwendet (s. dazu auch Lerneinheit 12). Ist der entsprechende Maßstab bekannt, können die realen Maße später wieder aus den Zeichnungsmaßen errechnet werden.

Dies setzt allerdings voraus, dass:

- absolut genau gezeichnet wurde,
- keine Veränderungen des Zeichenblattes durch Temperatur oder Feuchtigkeit stattgefunden hat,
- keine Maße gezeichnet werden müssen, die kleiner sind als die durch die Norm vorgeschriebenen Linienbreiten.

Da diese Bedingungen in der Praxis kaum eingehalten werden können und es auch zu lange dauern würde, alle Maße aus der Zeichnung zu ermitteln, wird das in einer technischen Zeichnung dargestellte Objekt in der Regel bemaßt. Darin unterscheidet sich eine Werkzeichnung von einer Projektionszeichnung. Die Werkzeichnung wird mit allen Maßen, aber ohne Projektionslinien gezeichnet. Die Projektionszeichnung hingegen enthält alle Projektionslinien, aber keine Maße.

Normschrift

Bevor die Einzelheiten einer normgerechten Bemaßung ausgeführt werden, ist es erforderlich, sich mit der Beschriftung von Zeichnungen auseinanderzusetzen.

Alle Beschriftungen in technischen Zeichnungen sind gemäß der DIN EN ISO 3098-0 in Normschrift zu erstellen. Die Normschrift kann mit Schablone oder ohne Hilfsmittel mit Handbeschriftungsverfahren angewendet werden.

Normschrift kann nach rechts geneigt, also kursiv, oder gerade geschrieben werden. Bevorzugt wird eine gerade Anordnung der Buchstaben und Zahlen. Möglich sind verschiedene, in der Norm festgelegte Höhen. Für den schulischen Gebrauch haben sich Höhen von 5, 7 oder 10 mm als zweckmäßig erwiesen. Die Ober- und Unterlängen der Buchstaben sind abhängig von den Nennhöhen. Den Zusammenhang verdeutlicht die nachstehende Abbildung mit Tabelle.

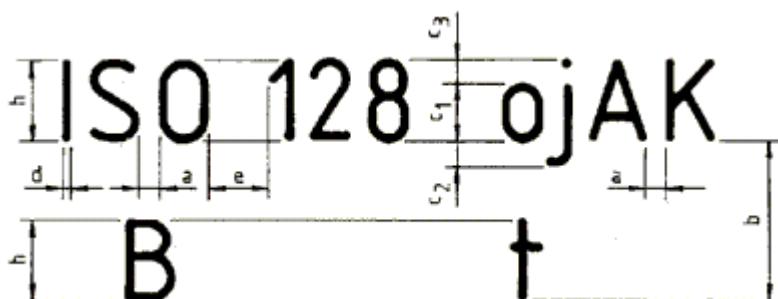


Abb. 10.2.1: Maßbezeichnungen bei der Normschrift

Schriftgröße	h in mm	5	7	10
Höhe der Kleinbuchstaben	c ₁	3,5	5	7
Unterlängen	c ₂	1,5	2,1	3
Oberlängen	c ₃	1,5	2,1	3
Abstand zwischen den Schriftzeichen	a	1	1,4	2
Abstand zwischen den Grundlinien	b ₁	7,5	10,5	15
Abstand zwischen Wörtern	e	3	4,2	6
Linienbreite	d	0,5	0,7	1

Schriftmaße der Nenngrößen 5, 7 und 10 mm

Hier eine Aufstellung der Schriftzeichen:

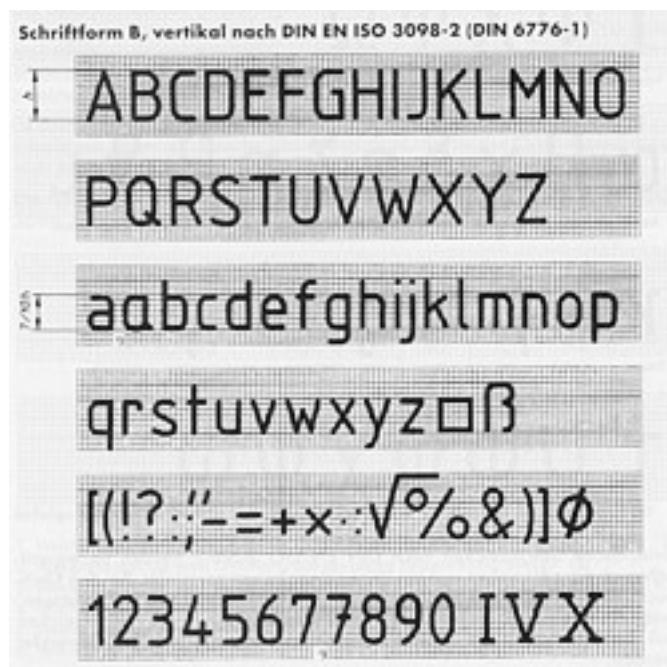


Abb. 10.2.2: Darstellung der Schriftzeichen nach der Norm

Bestandteile der Bemaßung

Damit eine technische Zeichnung verstanden und in ein technisches Artefakt umgesetzt werden kann, ist die Bemaßung ebenso wichtig, wie die Darstellung der Form des Werkstücks.

Je nach fachlicher Ausprägung des technischen Zeichnens können im Einzelnen unterschiedliche Bemaßungsregeln bestehen. Im Rahmen dieser Lerneinheit werden fachunabhängige Grundkenntnisse der Bemaßung vermittelt.

Bei der Darstellung der Bemaßung unterscheidet man verschiedene Begriffe. Diese können Sie gleich selbst der Zeichnung zuordnen.

Aufgabe

Ordnen Sie die Begriffe der Zeichnung zu:

Maßpfeil Maßhilfslinie Maßzahl Mittellinie Maßlinie

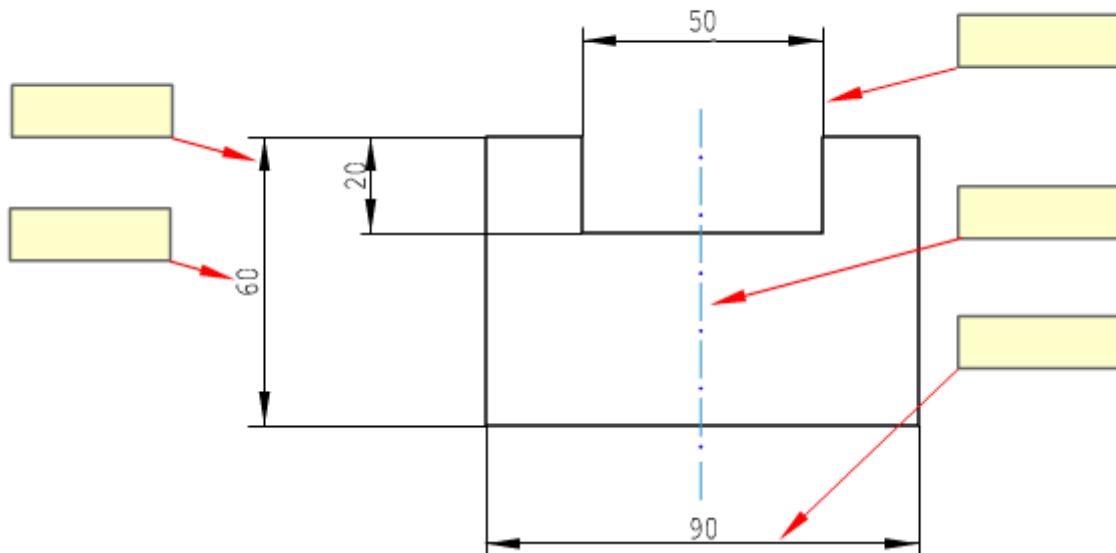


Abb. 10.3.1: Bezeichnungen der Bemaßungselemente

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Maßzahlen werden in Normschrift dargestellt und stehen in knappem Abstand über der Maßlinie. Sie müssen von unten oder von rechts lesbar sein. Die Maßeinheit ist - außer im Bauzeichnen - mm und wird in der Zeichnung nicht angegeben. Maßlinien sind schmale Volllinien (s. dazu auch Lerneinheit 11), die sich möglichst nicht mit anderen Linien oder untereinander schneiden.

nander schneiden. Der Abstand der ersten Maßlinie von der Körperkante beträgt etwa 10 mm, jede weitere hat von der ersten Maßlinie etwa 7 mm Abstand. Maßhilfslinien werden ebenfalls als schmale Volllinien gezeichnet. Sie gehen von der Körperkante aus und ragen etwas (ca. 2 mm) über die Maßpfeile hinaus. Maßlinienbegrenzungen sind in der Regel aus gefüllte Maßpfeile. Sie werden schmal und spitz gezeichnet. Die Länge der Maßpfeile beträgt $10 d$, wobei d die Breite der verwendeten Volllinie ist. Die Maßpfeile enden genau an der Maßhilfslinie.

Beim Bauzeichnen kreuzen sich Maßlinien und Maßhilfslinien.

Mittellinien kennzeichnen symmetrische Teile und werden als schmale Strichpunktlinien gezeichnet. Die Enden der Mittellinien ragen etwas über die Körperkanten hinaus.

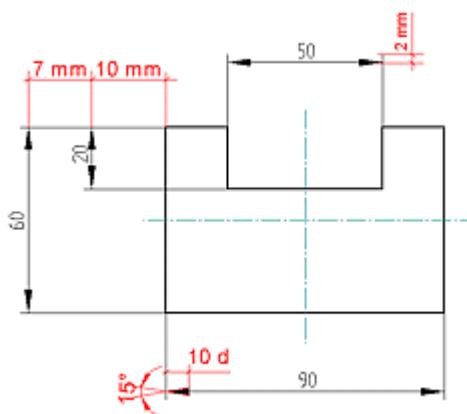


Abb. 10.3.2: Abstände der Bemaßungselemente

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche Aussagen sind richtig?

- Die Maßzahl wird über der Maßhilfslinie eingetragen
- Der Maßpfeil endet an der Maßhilfslinie
- Maßhilfslinien haben 2 mm Abstand von der Körperkante
- Der Abstand der ersten Maßlinie von der Körperkante beträgt 10 mm
- Mittellinien werden bei allen Teilen angeordnet

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Arten der Bemaßung

Die Bemaßung eines Werkstücks muss sowohl die Grundform (den Umraum), als auch die Lage und Form von Werkstückänderungen (z.B. Bohrung, Nut, Abschrägung, Durchbruch usw. s. dazu auch Lerneinheit 2) erfassen. Daher unterscheidet man bei der Bemaßung die nachfolgenden Bemaßungsarten:

Die Umraummaße des Körpers oder des flachen Werkstücks heißen Grundmaße.

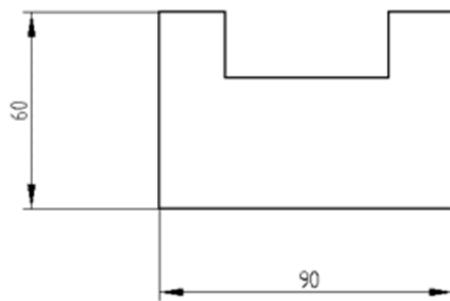


Abb. 10.4.1: Grundmaße

Die Längen, Breiten und Tiefen von Stufen, Nuten, Durchbrüchen usw. heißen Formmaße.

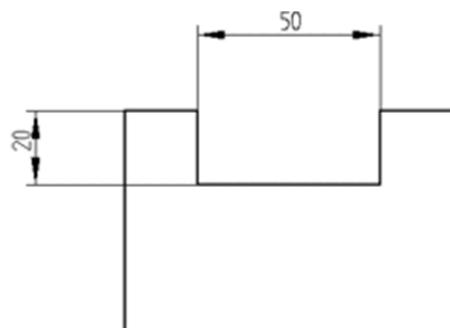


Abb. 10.4.2: Formmaße

Die Lage von Veränderungen des Werkstücks wie z.B. Durchbrüche oder Nuten werden durch Lagemaße angegeben.

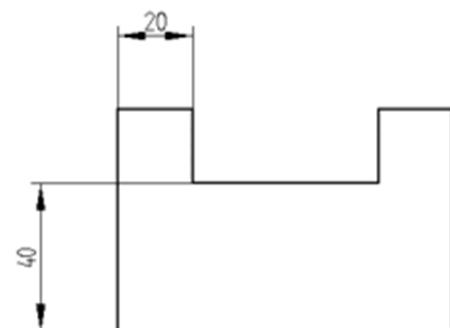


Abb. 10.4.3: Lagemaße

Damit eine Zeichnung eindeutig ist, darf kein Maß fehlen. Andererseits sollte aus Gründen der Klarheit auch kein Doppelmaß enthalten sein!

Aufgabe

Nachfolgend sind die Draufsichten von zwei ähnlichen Werkstücken zu sehen. Eine der beiden Zeichnungen ist überbemaßt. Welche? Klicken Sie an!

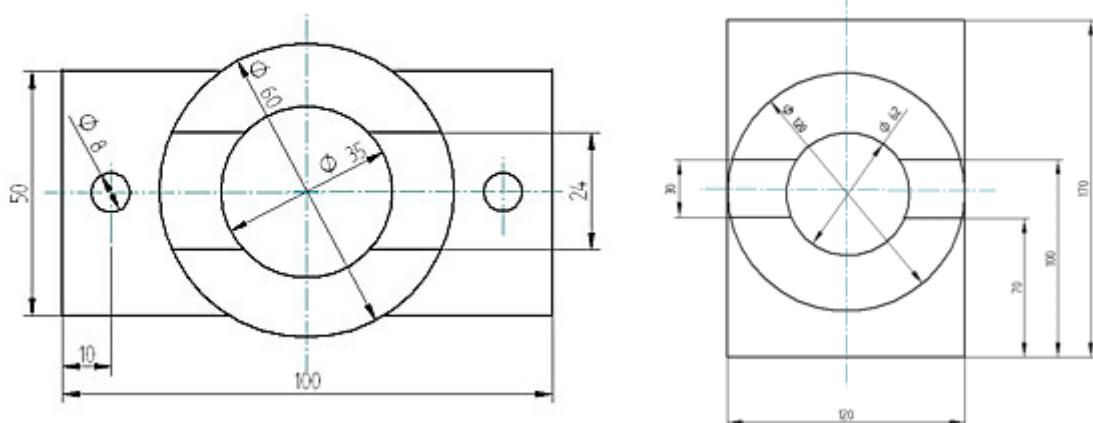


Abb. 10.4.4: Draufsichten von zwei ähnlichen Werkstücken

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Leserichtung technischer Zeichnungen

Üblicherweise werden die Maßzahlen so eingetragen, dass sie in Leselage der Zeichnung in den beiden Hauptleserichtungen von unten und von rechts gelesen werden können. Die Maßzahlen befinden sich in den Hauptleserichtungen jeweils auf der Maßlinie.

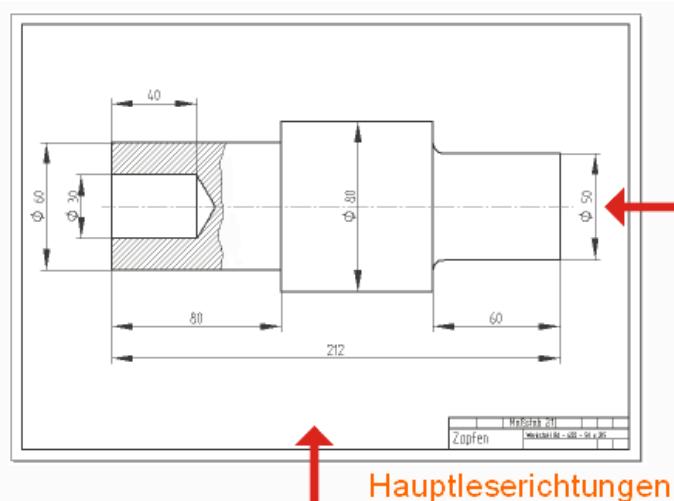


Abb. 10.5.1: Hauptleserichtungen von technischen Zeichnungen

Aufgaben der Maßeintragungen - Maßsysteme

Zur Sicherstellung der beabsichtigten Funktion eines Werkstücks ist es nötig, Maße mit einer gewissen Genauigkeit einzuhalten. Durch die üblichen Herstellungsvorgänge weichen die tatsächlichen Maße jedoch von den idealen, in der Zeichnung vorgeschriebenen Maßen ab. Je nach Bauteil fallen diese Maßabweichungen mehr oder weniger ins Gewicht. Daher wird festgelegt, dass das wirkliche Maß zwischen zwei Grenzabmessungen liegen muss. Diese werden durch die in der Zeichnung vorgeschriebene Maßtoleranzen bestimmt. Orientiert sich die Bemaßung ausschließlich an der späteren Funktion, spricht man von einer funktionsbezogenen Maßeintragung.

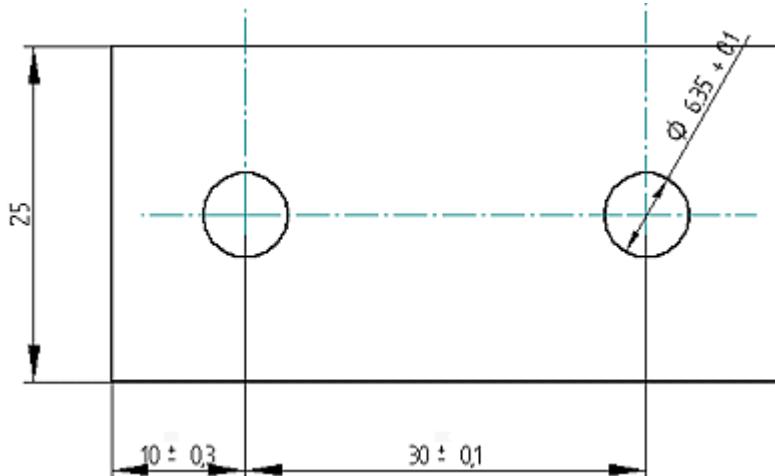


Abb. 10.6.1: Funktionsbezogene Bemaßung mit Maßtoleranzen

In Abhängigkeit von der Funktion wird die fertigungsbezogene Bemaßung erstellt. Die Aufgabe der fertigungsbezogenen Maßeintragungen besteht darin, eindeutige Informationen für die Fertigung des Werkstücks zu gewährleisten. Sie kann von der funktionsbezogenen Bemaßung abweichen, da sie zum Beispiel die Fertigungsreihenfolge des Werkstücks berücksichtigt.

Die Bedeutung fertigungsbezogener Bemaßung wird an dem nachfolgend dargestellten zylindrischen Stufenbolzen ersichtlich. Seine Herstellung an der Drehbank macht es erforderlich, dass sämtliche Maße möglichst von einer Maßbezugsebene (hier die rechte Stirnfläche) angegeben werden.

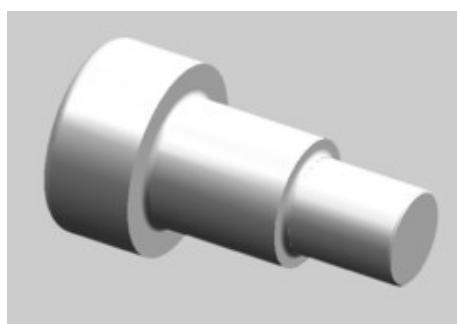


Abb. 10.6.2: Stufenbolzen

Die Maße werden ausgehend von der rechten Stirnseite versetzt angeordnet. Beim Fertigungsvorgang kann so jedes Maß immer von dieser Seite her bestimmt werden. Kettenmaße, also Maße, die aneinander gereiht sind, werden möglichst vermieden, da sich sonst Maßungenauigkeiten bei der Fertigung addieren könnten.

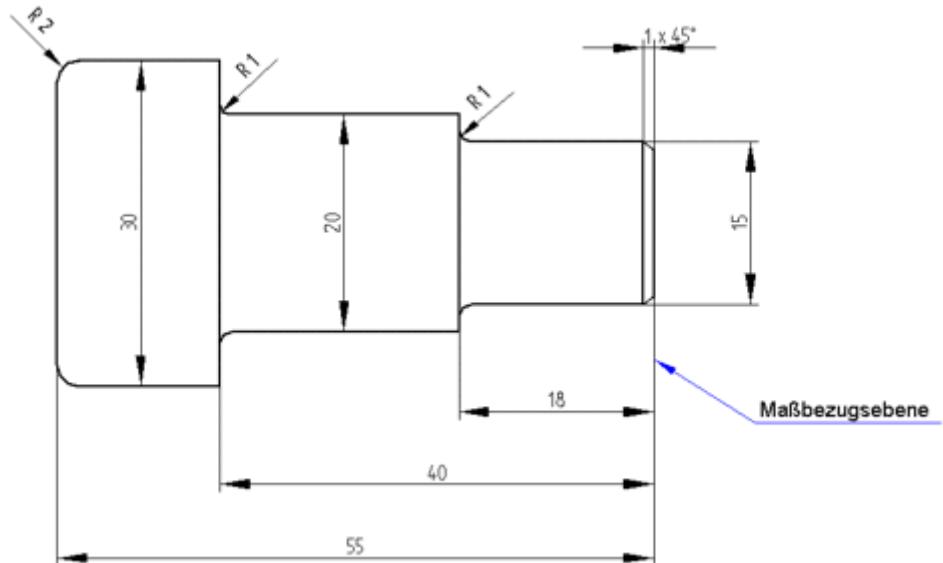


Abb. 10.6.3: Bolzen

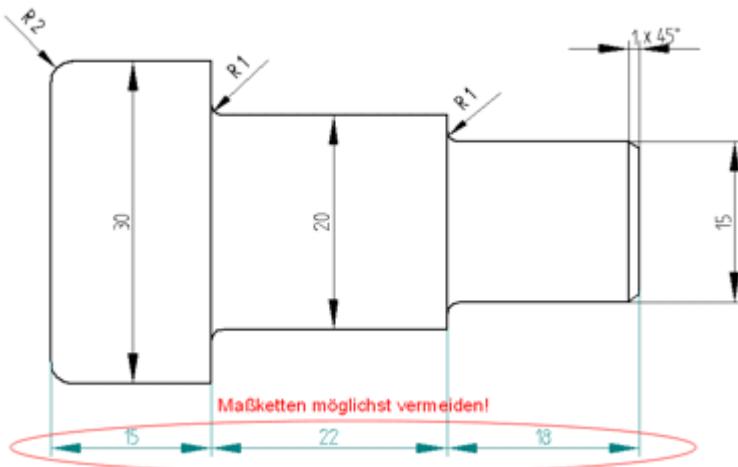


Abb. 10.6.4: Bemaßung mit Maßketten

Eine weitere Funktion von Maßeintragungen besteht darin, Hinweise für eine vorgesehene Prüfung des Werkstücks zu geben. Man spricht dann von prüfbezogenen Maßeintragungen. Auch dabei werden Maße und Toleranzen angegeben. In dem nachfolgenden Beispiel sieht man Prüfmaße, die sich auf die Lage einer Bohrung beziehen. Da nach erfolgter Bohrung der Mittelpunkt nicht mehr zur Maßkontrolle verwendet werden kann, setzt das Prüfmaß am Bohrungsrand an.

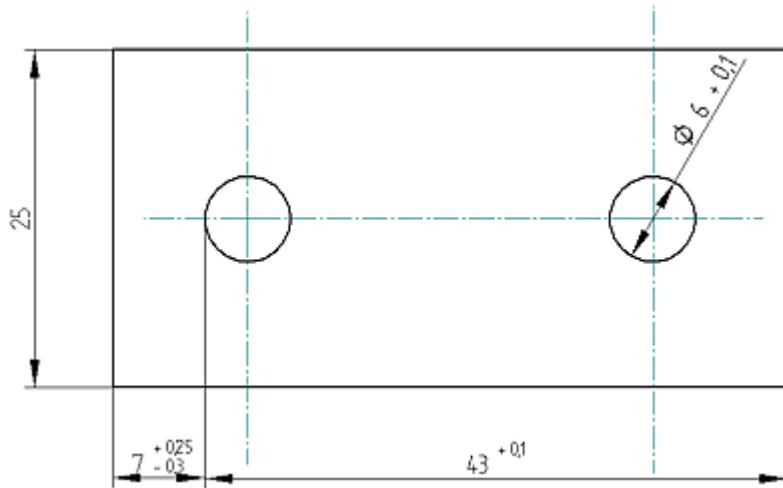


Abb. 10.6.5: Prüfbezogene Bemaßung

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche Aussage ist richtig?

- Die fertigungsbezogene Bemaßung hängt vom gewählten Fertigungsverfahren ab
- Die funktionsbezogene Bemaßung gibt die für die Funktion und das Zusammenwirken der Teile notwendigen Maße an
- Prüfbezogene Bemaßung liegt vor, wenn z. B. die Mittelpunkte von Bohrungen nicht mehr zur Maßkontrolle benutzt werden können

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Überblick über Bemaßungsregeln

Für die Bemaßung von Werkstücken ist es zweckmäßig, sich möglichst auf zwei Bezugskanten zu beschränken, und von diesen ausgehend gestaffelte Maße anzutragen. Kettenmaße sind möglichst zu vermeiden, weil dann nämlich die Gefahr besteht, dass sich Fehler bei der Fertigung addieren. Bei gleichmäßig dicken Werkstücken zum Beispiel aus Blech wird die Dicke (t = "thick") angegeben. Man spart sich damit die Darstellung anderer Ansichten.

Kreisformen sind durch Durchmesserangaben zu bemaßen. Dabei wird vor die Maßzahl das Durchmesser-Symbol (Ø) gesetzt.

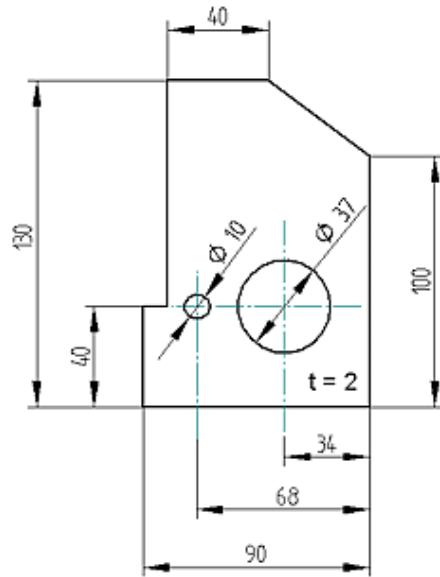


Abb. 10.7.1: Beispiel I für Maßeintragung

Bei der Bemaßung quadratischer Formteile wird das Quadrat-Symbol vor die Maßzahl gesetzt. Quadratische Formen werden bei der Darstellung mehrerer Ansichten immer in der Ansicht bemaßt, in der die Form erkennbar ist. Das R in der Zeichnung rechts bedeutet Radius. Symmetrische Werkstücke werden mit einer Symmetrielinie (Strichpunktlinie) versehen. Die Mitten von Bohrungen werden durch Mittellinien (Strichpunktlinien) dargestellt.

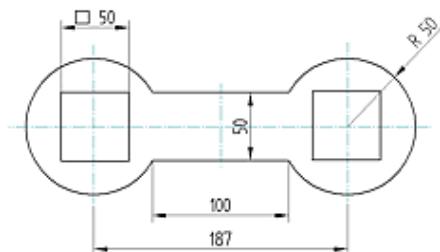


Abb. 10.7.2: Beispiel II für Maßeintragung

Rechteckige Formelemente, Vorsprünge, Vertiefungen oder Durchbrüche können über dem Querstrich einer Hinweislinie als Produkt der Seitenlängen angegeben werden. Dabei steht die Seitenlänge an erster Stelle, an der die Hinweislinie angetragen ist.

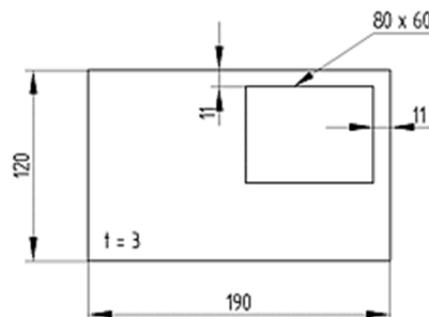


Abb. 10.7.3: Beispiel III für Maßeintragung

Winkel und Längen von schrägen Kanten werden nach Möglichkeit nicht bemaßt. Die Maße ergeben sich aus den restlichen Maßen.

Bei symmetrischen Werkstücken werden Mittellinien gezeichnet. Sie gehen etwas über das Werkstück hinaus.

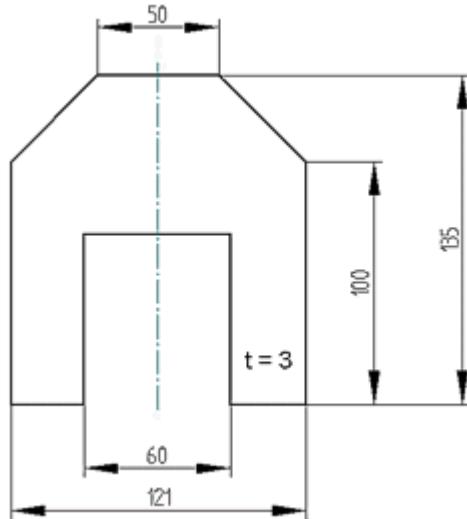


Abb. 10.7.4: Beispiel IV für Maßeintragung

Maßhilfslinien sollten sich möglichst nicht kreuzen. Immer ist das allerdings nicht einzuhalten, wie das folgende Beispiel zeigt.

Rundungen werden durch die Angabe von Radien bemaßt. Den Maßen wird dazu ein großes R vorangestellt. Der Maßpfeil kann innerhalb oder außerhalb der Rundung angebracht werden. Im nebenstehenden Beispiel sind alle Maßpfeile innerhalb angebracht.

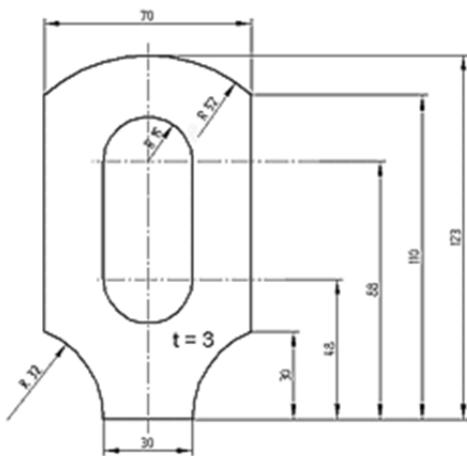


Abb. 10.7.5: Beispiel V für Maßeintragung

Aufgabe

Klicken Sie in der Zeichnung fehlerhafte Bemaßungen an!

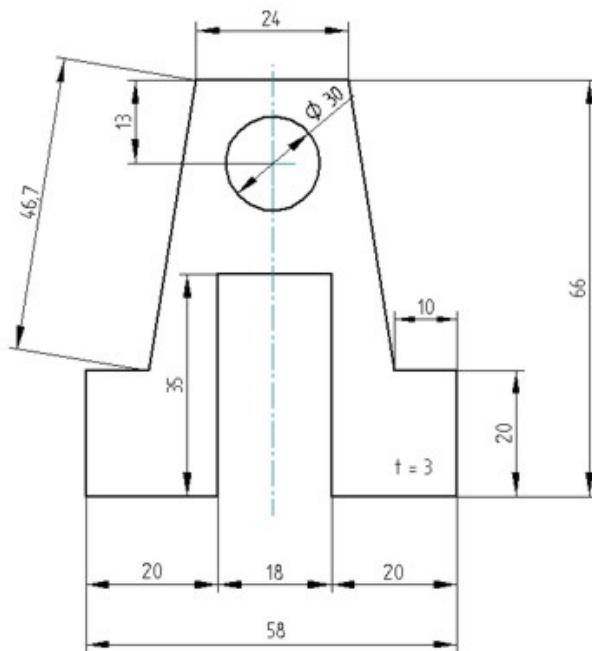


Abb. 10.7.6: Zeichnung mit fehlerhaften Bemaßungen

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Aufgabe zum Schluss

Aufgabe

In der folgenden Abbildung ist ein Ventil dargestellt.

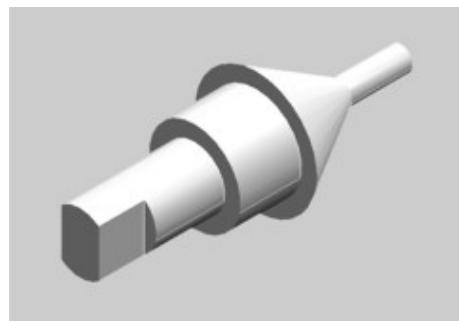


Abb. 10.8.1: Ventil

Nachfolgend ist die Vorder- und Seitenansicht des Ventils dargestellt. Es fehlen allerdings wichtige Maße. Diese sollen Sie nun ergänzen. Klicken Sie dazu jeweils zwei Körperkanten an, deren Abstände Sie als Maßeintragung in der Zeichnung berücksichtigen wollen.

Wählen Sie zunächst eine Körperkante aus!

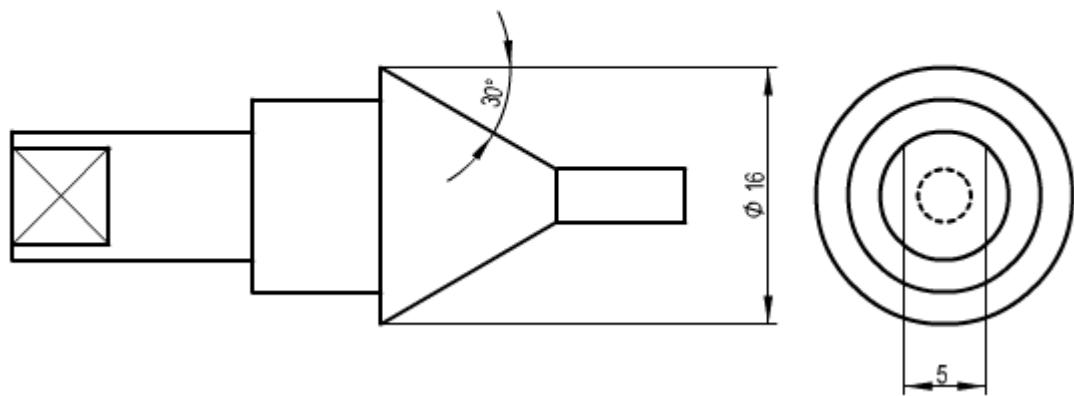


Abb. 10.8.2: Vorder- und Seitenansicht eines Ventils

Die Lösung der Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Praxisbeispiel

Gegeben ist das unmaßstäbliche Drei-Tafel-Bild eines 80 mm hohen Körpers, der aus zwei Zylindern und einer Platte besteht.

Im oberen Bereich besitzt der Körper eine mittige Nut mit einer Breite von 10 mm und einer Höhe von 35 mm. Die Oberkante der 10 mm dicken Platte befindet sich, von der Unterkante des Körpers aus gesehen, auf einer Höhe von 34 mm. Die Breite der Platte entspricht mit 60 mm dem Durchmesser des Zylinders, die Länge beträgt 80 mm. Das gesamte Werkstück ist mit einer koaxialen Bohrung mit einem Durchmesser von 30 mm versehen.

Übertragen Sie das Drei-Tafel-Bild im Maßstab 1:1 auf ein DIN A3 Blatt und bemaßen Sie es normgerecht!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil die Grundlagen der Bemaßung bei der Parallelperspektive erarbeiten.

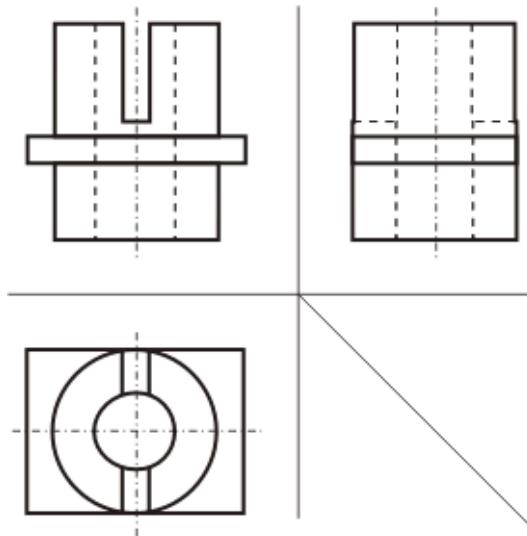


Abb. 10.9.1

Zusatzaufgabe

Übertragen Sie das Drei-Tafel-Bild im Maßstab 1:1 auf ein DIN A3 Blatt! Zeichnen Sie anschließend das isometrische Raumbild!

Dabei sollten Sie das Drei-Tafel-Bild auf der linken Seite des Blattes anordnen und die isometrische Darstellung auf der rechten Seite.

Für diese Zeichnung müssen Sie auf Ihr Wissen aus Lerneinheit 7 (Isometrie) zugreifen!

Aufgabe: Bemaßung des Drei-Tafel-Bilds

So sieht das Ergebnis aus:

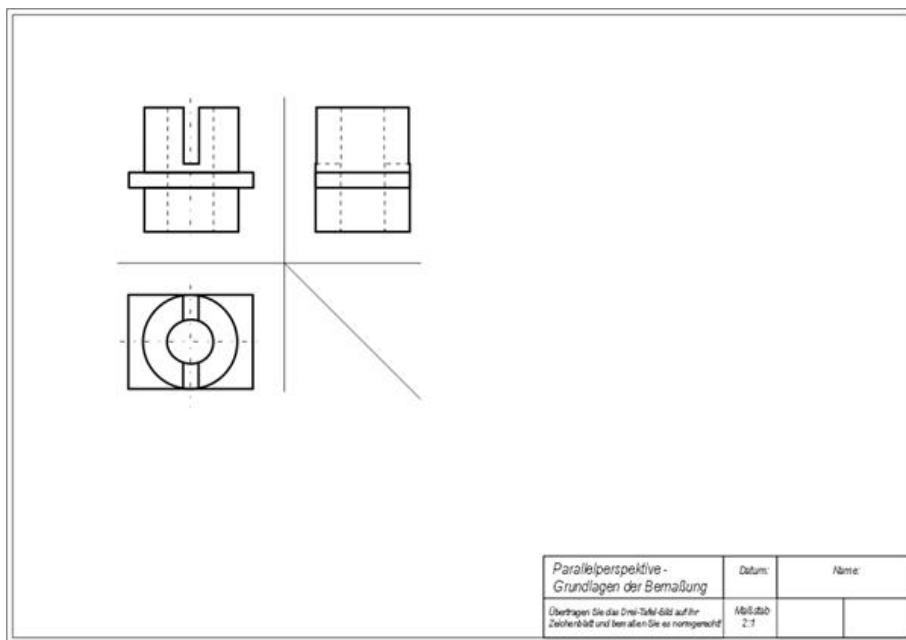


Abb. 10.9.2

Zusatzaufgabe: Zeichnen des isometrischen Raumbilds

So sieht das Ergebnis aus:

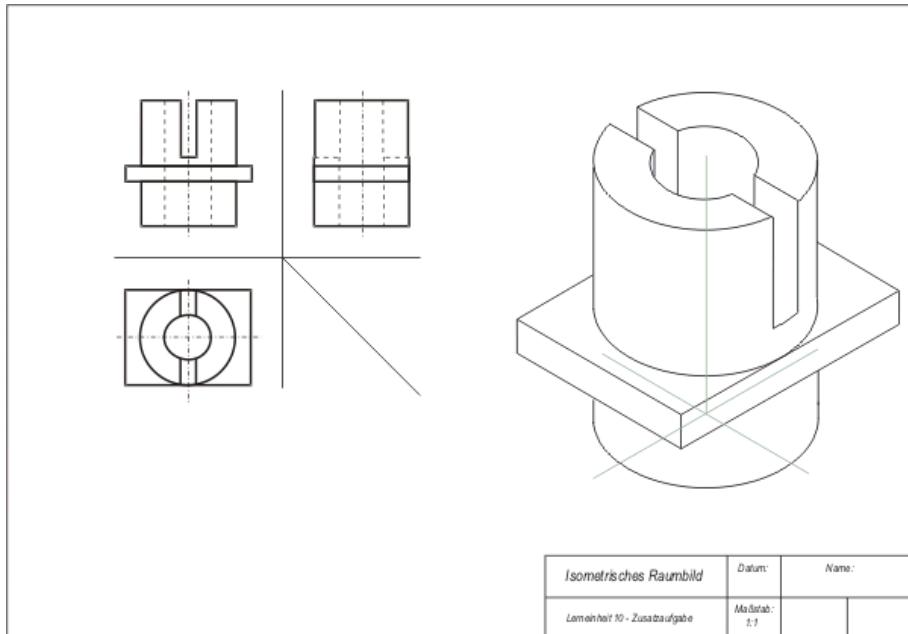


Abb. 10.9.4

Die schrittweise Lösung der Aufgaben finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Nachdem in den letzten Einheiten hauptsächlich Materialien für die Spielanleitung bzw. für Anschauung- und Werbematerial erstellt wurde, kommen wir hier wieder zur Ausarbeitungsphase der Fertigungsunterlagen zurück. Die Fertigungsunterlagen für das Gesamtprojekt beinhalten alle Einzelteile, Zusammenbaupläne, eine Übersichtszeichnung sowie eine Stückliste.

Ziel dieser Lerneinheit ist es, mit Fertigungsmaßen versehene Zeichnungen anzufertigen, man spricht hier üblicherweise von Werkzeichnungen. Durch die Darstellung der Form des Werkstücks, die genauen Maße (Bemaßung) sowie weitere Informationen (z.B. Oberflächenqualität) bilden Werkzeichnungen die Grundlage für die Fertigung bzw. Produktion, aber auch für die Kalkulation, z.B. der Materialkosten.

Die Bedeutung der Zeichnungen für die Fertigung hat auch Auswirkungen auf die Bemaßung. Für Bauteile oder Werkstücke im Baubereich existieren beispielsweise andere Bemaßungs-

regeln als im Metall- oder Maschinenbereich. Das hängt mit den dort üblichen Fertigungsverfahren zusammen. So werden im Metallbereich z.B. Kettenmaße, also Maße, die aneinander gereiht sind, vermieden, da sich sonst Maßungenauigkeiten bei der Fertigung addieren könnten. Im Baubereich sind sie dagegen erlaubt, weil so sehr schnell die Breite von Öffnungen oder Mauerpfählen auf der Baustelle kontrolliert werden kann. Im Rahmen dieses Kurses beziehen wir uns hauptsächlich auf die Bemaßungsregeln im Metall- bzw. Maschinenzeichnen.

Methodische Hinweise

Die Bedeutung genauer Werkzeichnungen wird am besten durch eine Gegenüberstellung einer Werkzeichnung mit einem fertigen Werkstück ersichtlich. Die Bemaßungsregeln sollten ausgehend von den Fertigungsverfahren (z.B. Drehen, Fräsen, Sägen) behandelt werden. Damit wird dem Schüler beispielsweise schnell einsichtig, dass Formänderungen an einem Drehteil immer von einer Seite bemaßt werden, im Baubereich dagegen Kettenmaße wegen der Anordnung der Steine durchaus sinnvoll sind (s. Lerneinheit).

Aufgrund der Fülle der Teile in unserer Spielesammlung und dem didaktischen Schwerpunkt, der hier auf der Bemaßung liegt, erscheint es gerechtfertigt, dem Schüler die Teile bereits als unbemaßte Zeichnungen vorzugeben, die dann unter Anwendung der Bemaßungsregeln vervollständigt werden sollen.

Hingewiesen sei hier noch darauf, dass es für viele Werkstücke – so auch für etliche Einzelteile unserer Spielesammlung – nicht erforderlich ist, unterschiedliche Ansichten zu zeichnen. Vielfach kann die Form des Körpers in einer einzigen Ansicht erfasst werden. Die wichtigste Ansicht wird normalerweise als Vorderansicht dargestellt. Wenn weitere Ansichten nichts Neues oder sogar Verwirrung bringen, werden sie weggelassen. Die fehlende Tiefe kann dann mit einem „ $t = ...$ “ zur Bemaßung hinzugefügt werden. Die in Werkzeichnungen üblicherweise hinzugefügten Informationen bzgl. Material, Oberflächengüte oder Endbehandlung sollten hier aus Vereinfachungsgründen nicht thematisiert werden.

Projektaufgabe

Laden Sie sich die Blätter mit den Ansichten der Raumpuzzleteile und der Kastenseitenwände im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle herunter, beschriften Sie diese und ergänzen Sie die Zeichnungen um die normgerechte Bemaßung.

Auf dem ersten Blatt der Darstellung der Raumpuzzleteile ist nur die linke Seite gefüllt. Die rechte Seite bleibt frei für eine Stückliste. Aus allen Projektunterlagen soll abschließend ein durchnummeriertes Geheft entstehen.

Die Regeln zur Bemaßung finden Sie im Theorieteil. Arbeiten Sie diesen daher vorher durch.

Eine Hilfestellung zu dieser Aufgabe finden Sie ebenfalls im Onlinekurs.

Kapitel 11: Linienarten

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Grundarten von Linien und Varianten in technischen Zeichnungen
- Linienbreiten und Abstufung nach der DIN ISO 128-20
- Auswahlkriterien und Breiten von Liniengruppen
- Linienarten und Beispiele für ihre Verwendung

Fähigkeiten:

- Auswahl geeigneter Linienarten
- Erstellung normgerechter Zeichnungen

Fachliche Grundlagen

Einleitung

Im Laufe dieses Kurses haben Sie unterschiedliche Zeichnungen angefertigt und dabei auch schon verschiedene Linienarten benutzt, z.B. eine Volllinie für die Darstellung der Körperkanten oder auch eine Strichlinie für die Darstellung verdeckter Kanten.

Die Art der Darstellung einzelner Linien birgt demnach viele wichtige Informationen und erspart umfangreiche Erklärungen. Deshalb wollen wir uns hier etwas näher mit ihnen beschäftigen. Es wird Sie wohl nicht erstaunen zu hören, dass es auch für die Ausführung dieser Linien Regeln gibt und dass diese in einer Norm festgeschrieben sind. Der Vollständigkeit halber soll sie genannt werden: DIN ISO 128-20.

Nachfolgend soll nun die Bedeutung der verschiedenen Linien aufgezeigt werden.

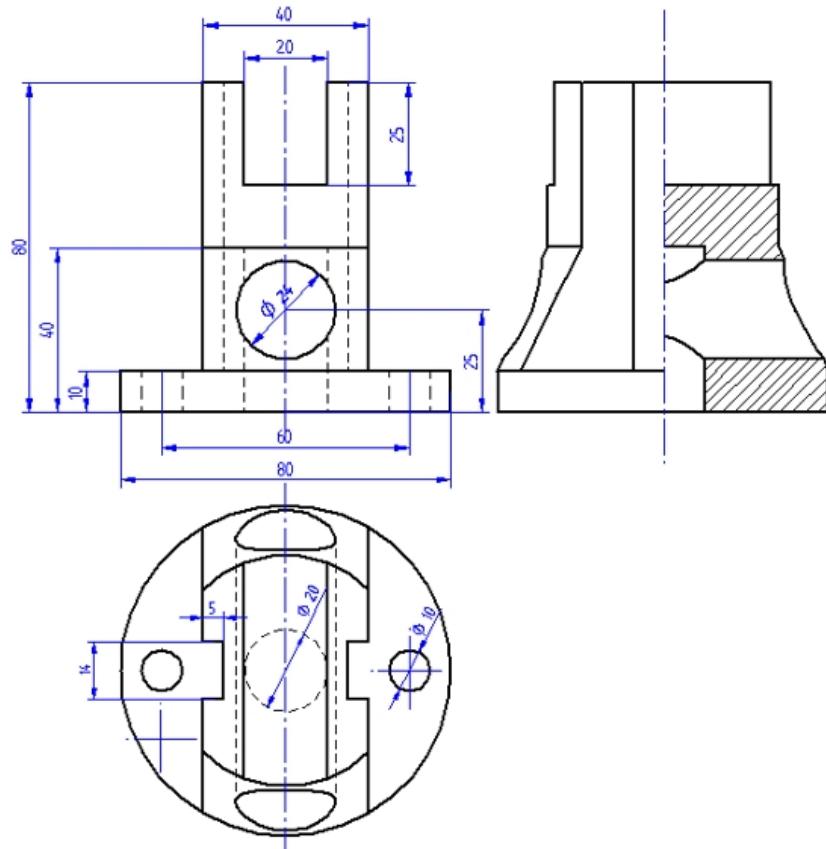


Abb. 11.1.1: Werkzeichnung mit drei Ansichten, Seitenansicht im Halbschnitt

Grundarten von Linien

Nachfolgend sind die Grundarten der Linien, die im Technischen Zeichnen verwendet werden, dargestellt. Von diesen Grundarten gibt es Variationen und Kombinationen.

Grundarten (Benennung)	Darstellung
Volllinie	—
Strichlinie	- - - - -
Strichabstandlinie	— — — — —
Strichpunktlinie	— · — · — · — · —
Strich-Zweipunktlinie	— · · — · · — · · —
Strich-Dreipunktlinie	— · · · — · · · — · · ·
Punktlinie	· · · · · · · · · ·

Abb. 11.2.1: Grundarten von Linien

Veränderung der Liniengrundarten	Darstellung (Beispiele)
Variationen von Linien	
Schlangenlinie	
Zickzacklinie	
Freihandlinie	
Kombinationen von Linien	
	
	

Abb. 11.2.2: Beispiele für Variationen und Kombinationen von Linien

Aufgabe

Überlegen Sie, aus welchen Grundarten von Linien die beiden oben dargestellten Linienkombinationen zusammengesetzt sind.

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der genannten Bezeichnungen für Linienarten gibt es wirklich?

- Strichabstandlinie
- Schräglinie
- Halblinie
- Strichpunktlinie

Die Lösung der Aufgaben finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Linienbreiten und Liniengruppen

Jede der oben dargestellten Linien steht für eine bestimmte Information. Allerdings lassen sich Linienarten noch einmal variieren, nämlich in der Breite. Die einfachste Art der Unterscheidung ist dann die in eine breite und eine schmale Linie. Angesichts der Möglichkeiten, mit verschiedenen Stiften und damit Minenbreiten zu arbeiten, ist diese Unterscheidung allerdings ziemlich ungenau. Ordnung bringt man dann in die Linien, wenn man sich ausgehend von einer Linienbreite auf davon abgeleitete Breiten beschränkt. Daher werden Linienbreiten mit dem Verhältnis von 1 : 2 ($\approx 1: 1,41$) gestuft. Die DIN ISO 128-20 legt folgende Reihe fest:

0,13 mm; 0,18 mm; 0,25 mm; 0,35 mm; 0,5 mm; 0,7 mm; 1 mm; 1,4 mm; 2 mm.

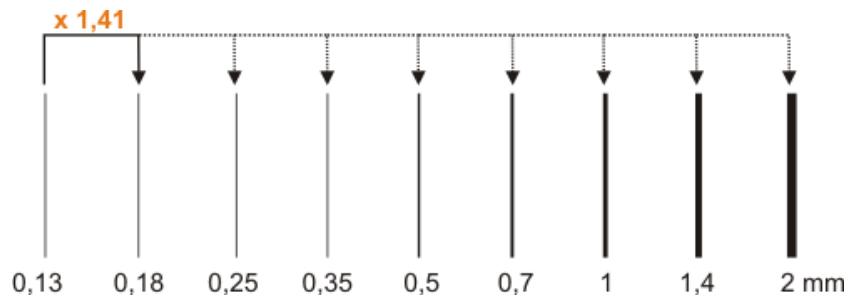


Abb. 11.3.1: Abstufung der Linienbreiten im Verhältnis 1 : 1,41

Bestimmend für die Auswahl und Verwendung einzelner Linienbreiten ist die Art und Größe sowie der Maßstab einer Zeichnung. Die Linienbreiten werden zu einer Liniengruppe zusammengefasst, die dann für die Ausführung einer Zeichnung bestimmt ist. Für die unterschiedlichen Linienbreiten gibt es Tuschefüller. Wird mit Bleistift gezeichnet, sollen die Linienbreiten ebenfalls eingehalten werden.

Unterschieden werden die Liniengruppen, 0,35; 0,5; 0,7 und 1,0.

Die nachfolgende Übersicht zeigt, welche Linien jeweils diesen Gruppen zugeordnet sind. Vorzugsweise werden die Liniengruppen 0,5 und 0,7 verwendet. Für das Format DIN A 2 und kleiner, also auch DIN A 4, wird die Liniengruppe 0,5 mit den Linienbreiten 0,5; 0,35 und 0,25 verwendet, für größere Formate (A 1 und A 0) die Liniengruppe 0,7 mit den Linienbreiten 0,7; 0,5 und 0,35.

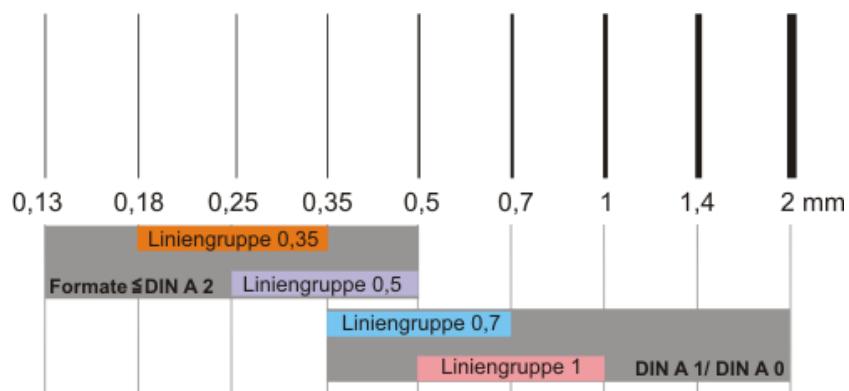


Abb. 11.3.2: Zuordnung der Linienbreiten zu den Liniengruppen und Papierformaten

Linienarten und Ihre Verwendung

In der anschließend dargestellten Tabelle wird die Verwendung der Linienarten mit den entsprechenden Breiten für die vorzugsweise verwendeten Liniengruppen 0,7 und 0,5 aufgezeigt. Ihnen wird vielleicht auffallen, dass die mittleren Linienbreiten, also bei der Liniengruppe 0,7 die Breite 0,5 und bei der Liniengruppe 0,5 die Breite 0,35 nicht vorkommen. Diese Linienbreiten werden allein für die Darstellung der Schrift und graphischer Symbole verwendet.

Darstellung	Linienart	Linien- gruppe 0,7	Linien- gruppe 0,5	Anwendung
	Volllinie, breit	0,7	0,5	<ul style="list-style-type: none"> • sichtbare Kanten, sichtbare Umrisse • Gewindespitzen • Grenzen der nutzbaren Gewindelänge
	Volllinie, schmal	0,35	0,25	<ul style="list-style-type: none"> • Maßlinien • Maßhilfslinien • Hinweis- und Bezugslinien • Schraffuren • kurze Mittellinien (Mittellinienkreuz) • Gewindeggrund • Maßlinienbegrenzungen • Diagonalkreuz zur Kennzeichnung ebener Flächen • Konstruktionslinien (manchmal irreführenderweise auch als Projektionslinien bezeichnet)
	Freihandlinie, schmal	0,35	0,25	
	Zickzacklinie	0,35	0,25	<ul style="list-style-type: none"> • Schraffuren der Schnittflächen bei Holz und Holzwerkstoffen • Begrenzung von abgebrochenen oder unterbrochen dargestellten Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Mittellinie ist
	Strichlinie, schmal	0,35	0,25	<ul style="list-style-type: none"> • verdeckte Kanten, verdeckte Umrisse

	Strichpunktlinie, schmal	0,35	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Mittellinien, Symmetrielinien
	Strichpunktlinie, breit	0,7	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung geforderter Behandlungen, z.B. Oberflächenbeschichtung Kennzeichnung der Schnittebenen
	Strich-Zweipunktlinie, schmal	0,35	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Umrisse von angrenzenden Teilen Grenzstellungen von beweglichen Teilen Umrisse (ursprüngliche) vor der Verformung Teile, die vor der Schnittebene liegen

Abb. 11.4.1: Linienarten

Sichtbare Kanten, Umrisse

Die Darstellung sichtbarer Körperkanten sollte an dieser Stelle des Kurses für Sie kein Problem mehr sein. Trotzdem hier noch einmal die Definition der Linienart.

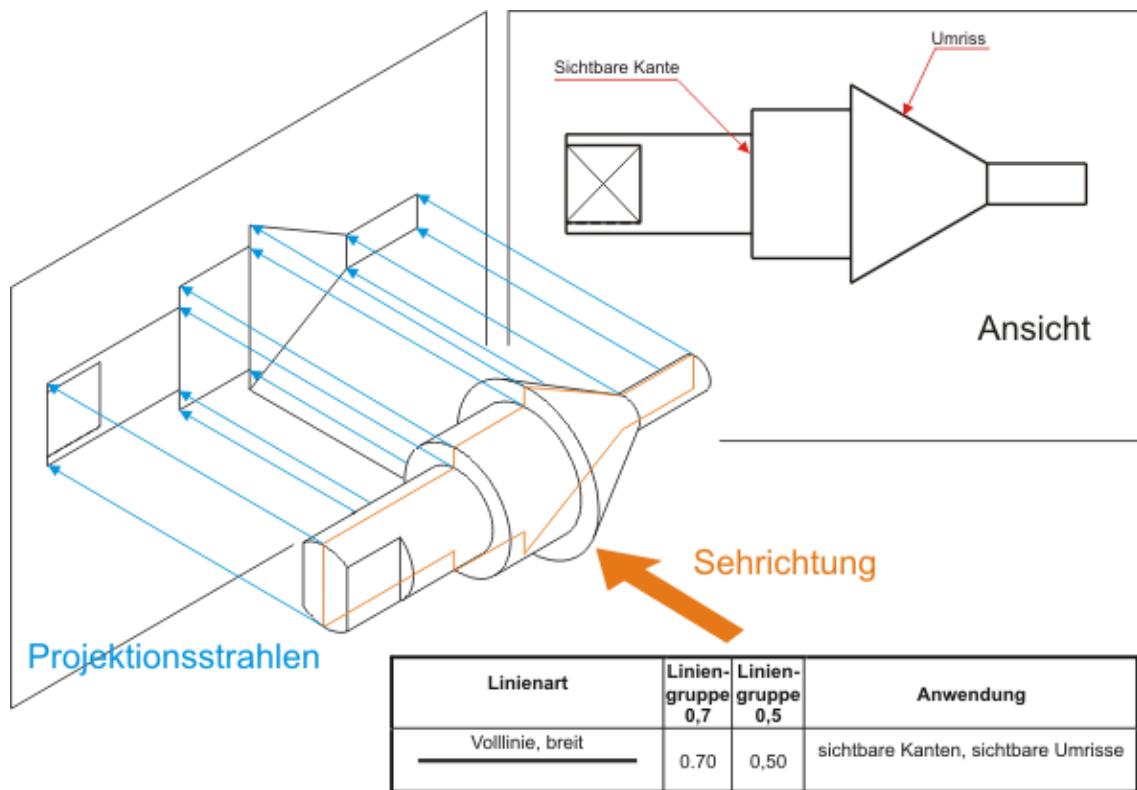


Abb. 11.4.1.1: Breite Volllinie bei sichtbaren Kanten und Umrissen

Darstellung von Schrauben und Gewinden

Viele technische Artefakte sind mit Schrauben zusammengefügt. Die Darstellung des Gewindes von Schrauben und Muttern (Außen- oder Innengewinde) wäre sehr aufwändig. Man behilft sich daher mit eindeutigen Abbildungsvorschriften für Gewindespitzen und Gewindegrund.

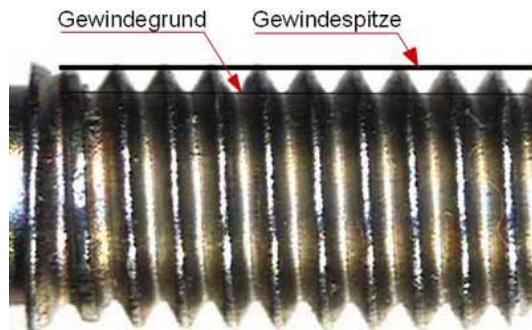
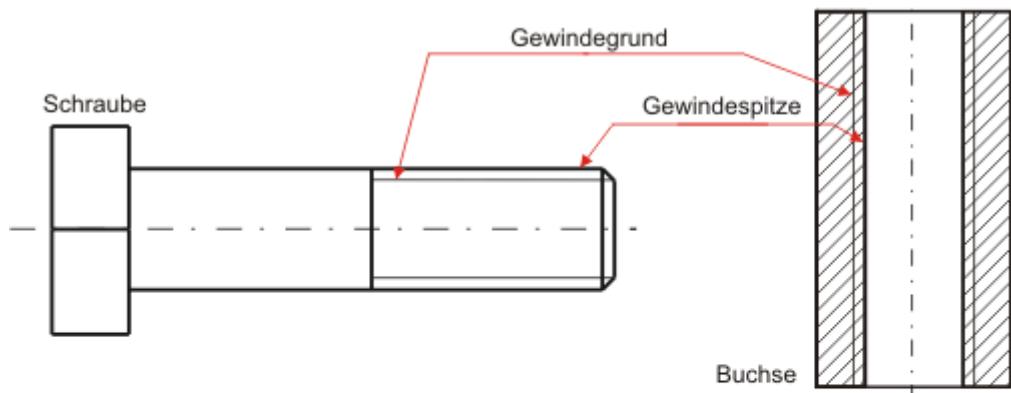


Abb. 11.4.2.1: Schraube



Linienart	Linien- gruppe 0,7	Linien- gruppe 0,5	Anwendung
Volllinie, breit	0,70	0,50	Gewindespitzen Grenzen der nutzbaren Gewindelänge
Volllinie, schmal	0,35	0,25	Gewindegrund

Abb. 11.4.2.2: Linienbreiten bei Gewindedarstellungen

Maßlinien – Maßhilfslinien

Wie bemaßt wird, haben Sie in der letzten Lerneinheit erfahren. Nachfolgend sehen Sie die Vorschriften zur Darstellung der für die Bemaßung erforderlichen Linien.

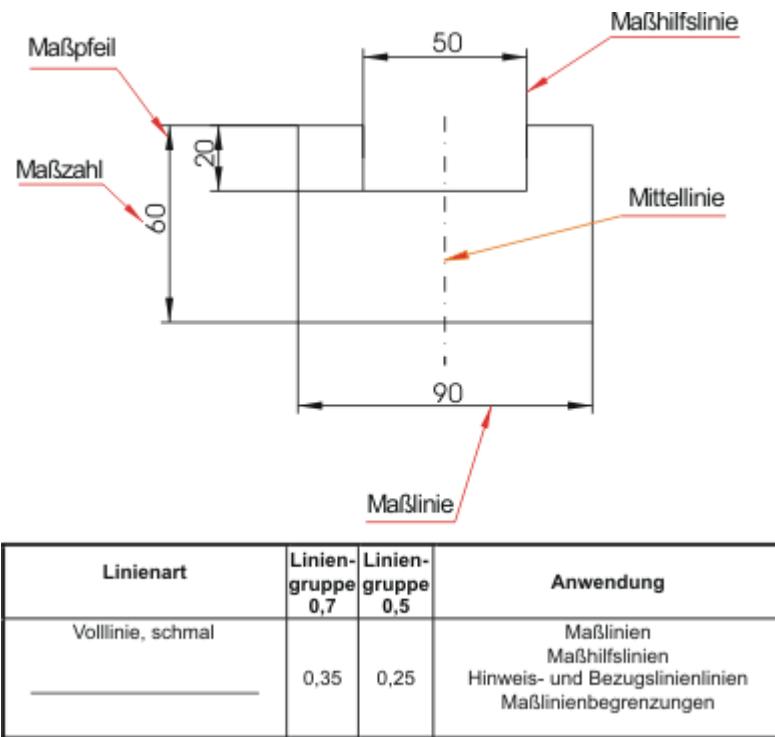
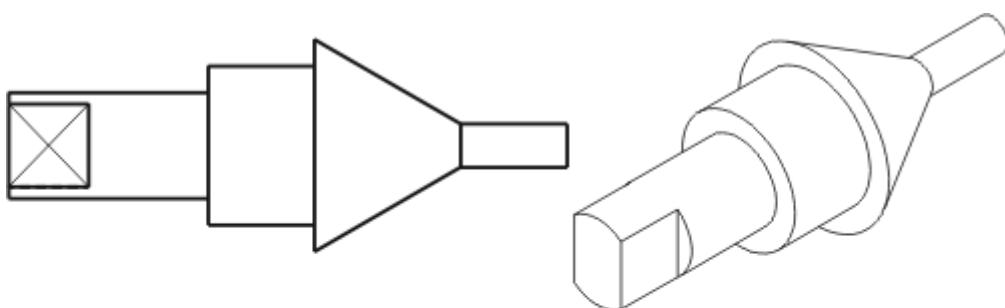


Abb. 11.4.3.1: Linienbreiten bei Maßlinien und Maßhilfslinien

Diagonalkreuz zur Kennzeichnung ebener Flächen

Wie in diesem Kurs schon des Öfteren betont, müssen nicht von jedem Werkstück oder Bauteil immer unterschiedliche Ansichten angefertigt werden. In vielen Fällen reicht eine einzige. Manchmal kann eine Darstellung aber wenig eindeutig sein, wie in dem unten dargestellten Fall. Hier ist ein Drehteil in der Ansicht dargestellt, in das eine ebene Fläche gefräst oder geschnitten wurde. Um diese als solche kenntlich zu machen, wird sie mit einem Kreuz markiert.



Linienart	Linien-gruppe 0,7	Linien-gruppe 0,5	Anwendung
Volllinie, schmal	0,35	0,25	Diagonalkreuz zur Kennzeichnung ebener Flächen

Abb. 11.4.4.1: Linienbreite für Diagonalkreuz zur Kennzeichnung ebener Flächen

Konstruktionslinien ("Projektionslinien")

Hilfs- oder Projektionslinien können in technischen Zeichnungen - wenn nicht anders geregelt - sichtbar bleiben, müssen sich aber von "normalen" Körperkanten unterscheiden.

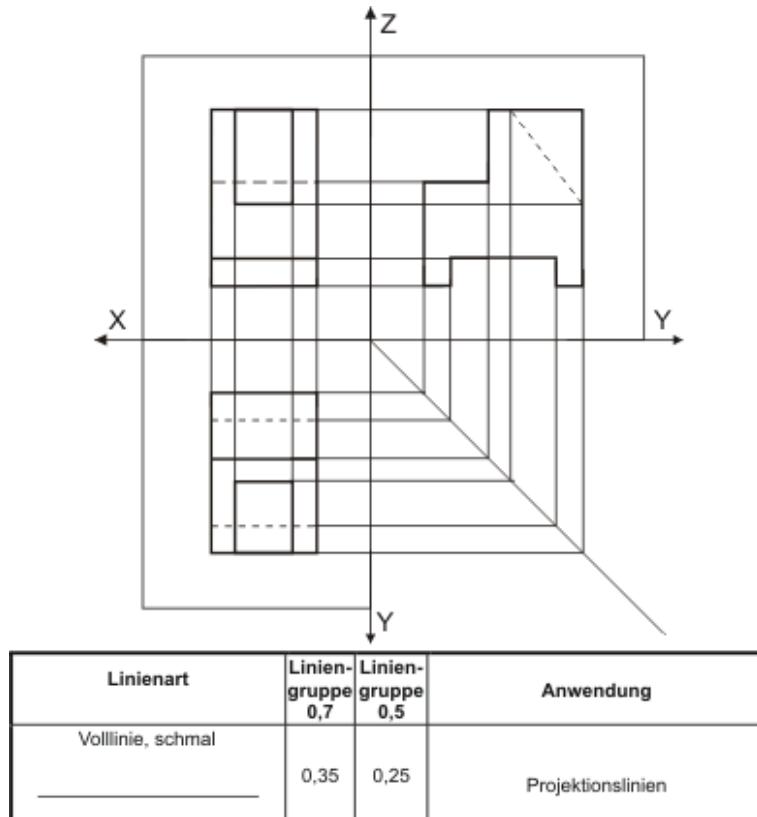
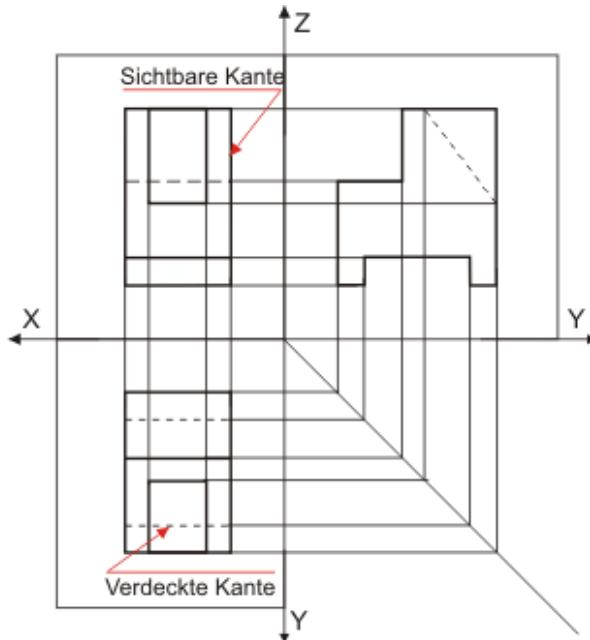


Abb. 11.4.5.1: Linienbreiten von Projektionslinien

Sichtbare und verdeckte Kanten

Wenn Sie die Aufgaben dieses Kurses bearbeitet haben, sind Sie bereits Meister, was die Darstellung verdeckter Kanten anbelangt. Der Vollständigkeit halber aber hier noch einmal die entsprechende Abbildungsvorschrift.



Linienart	Linien- gruppe 0,7	Linien- gruppe 0,5	Anwendung
Volllinie, breit	0.70	0,50	sichtbare Kanten, sichtbare Umrisse
Strichlinie, schmal	0,35	0,25	verdeckte Kanten, verdeckte Umrisse

Abb. 11.4.6.1: Linienbreiten von Projektionslinien

Kennzeichnung von Schnitten

Nicht immer sind Ansichten eines Werkstücks oder Bauteils bzw. Ansichten mit Darstellung der verdeckten Kanten aussagekräftig oder ermöglichen die Erfassung der Konstruktion. Besonders bei Hohlkörpern oder Objekten aus mehreren ineinander gefügten Teilen kann ein Schnitt die Anschaulichkeit erhöhen. So werden etwa bei Häusern Schnittdarstellungen gewählt, um detailliert die Zimmeranordnung oder die Baukonstruktion aufzuzeigen.

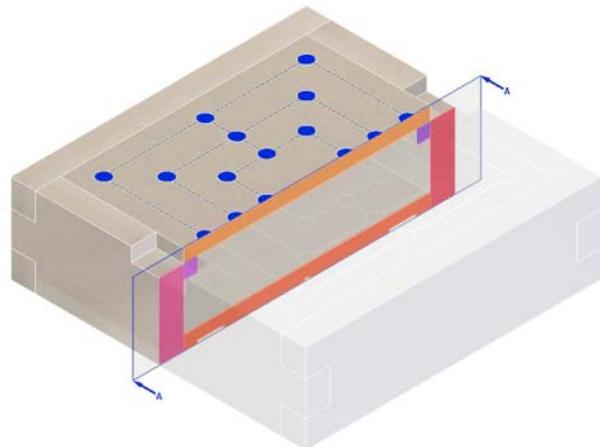


Abb. 11.4.7.1: Schnitt durch einen Hohlkörper

Auch bei Maschinenteilen, die miteinander verschraubt, verbuchst oder auf eine andere Art gefügt sind, bekommt man so einen Blick auf das "Innenleben" (s. Abb. 11.4.7.3).

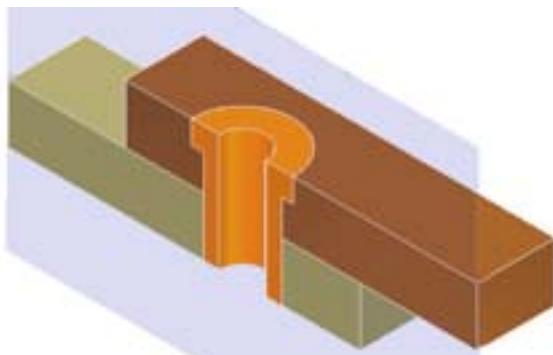


Abb. 11.4.7.2: Räumliche Darstellung - Schnitt durch eine Verbuchung

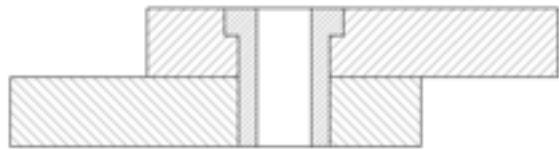


Abb. 11.4.7.3: Schnittdarstellung der Verbuchung

Bei den Schnitten unterscheidet man den Vollschnitt und den Halbschnitt. Beim Vollschnitt denkt man sich eine Werkstückhälfte abgeschnitten; die andere Hälfte wird gezeichnet. Um den gedachten Schnitt von halben Formen zu unterscheiden, die oft vorkommen (s. Abb. 11.1.1), sind genaue Regeln für Schnittdarstellung formuliert worden (DIN 6).

Zunächst ist es wichtig, genau festzulegen, wo das Objekt geschnitten wird. Dazu wird der Schnittverlauf mit Blickrichtung angegeben (s. Abb. 11.4.7.4).

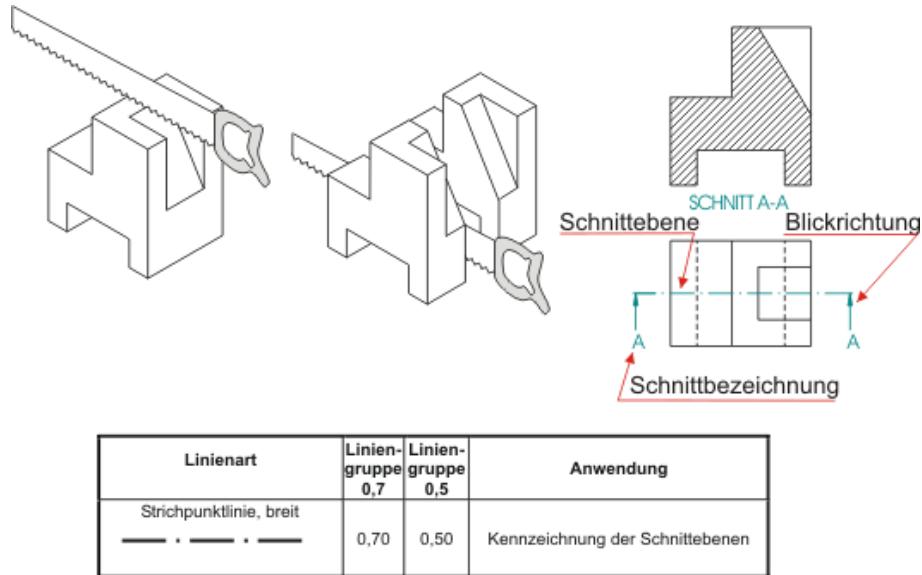


Abb. 11.4.7.4: Linienbreiten zur Kennzeichnung der Schnittführung

Überall dort, wo man durch Material schneidet, werden die Flächen schraffiert gezeichnet. Normalerweise geht die Schraffur von links unten nach rechts oben. Sie besteht aus schmalen Volllinien in regelmäßigen Abständen. Der Abstand der Linien richtet sich nach der Größe der Schnittfläche. Ganz kleine Schnittflächen werden geschwärzt. Jedes beteiligte Teil erhält seine eigene Schraffur, durch Änderung der Richtung und/ oder der Dichte der Linien. Verschiedene Schnittflächen an ein und demselben Teil erhalten die gleiche Schraffur. Treffen mehrere ganz kleine Teile aneinander, so sind zwischen Ihnen kleine Abstände zu lassen, so dass Zwischenfugen entstehen.

Schneidet man durch Hohlräume, wird die Ansicht in Blickrichtung dargestellt. Verdeckte Körperkanten werden in Schnittdarstellung möglichst nicht gezeichnet.

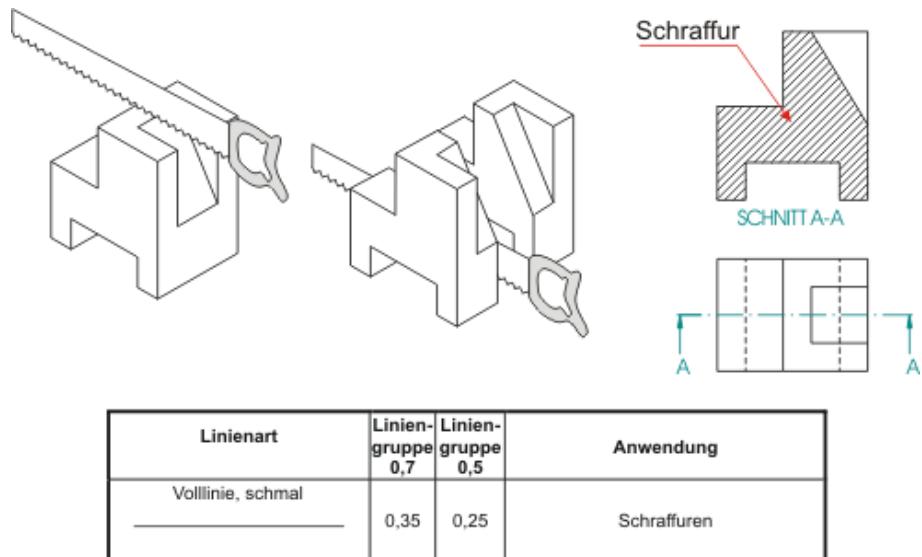


Abb. 11.4.7.5: Linienbreiten bei Schraffuren

Begrenzung von abgebrochenen oder unterbrochen dargestellten Ansichten

Nicht immer muss das ganze Teil dargestellt werden. In diesem Fall kann man das Teil "brechen" und nur einen Teil darstellen.

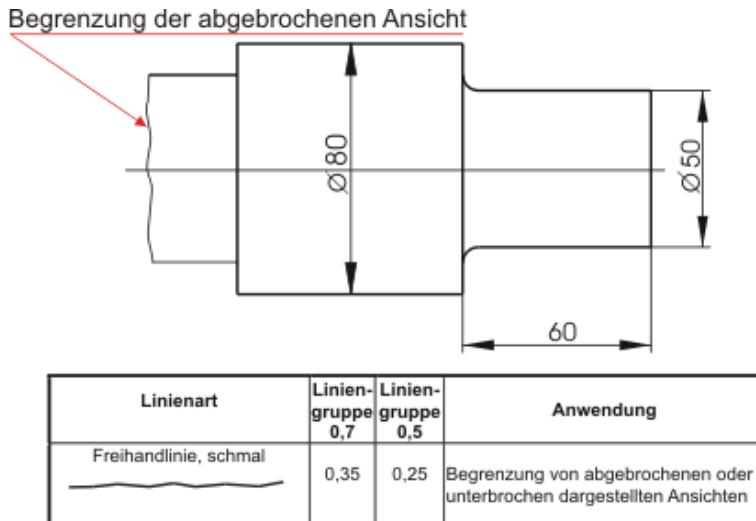
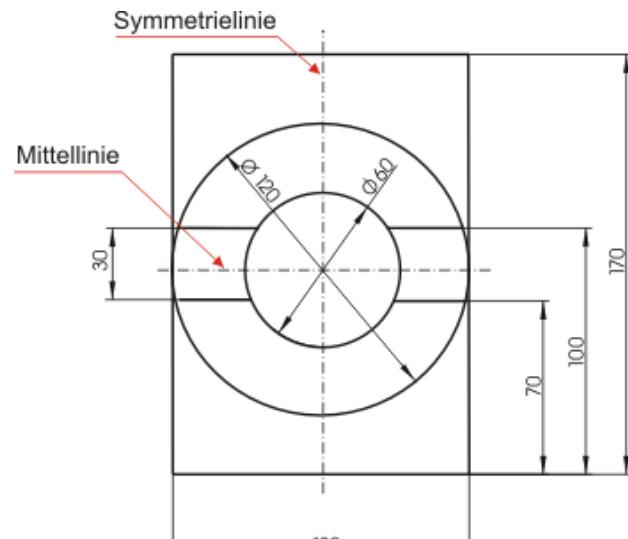


Abb. 11.4.8.1: Verwendung einer Freihandlinie

Symmetrie- und Mittellinien

Symmetrielinien lassen auf den ersten Blick erkennen, dass die beiden durch sie getrennten Teile die gleiche Form und die gleichen Maße aufweisen.



Linienart	Linien-gruppe 0,7	Linien-gruppe 0,5	Anwendung
Strichpunktlinie, schmal	0,35	0,25	Mittellinien. Symmetrielinien

Abb. 11.4.9.1: Linienbreiten von Symmetrie- und Mittellinien

Aufgabe

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der Aussagen ist richtig?

- Für Schraffuren werden breite Volllinien verwendet
- Schnittebenen werden mit dünnen Strichpunktlinien gekennzeichnet
- Unsichtbare Kanten werden mit schmalen Strichlinien gezeichnet
- Der Gewindegrund wird mit dicken Volllinien gezeichnet
- Symbole werden bei der Liniengruppe 0,5 mit der Linienbreite 0,35 gezeichnet

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Aufgabe zum Schluss

Aufgabe

Bei der Vorderansicht des auch in Isometrie dargestellten Körpers wurde nur eine Linienart verwendet. Sie können die fehlerhafte Darstellung verbessern, indem Sie zuerst die Linien in der Zeichnung auswählen und dann die richtige Linienart unten anklicken.

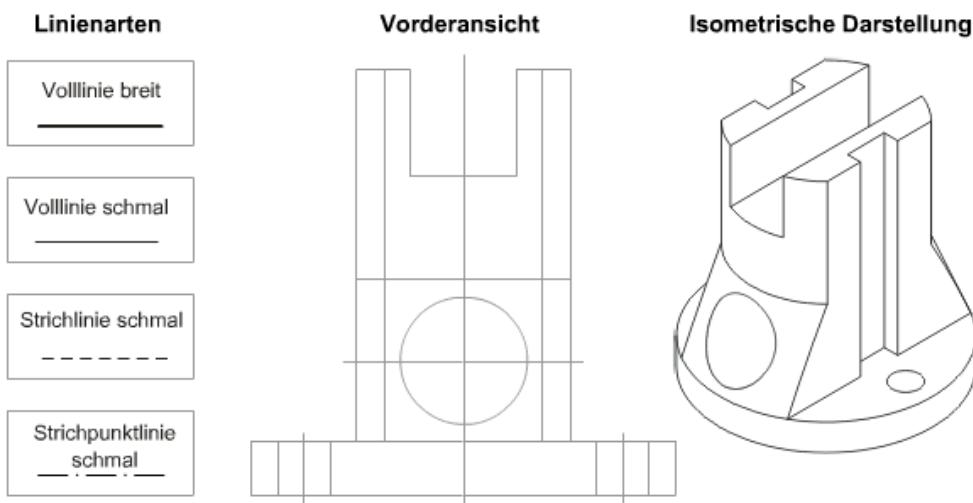


Abb. 11.5.1: Vorderansicht und Isometrie eines Körpers

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Praxisbeispiel

Gegeben sind die bemaßte Vorderansicht und die isometrische Darstellung eines zylindrischen Körpers. Der Körper hat unten eine mittig durchgehende Nut und eine ausmittige Nut von der oberen Deckfläche aus. Vom rechten Rand der Vorderansicht hat diese ausmittige Nut einen Abstand von 10 mm.

Zu zeichnen ist die Draufsicht und die Seitenansicht des Drei-Tafel-Bildes im Maßstab 1:1!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen über Strichstärken bei der Drei-Tafel-Projektion erarbeiten.

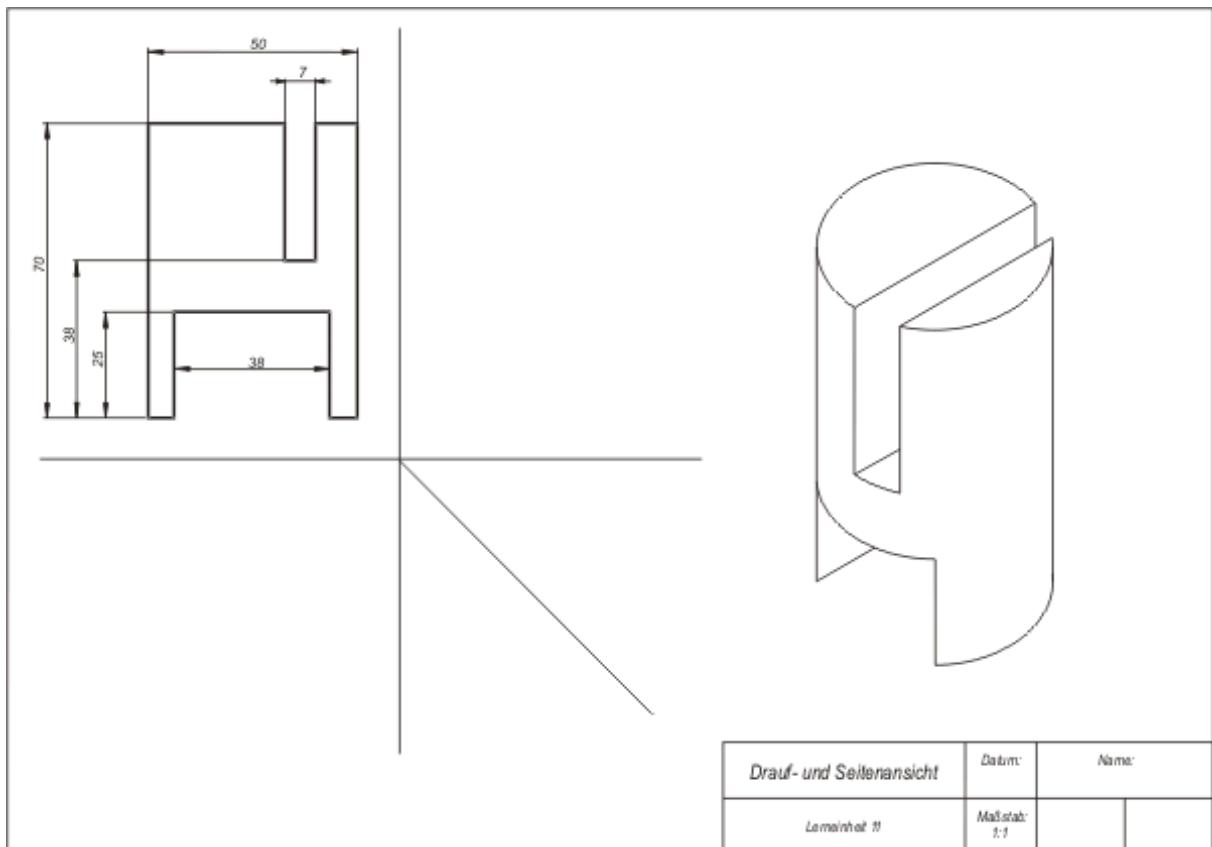


Abb. 11.6.1

Zeichnen von Drauf- und Seitenansicht des Drei-Tafel-Bildes

So sieht das Ergebnis aus:

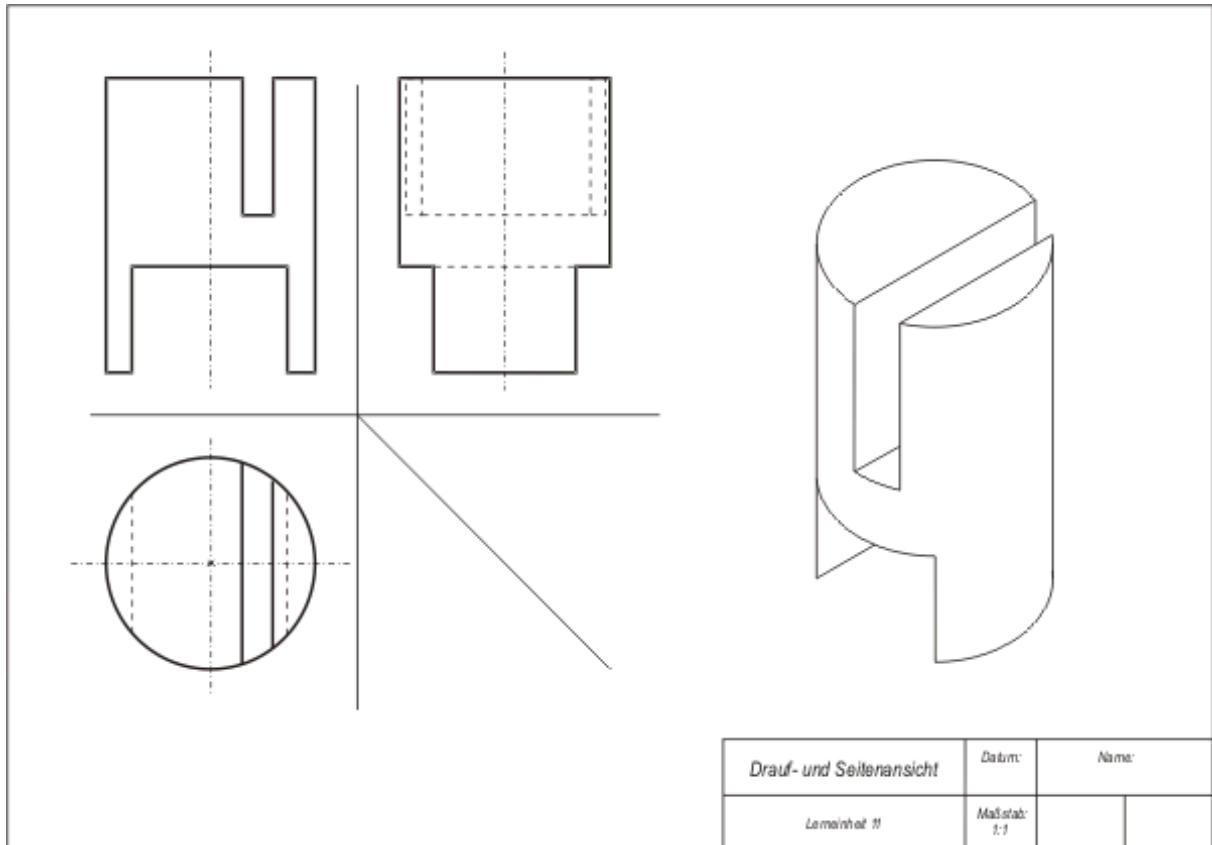


Abb. 11.6.2

Die schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

In dieser Lerneinheit greifen wir die konstruktiven Details auf, die in Lerneinheit vier festgelegt wurden. Es geht um die zeichnerische Darstellung des Kastens mit den in Lerneinheit vier festgelegten oder den durch die Projektunterlagen vorgegebenen konstruktiven Lösungen und Maßen.

Inhaltlich sind wir jetzt bei speziellen Werkzeichnungen, die Einzelteile eines Werkstücks in ihrer räumlichen Lage und Kombination wiedergeben – man spricht hier von der Darstellung

einer Baugruppe oder - gemäß der Funktion solcher Zeichnungen – von Montagezeichnungen.

Gut geeignet für die Darstellung von Baugruppen sind Schnittzeichnungen, besonders, wenn das Objekt Hohlräume aufweist und einzelne Bauteile ineinander gefügt sind. Schnittdarstellungen bieten dann einen guten Einblick in die Baustruktur des Objekts. Neben der Darstellung eines Objekts in zusammengebautem Zustand (Gesamtzeichnung) und Schnittzeichnungen werden für die Fertigung und Montage auch Explosionsdarstellungen und Stücklisten verwendet. Wenn vorgefertigte (auch genormte) Teile verwendet werden, kann man sich die geometrische Darstellung oft sparen und das Teil nur in der Stückliste eintragen. Die Stückliste ist zudem eine Grundlage für Berechnungen, z.B. wenn das Gesamtgewicht einer Baugruppe, der Materialbedarf einer Firma oder der Preis eines Produktes bestimmt werden sollen. Auch in der Wartung oder Außerbetriebnahme kommen die genannten Unterlagen zum Einsatz.

Methodische Hinweise

Methodisch kann die Bedeutung von Gesamtzeichnungen, Schnitten- oder Montagezeichnungen durch die Bezugnahme auf den Herstellprozess erarbeitet werden. Die Besonderheiten von Schnittzeichnungen lassen sich beispielsweise durch die Vorgabe eines realen Werkstücks und die begleitende Interpretation einer Ansicht, eines Teilschnitts und eines Vollschnitts erarbeiten. Als Alternative bietet sich die Demonstration mittels CAD-Programm an. Zur Vertiefung oder Lernzielsicherung können Zuordnungsaufgaben eine Rolle spielen, bei denen verschiedene Schnitte und (perspektivische) Ansichten in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Da bei Schnittdarstellungen im Vergleich zu den bisher vor allem erarbeiteten Ansichten andere Linienarten zum Einsatz kommen, ist diesem Punkt ebenfalls Aufmerksamkeit einzuräumen. Damit sind wir bei der Aufgabe und zeigen hier einen weiteren methodischen Weg auf, Linienarten zu thematisieren: Die Handskizze soll unter Zuhilfenahme der entsprechenden Normen in eine normgerechte Zeichnung überführt werden, bei der auf die Strichstärken und Linienarten besonderes Augenmerk geworfen wird.

Projektaufgabe

Die Einzelteile der Spielesammlung sind ja auch schon als Werkzeichnungen vorhanden. Jetzt sollen Sie eine Gesamtzeichnung und einen Schnitt im Maßstab 1:1 anfertigen, so dass der Herstellende genau sieht, welche Teile dazugehören und wie sie miteinander verbaut werden. Verwenden Sie für diese Aufgabe bitte ein DIN A 3 Zeichenblatt. Teilen Sie das Blatt so ein, dass Sie die Vorderansicht, die Draufsicht, ein Vollschnitt des Kastens mit dem Wendedeckel sowie die Stückliste darauf Platz haben. Die nachfolgende (unvollständige) Handskizze soll Ihnen als Hilfestellung dienen.

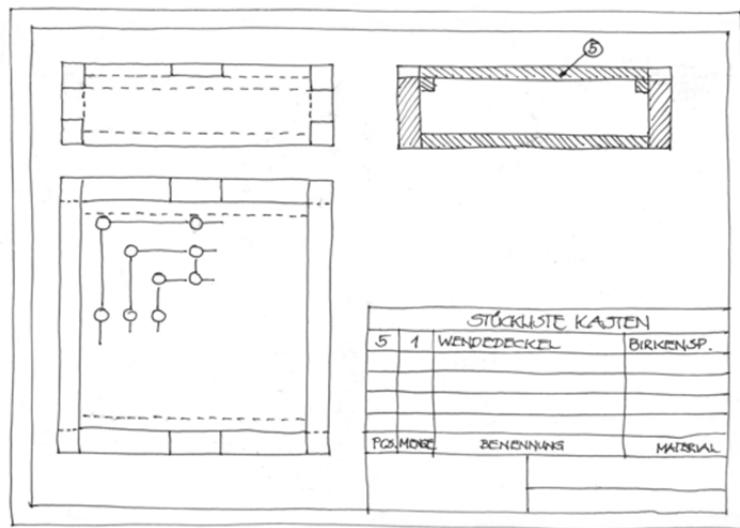


Abb. 11.7.1: Handskizze des Kastens mit Vollschnitt und Stückliste

In Aufgabe 4 haben Sie bereits eine ähnliche Darstellung gesehen, die allerdings den Nachteil hatte, dass die Verzinkung und die Griffmulde nicht zu sehen waren. Achten Sie bitte genau auf die Darstellung der Linien. Wählen Sie eine geeignete Liniengruppe und variieren Sie die Strichstärken nach Norm.

Auf eine Darstellung der Herstellungsmaße kann hier verzichtet werden. Eingetragen werden sollen aber die Teilenummern als Verbindung zur Stückliste sowie das Gesamtaußenmaße und die lichte Weite innen.

In der Stückliste sollte verzeichnet werden, welche Teile verbaut sind, aus welchem Material sie gefertigt werden und wie oft sie in der Baugruppe Kasten vorkommen. Informationen über Schnitttdarstellung und Stücklisten bekommen Sie auch im Theorieteil der Lerneinheit.

Eine Hilfestellung zu dieser Aufgabe finden Sie ebenfalls im Onlinekurs.

Kapitel 12: Maßstäbe

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Begriff "Maßstab"
- Gründe für die Veränderung von Maßstäben

Fähigkeiten

- Wahl geeigneter Maßstäbe
- Berechnungen mit Maßstäben (wirkliches Maß, Zeichnungsmaß, Maßstab)
- maßstäbliche technische Zeichnungen

Fachliche Grundlagen

Einleitung

Im Laufe dieses Kurses ist der Begriff "Maßstab" schon an einigen Stellen aufgetreten. Im Folgenden wollen wir diesen, für das Technische Zeichnen fundamentalen Begriff näher diskutieren. In einfachen Fällen werden Objekte mit den Maßen gezeichnet, die sie (nach Abschluss des Fertigungsprozesses) tatsächlich auch haben sollten. Man sagt, die Zeichnungen wurden im Maßstab 1:1 erstellt. Das bedeutet, dass eine Maßeinheit (z.B. mm oder cm) in der Zeichnung genau einer Maßeinheit in der Wirklichkeit entspricht. Bei vielen technischen Zeichnungen ist es jedoch aufgrund der Größe oder der speziellen Form des darzustellenden Objekts notwendig, von dem natürlichen Maßstab (M 1:1) abzuweichen.

Die Angabe von Maßstäben

Maßstäbe legen das Verhältnis eines linearen Zeichnungsmaßes in mm oder cm zu einem linearen Maß des wirklichen Objekts in derselben Maßeinheit fest. Es werden also zwei Zahlen angegeben. Die erste Zahl bezieht sich auf das Zeichnungsmaß, die zweite Zahl auf das wirkliche Maß. Zu beachten ist dabei, dass - je nach fachlicher Ausprägung des Technischen Zeichnens - die Maßangaben in Millimeter (z.B. Metalltechnik) oder Zentimeter (z.B. Bau-technik) erfolgen. Der jeweils verwendete Maßstab ist in das Schriftfeld der Zeichnung einzutragen (s. Aufgabenblätter).

Bei der Angabe eines Maßstabs sind folgende Konstellationen üblich: Zeichnungsmaß und wirkliches Maß sind gleich groß (M 1:1) oder Zeichnungsmaß und wirkliches Maß sind jeweils ein Vielfaches (n) von einander (M 1:n oder M n:1).

Beispiel I	M 1:1	1 cm oder mm in der Zeichnung	entspricht	1 cm oder mm in der Wirklichkeit
Beispiel II	M 1:10	1 cm oder mm in der Zeichnung	entspricht	10 cm oder mm in der Wirklichkeit
Beispiel III	M 5:1	5 cm oder mm in der Zeichnung	entsprechen	1 cm oder mm in der Wirklichkeit

Bei Beispiel I findet keine Verkleinerung oder Vergrößerung statt. Man sagt, die Zeichnung ist wirklichkeits- bzw. naturgetreu.

Bei Beispiel II spricht man von einem Verkleinerungsmaßstab (M 1:n). Dabei wird die zweite Zahl, also die Zahl, die für die wirklichen Maße steht, als Vielfaches der ersten Zahl angegeben.

Bei Beispiel III handelt es sich um einen Vergrößerungsmaßstab (M n:1). In diesem Fall ist das Zeichnungsmaß ein Vielfaches des wirklichen Maßes.

Gründe für die Veränderungen des Maßstabs

Maßstabsänderungen aufgrund der Größe

Aus Gründen der Übersichtlichkeit oder aufgrund der Beschränktheit von Zeichenblättern müssen größere Objekte (z.B. Bauwerke oder große Maschinenteile) in einer technischen Zeichnung verkleinert dargestellt werden. Für die Zeichnungserstellung muss ein Verkleinerungsmaßstab gewählt werden.



Abb. 12.3.1.1: Hausfassade

Andererseits sind manche Objekte oder Bauteile so klein, dass eine wirklichkeitsgetreue Darstellung zu nicht hinreichend klaren Informationen bezüglich der Bau- oder Funktionsstruktur führen würde. Für diesen Fall wird ein Vergrößerungsmaßstab bestimmt.

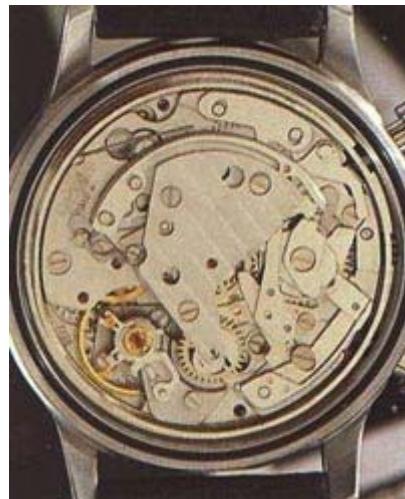


Abb. 12.3.1.2: Uhrwerk

Maßstabsänderungen aufgrund der Form oder Komplexität

Manchmal kommt es vor, dass Details einer wirklichkeitsgetreuen Zeichnung aufgrund der besonderen Form oder Komplexität zu klein dargestellt werden. In diesem Fall ist eine Vergrößerung erforderlich. Dazu ist der Bereich in der Zeichnung mit einer schmalen Volllinie einzurahmen und mit einem Buchstaben zu versehen (s. Abb. 12.3.2.1). In der Zeichnung ist das Detail dann in der Nähe unter Angabe des Buchstabens und des Maßstabs in vergrößerter Form zu zeichnen. Schraffuren, umlaufende Kanten oder Bruchlinien, die sich eigentlich innerhalb des umrahmten Bereichs befinden, brauchen in der Vergrößerung nicht dargestellt werden.

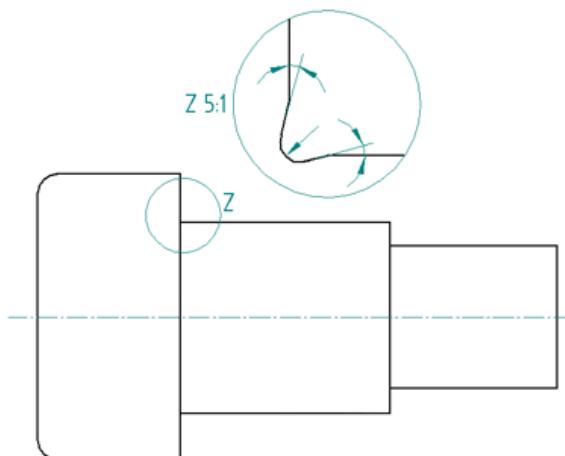


Abb. 12.3.2.1: Vergrößerte Darstellung eines Details

Grundsätzlich gilt: Der gewählte Maßstab muss so groß sein, dass die dargestellte Information eindeutig ist. Der in der Zeichnung angewendete Maßstab (scale) ist in das Schriftfeld der Zeichnung einzutragen. Die vollständige Angabe besteht aus dem Wort "Maßstab" und dem Maßstabsverhältnis. Wenn mehr als ein Maßstab in einer Zeichnung benötigt wird, dann wird der Hauptmaßstab in das Schriftfeld eingetragen, alle anderen Maßstäbe werden bei der Positionsnummer oder neben den Kennbuchstaben des Details angeordnet. Es entfällt das Wort "Maßstab".

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Klicken Sie die richtigen Aussagen an!

- Beim Maßstab 1: 10 entsprechen 10 cm in der Zeichnung 1 cm in der Wirklichkeit
- Beim Maßstab M 5:1 handelt es sich um einen Verkleinerungsmaßstab
- M 1:100 bedeutet, dass ein cm in der Zeichnung 100 cm in der Wirklichkeit entsprechen
- Der Maßstab 1:1 zeigt einen Gegenstand wirklichkeitsgetreu

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Die Umrechnung von Maßen

Maßarten

Nachfolgend soll nun dargestellt werden, wie ein Maßstab in der Zeichnung umgesetzt wird. Dazu sind zunächst noch einmal die folgenden Maße zu unterscheiden:

Wirkliche Maße sind Maße, die das Werkstück nach der Fertigung haben soll. Sie werden in der Zeichnung durch die Maße in den Maßzahlen angegeben. Zeichnungsmaße sind ein Teil oder ein Vielfaches der wirklichen Maße. Sie ergeben sich nach der Umrechnung der wirklichen Maße mit dem Maßstab.

Umrechnung der Maße bei Verkleinerungen

Der Durchmesser des in Abb. 12.4.2.1 dargestellten Zahnradkörpers beträgt 78 mm. In der Zeichnung beträgt der Durchmesser 39 mm. Das wirkliche Maß ist demnach zweimal so groß wie das Zeichnungsmaß.

Oder anders ausgedrückt: Das Verhältnis aus Zeichnungsmaß und wirklichen Maß beträgt 1:2. Der Maßstab der Zeichnung ist somit 1:2. Bei diesem Maßstab müssen alle wirklichen Maße beim Zeichnen durch 2 geteilt werden. Würde man die Maße für die Fertigung direkt aus der Zeichnung herausmessen, müssten diese mit 2 multipliziert werden.

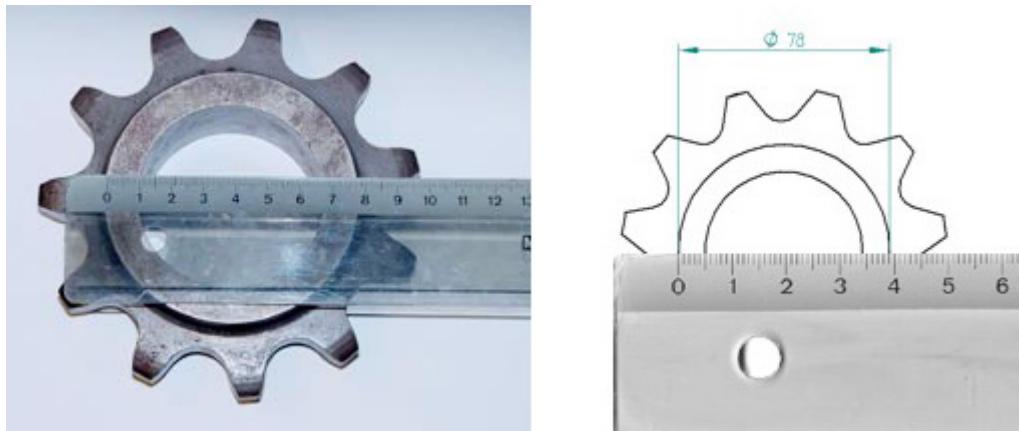


Abb. 12.4.2.1: Gegenüberstellung wirkliches Maß – Zeichnungsmaß

Für die Umrechnung von Maßen bei Verkleinerungsmaßstäben ($M 1:n$) gelten somit folgende Regeln:

Zeichnungsmaß	mal n ergibt	wirkliches Maß
wirkliches Maß	geteilt durch n ergibt	Zeichnungsmaß

Umrechnung der Maße bei Vergrößerungen

Sind die Zeichnungsmaße größer als die Maße eines Objekts, spricht man von Vergrößerungen. Der Maßstab wird mit $M n:1$ angegeben. So bedeutet beispielsweise der Maßstab 2:1, dass die Zeichnung 2-mal größer ist als die wirklichen Maße. Bei Vergrößerungsmaßstäben ($M n:1$) gelten folgende Regeln:

Zeichnungsmaß	geteilt durch n ergibt	wirkliches Maß
wirkliches Maß	mal n ergibt	Zeichnungsmaß

Aufgabe

Ziehen Sie die fehlenden Maße an die richtige Stelle in der nachfolgenden Tabelle.

5 cm 6 cm 5 mm
10:1 1:100

Maßstab	Zeichnungsmaß	Wirkliches Maß
	20 mm	0,2 cm
5:1	25 mm	
1:5		30 cm
	3,65 mm	36,5 cm
1:200		10 m

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Gebräuchliche Maßstäbe

Um einheitliche und vergleichbare Zeichnungen zu erhalten, sind die Maßstäbe in verschiedenen technischen Bereichen genormt. Das bedeutet, dass es für bestimmte Zeichnungsarten bestimmte Maßstäbe gibt. So müssen beispielsweise im Baubereich so genannte Werkpläne, also Baupläne eines Gebäudes, nach der DIN 1356 im Maßstab 1:50 gezeichnet werden. Detailzeichnungen können folgende Maßstäbe haben: 1:20; 1:10, 1:5 und 1:1.

Aufgabe

Aufgabe

In welchem Maßstab ist das unten dargestellte Ventil gezeichnet?

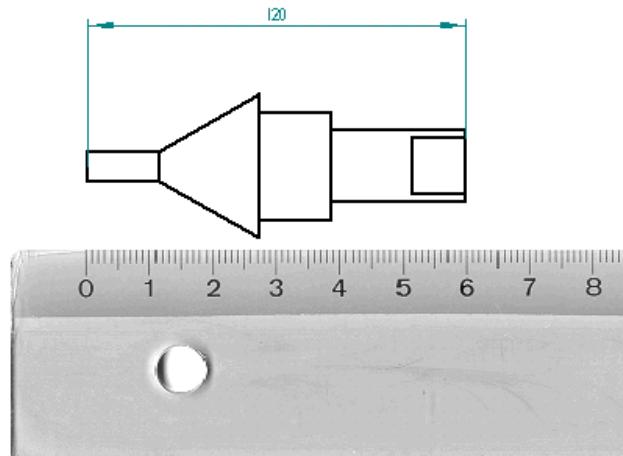


Abb. 12.6.1: Ventil

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Praxisbeispiel

Gegeben sind die nicht normgerecht bemaßte Vorderansicht und die Seitenansicht eines Körpers. Übertragen Sie die Zeichnung auf ein extra Zeichenblatt und ergänzen Sie die fehlende Draufsicht im Maßstab 1:1. Anschließend ist das Drei-Tafel-Bild normgerecht zu bemaßen!

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen über Maßstäbe aneignen.

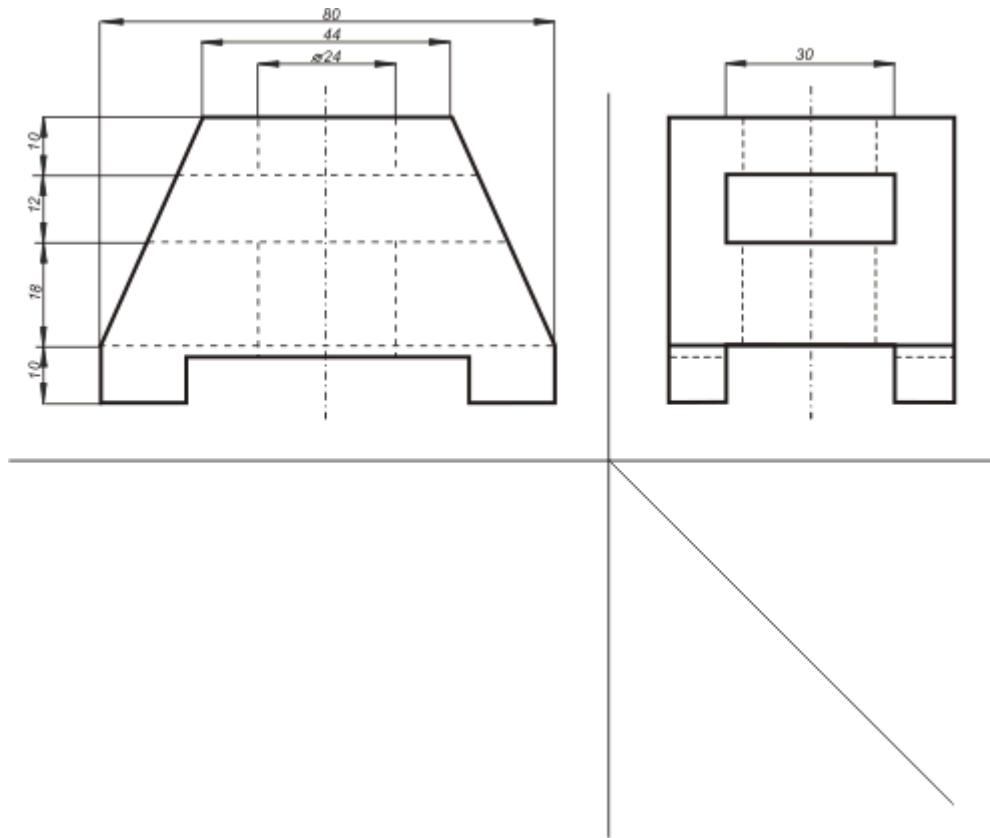


Abb. 12.7.1

Ergänzen der Draufsicht und Bemaßung des Drei-Tafel-Bilds

So sieht das Ergebnis aus:

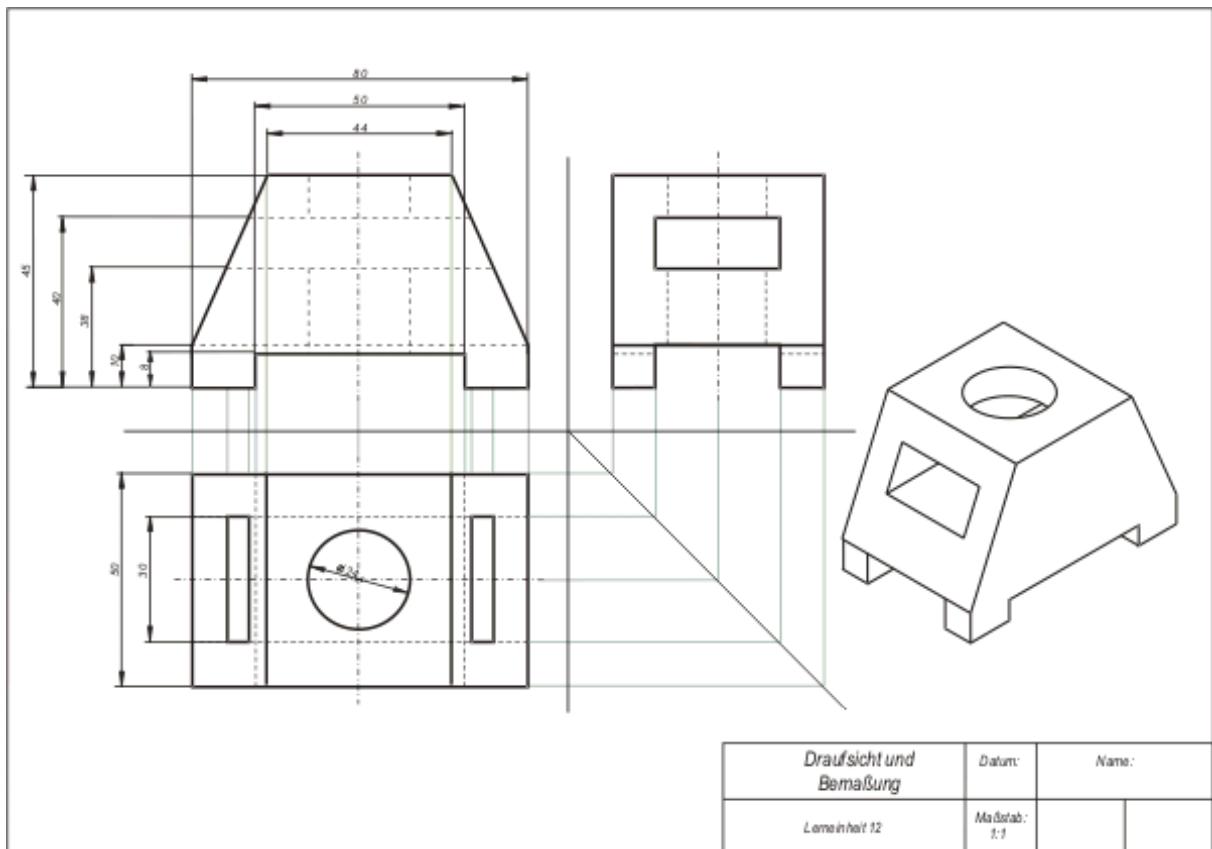


Abb. 12.7.2

Die schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie an der entsprechenden Stelle im Onlinekurs.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Weiter geht es mit der Komplettierung der Fertigungsunterlagen für die Spielesammlung. Nun ist der Kreisel für das Formenspiel an der Reihe. Anhand der Werkzeichnung für dieses Teil sowie der Bemaßung der Spielfeldeinteilungen können die Bemaßungsregeln und Liniarten weiter vertieft werden. Zudem soll nun auch ein Blick auf das Verhältnis zwischen Realität und Zeichnungsmaßen geworfen werden; es geht demnach um Maßstäbe (s. dazu den Theorieteil der Lerneinheit).

Methodische Hinweise

Wenn nicht schon eingangs bei der Definition der Anforderungen, Funktionen und konstruktiven Lösungen geschehen, stehen hier zunächst die konstruktive Ausbildung des Kreisels sowie die Festlegung seiner Herstellung an.

Ein Kreisel ist ein möglichst perfekt auf die Drehachse hin ausbalanciertes Gebilde. Nachdem Form und Maße des Kreisels evtl. durch die Analyse bereits vorhandener Kreisel festgelegt wurden, ist die Frage der Herstellung zu klären. Eine Lösung wäre natürlich die Fertigung auf der Drehbank. Einfacher ist eine Lösung mit Stift und Scheibe. In diesem Fall kann der Stift, der im geeigneten Querschnitt in einem Modellbaugeschäft erworben werden kann, mit einem Bleistiftspitzer geformt werden. Bei einer einfachen Fertigung der Scheibe mittels Handgeräten kann es zu einer Unwucht kommen, so dass auch hier der Rückgriff auf bereits bestehende Teile in Frage kommt. Eine Scheibe eines dickeren Stieles wird hier eine hinreichend gute Lösung abgeben. (s. Abb. 12.8.1)

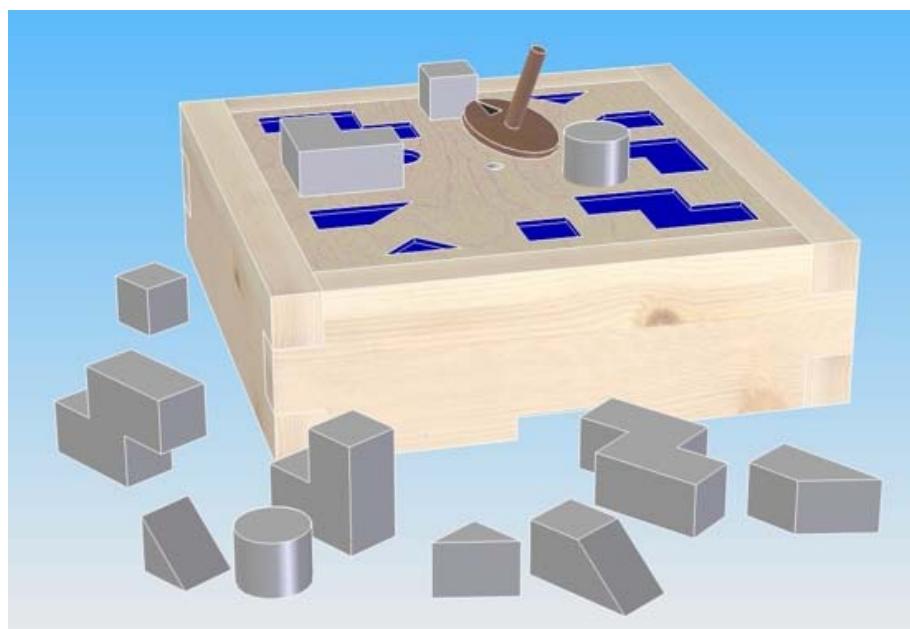


Abb. 12.8.1: Geometrisches Formenspiel mit Kreisel

Die Werkzeichnung dieses relativ kleinen Teils soll über all das aufklären. Dabei ist evtl. ein Vergrößerungsmaßstab bei der Darstellung angebracht. Damit sind wir bei der Aufgabe.

Projektaufgabe

Zu zeichnen sind hier die Einzelteile des Kreisels in einem geeigneten Vergrößerungsmaßstab mit entsprechender Bemaßung.

Des Weiteren sind die Spielfelder, also die beiden Platten samt ihren Einteilungen nach einer früheren Lerneinheit zu bemaßen. Beachten Sie Symmetrien; offensichtlich regelmäßige Wiederholungen brauchen nicht immer wieder bemaßt zu werden.

Eine Hilfestellung zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 13: Schnitte an ebenflächigen Körpern

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Begriff "konkaver Körper"
- Arten der Formänderungen an Werkstücken
- Begriff "prismatischer Körper"
- Unterschied zwischen "Normalschnitt" und "schiefem Schnitt"
- Begriff "Mantellinien" von ebenflächigen Körpern

Fähigkeiten:

- Zweckmäßige Auswahl und Anwendung der Verfahren zur Konstruktion der Schnittflächen bei geradlinigen Schnitten (Mantellinien- und Hilfsschnittverfahren)

Fachliche Grundlagen

Einleitung

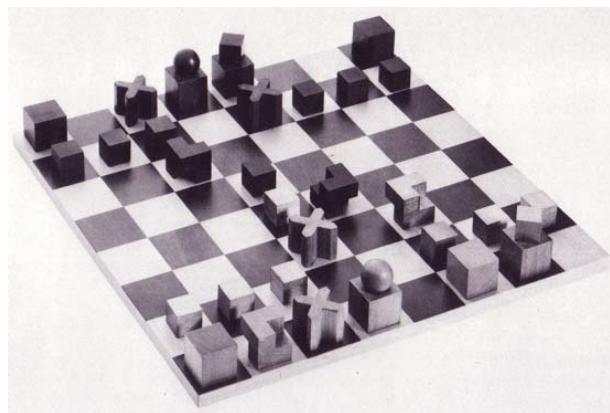


Abb. 13.1.1: Schachspiel von Josef Hartwig (1924)

Wie in Lerneinheit 2 bereits besprochen, erhalten nichtkonvexe (konkave) Körper ihre Form oft durch verschiedene handwerkliche oder maschinelle Bearbeitungsformen wie Fräsen, Bohren oder Sägen.

Aus den verschiedenen geometrischen Grundkörpern und ihren möglichen Bearbeitungsformen sollen in dieser Lerneinheit geradlinige Schnitte an ebenflächigen Körpern (Prismen und Pyramiden) näher betrachtet werden. Bei geradlinigen Schnitten durch ebenflächige Körper entstehen geradlinig begrenzte Schnittflächen.

Schnitte an prismatischen Körpern

Der Oberbegriff "Prisma" umfasst eine Vielzahl von Vielflächern. Man unterscheidet zwischen nichtkonvexen (konkaven) und konvexen Prismen. Prismen sind ebenflächige Körper (näheres dazu in Lerneinheit 2).

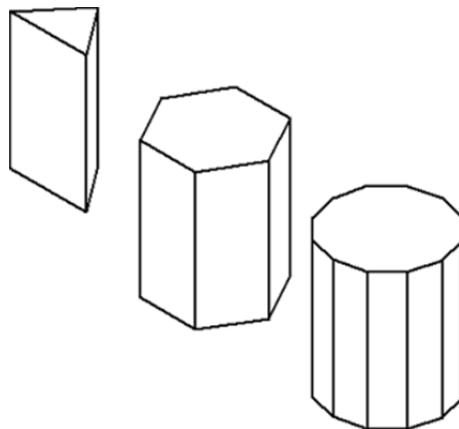


Abb. 13.2.1: Ebenflächige prismatische Körper

Normalschnitte

Bei Normalschnitten steht die Schnittebene, in der die Schnittfläche liegt, senkrecht zu einer oder zu zwei Projektionsebenen (s. Abb. 13.2.1.1).

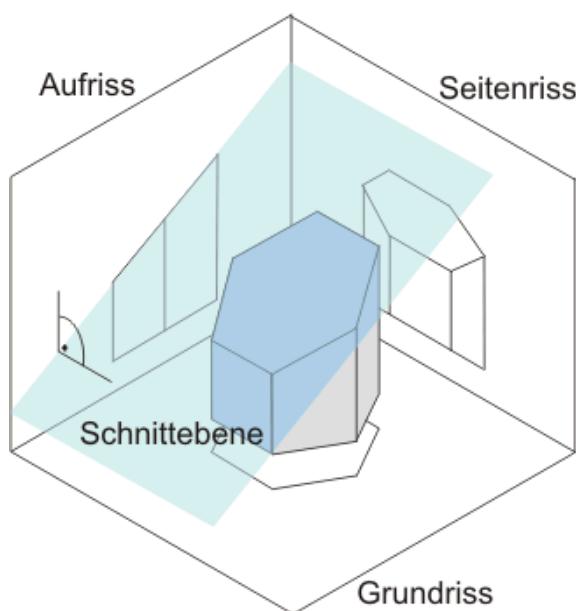


Abb. 13.2.1.1: Normalschnitt bei prismatischem Körper

Horizontale Normalschnitte, die parallel zur Grundfläche verlaufen, ergeben bei geraden prismatischen Körpern Schnittflächen, die gleich der Grund- bzw. Deckfläche sind. Im Auf- und Seitenriss (Vorder- und Seitenansicht) zeichnen sich diese Schnittflächen dann nur als Spur der Ebene in Form einer Linie ab.

Normalschnitte schräg zur Grundfläche verändern bei geraden prismatischen Körpern die Draufsicht nicht (vorausgesetzt, die Schnitte verlaufen durch den gesamten Körper). In einer Aufrissebene ergeben sich dann jedoch Schnittflächen, in der Form der schräg projizierten Grundfläche (s. Abb. 13.3).

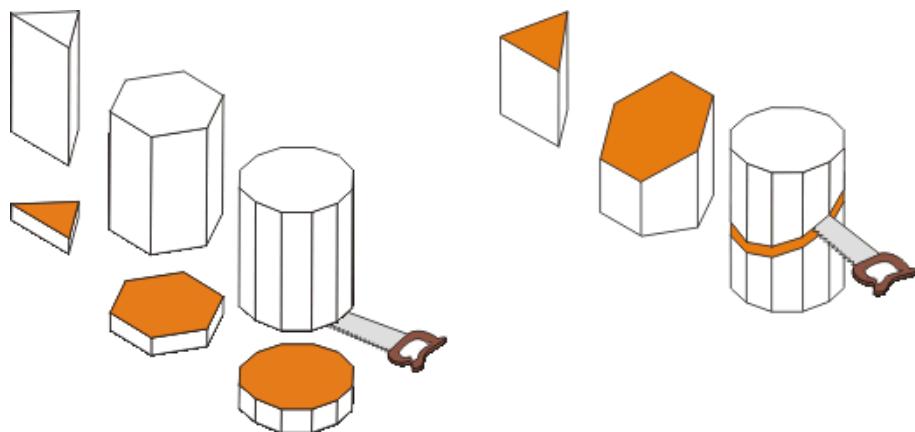


Abb. 13.2.1.2: Horizontale Schnitte und schräge Schnitte durch Prismen

Konstruktion der Schnittflächen

Beim Zeichnen geradlinig begrenzter und geradlinig geschnittener Körper in einem Drei-Tafel-Bild sind für die Konstruktion der Schnittflächen jeweils die Begrenzungs- bzw. Eckpunkte in den einzelnen Ansichten (Rissen) zu konstruieren (s. Abb. 13.4).

Bei der Konstruktion der Schnittfläche in einer Ansicht bedient man sich der Regel, dass ein Punkt in einer Ansicht (Rissebene) dann genau bestimmbar ist, wenn er in den anderen beiden Ansichten (Rissebenen) festgelegt ist.

In Abb. 13.4 sind die Punkte A, B, C, D, E und F in der Grundrissalebene (Draufsicht) und in der Aufrissebene (Vorderansicht) festgelegt. Die Bestimmung der Punkte in der Seitenrissalebene (Seitenansicht) erfolgt durch das Fällen von Loten von entsprechenden Punkten der Draufsicht (Grundrissalebene) und der Vorderansicht (Aufrissebene) auf die Seitenrissalebene (s. dazu auch Lerneinheit 6). Die Schnittpunkte der Lote in der Seitenansicht (Seitenrissalebene) ergeben die Lage des gesuchten Punktes.

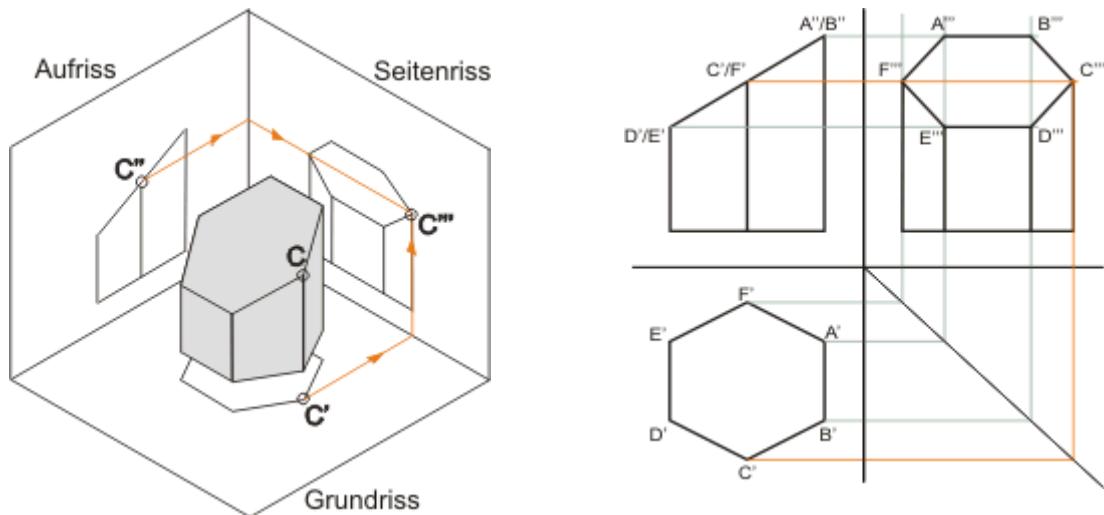


Abb. 13.2.2.1: Konstruktion der Eckpunkte geradliniger Schnittflächen

Eine schrittweise Lösung finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Mantellinienverfahren

In dem oben dargestellten Beispiel liegen die Begrenzungspunkte der Schnittfläche auf den Kanten des Prismas. Diese Kanten sind zugleich Mantellinien. Unter Mantellinien versteht man bei prismatischen Körpern Linien, die parallel zur (Längs-) Achse des Körpers und in der Mantelfläche liegen. In unserem Beispiel stehen sämtliche Mantellinien senkrecht auf dem Grundriss. Sie bilden dort also Punkte. In den Aufrissen erscheinen Sie jedoch als Linien.

Bei dem in Abb. 13.5 dargestellten Beispiel verläuft der Schnitt nicht durch den gesamten Körper. Deshalb reichen die Eckpunkte des Körpers zur Bestimmung der Schnittfläche nicht aus. Für die Konstruktion der Schnittfläche des in Abb. 13.5 dargestellten Körpers in der Seitenansicht sind daher weitere Punkte zu bestimmen. Diese Punkte liegen auf einer eingefügten Mantellinie. Zunächst werden die Mantellinie und anschließend die Lage des Punktes auf dieser Mantellinie in die Seitenansicht übertragen.

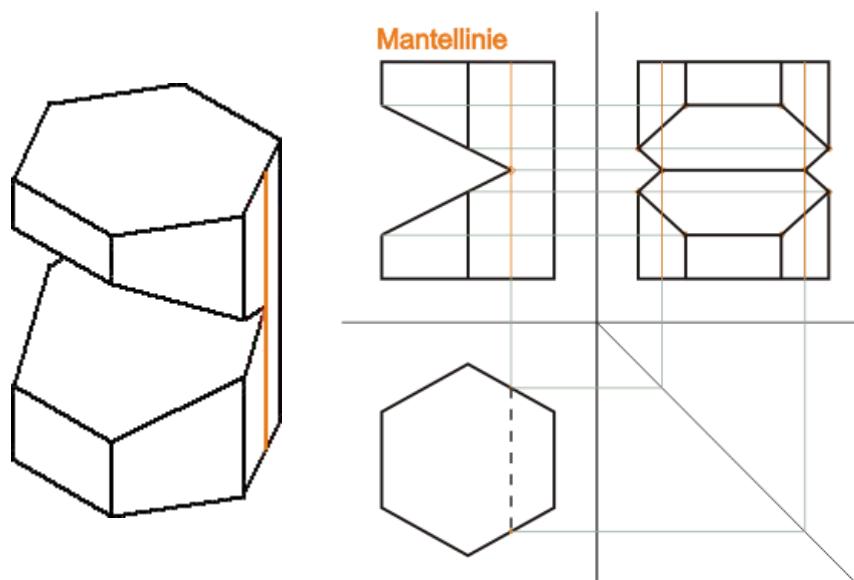


Abb. 13.2.3.1: Mantellinienverfahren zur Ermittlung der Begrenzungspunkte der Schnittfläche

Aufgabe

Weil wir gerade Körper mit sechseckigem Grundriss behandeln: Wissen Sie eigentlich noch was Schlüsselmaß und Eckenmaß bedeuten und wie die beiden Maße sich aufeinander beziehen?

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Schiefer Schnitt an prismatischen Körpern

Schnittebenen, die nicht zu einer der Rissebenen senkrecht stehen, führen bei prismatischen Körpern zur Veränderung von zwei oder allen Ansichten. In diesem Falle führt die Projektion der Schnitte in Auf- und Seitenriss nicht mehr zu einer Linie als Spur der Schnittebene, sondern zur Darstellung einer Schnittfläche in Form eines Vielecks (s. Abb. 13.6).

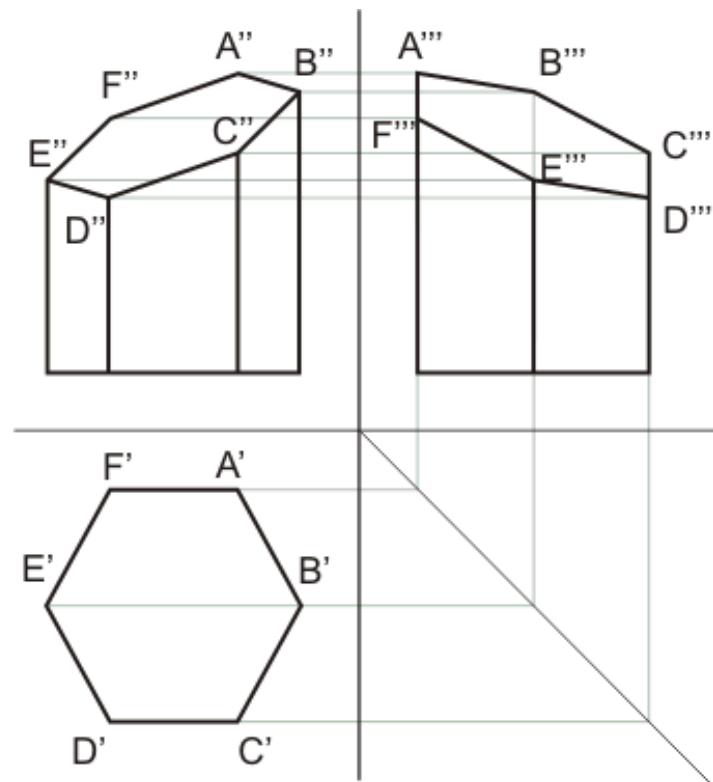


Abb. 13.2.4.1: Schiefe Schnitte an einem prismatischen Körper

Aufgabe

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an. Es können mehrere Antworten stimmen.

Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

- Bei Normalschnitten stehen die Schnittebenen senkrecht auf einer Rissebene
- Als Normalschnitte werden schiefe Schnitte bezeichnet
- Bei schießen Schnitten ist die Schnittebene zu allen Rissebenen geneigt
- Mantellinien schneiden Mantelflächen
- Mantellinien sind bei prismatischen Körpern parallel zur Achse

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Schnitte an Pyramiden

Die Pyramiden bilden eine weitere wichtige Klasse der Vielflächner. Pyramiden sind Vielflächner, bei denen alle Seitenflächen, bis auf eine, genau einen gemeinsamen Punkt (die Spitze) haben (näheres finden Sie auch hier in Lerneinheit 2).

Normalschnitt und schiefer Schnitt

Normalschnitte an Pyramiden, die parallel zur Grundfläche verlaufen, führen zu sichtbaren Schnittflächen in der Draufsicht. Es entstehen Pyramidenstümpfe. Normalschnitte, die geneigt zur Grundfläche verlaufen, zeichnen sich durch sichtbare Schnittflächen in der Draufsicht und in einer Aufrissebene ab. Ob die Schnittfläche im Aufriss oder Seitenriss sichtbar wird, hängt davon ab, zu welcher Rissebene die Schnittfläche senkrecht angeordnet ist. Schiefe Schnitte, also Schnittebenen, die zu keiner Rissebene senkrecht stehen, führen auch hier zur Ausbildung sichtbarer Schnittflächen in allen Ansichten.

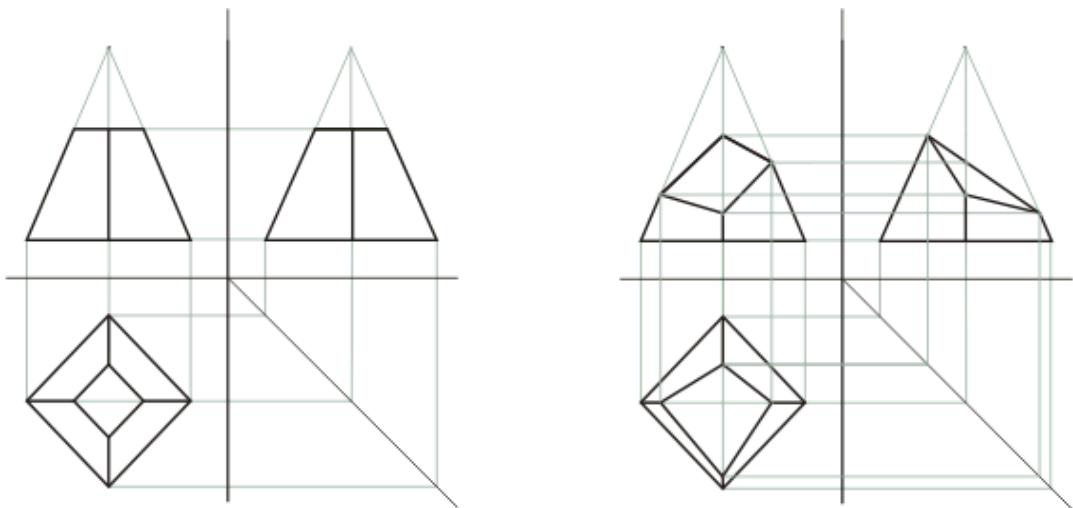


Abb. 13.3.1.1: Normalschnitt und schiefer Schnitt an einer Pyramide

Konstruktion der Schnittflächen mit Mantellinienverfahren

Bei dem Beispiel in Abb. 13.7 wurden die Schnittflächen in den Ansichten wieder über die Übertragung der Begrenzungspunkte aus einer Ansicht in die anderen Ansichten (Risse) konstruiert. Dabei lagen die Begrenzungspunkte der Schnittflächen auf den Kanten der Pyramide. Bei diesen Kanten handelt es sich um Mantellinien. Mantellinien bei Pyramiden sind alle Linien, die sich in der Spitze der Pyramide schneiden und in den Mantelflächen liegen. Mantellinien lassen sich für die Konstruktion von Punkten in den verschiedenen Rissebenen verwenden. Voraussetzung ist natürlich, dass diese Punkte auch in einer Ebene des Mantels liegen.

Beim nachfolgenden Beispiel wird eine Mantellinie durch einen Punkt der Pyramide geführt, der nicht auf einer der natürlichen Pyramidenkanten liegt. Durch die Übertragung des Fußpunktes der Mantellinie in die andere Ansicht kann die Mantellinie konstruiert werden. Anschließend lässt sich der gesuchte Punkt über ein Lot auf diese Mantellinie übertragen

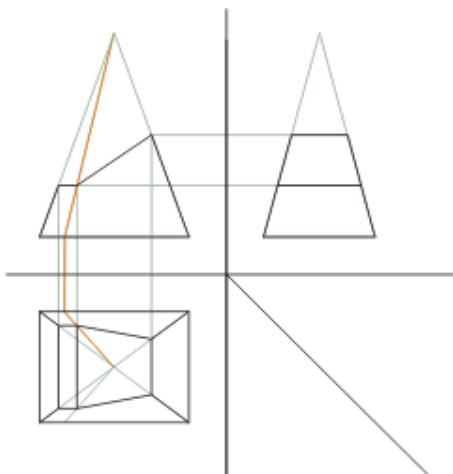


Abb. 13.3.2.1: Schrittweise Konstruktion der Schnittflächen mittels Mantellinien

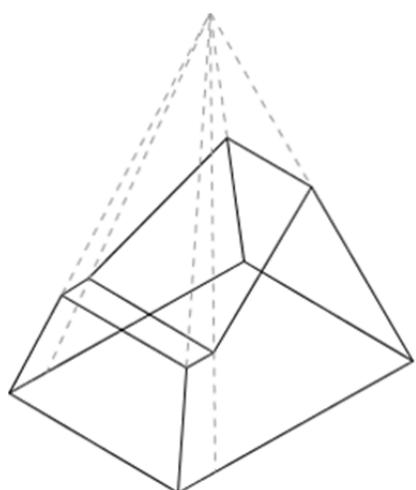


Abb. 13.3.2.2: Isometrische Ansicht des Pyramidenschnitts

Die schrittweise Konstruktion des Beispiels finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Praxisbeispiel

Gegeben ist die Vorderansicht einer mit einem Ausschnitt versehenen Pyramide. Bei der Grundfläche der Pyramide handelt es sich um ein Sechseck.

Zu zeichnen sind die drei Ansichten der Pyramide im Maßstab 2:1. Die Ausgangsmaße der Pyramide sind dem Ausdruck zu entnehmen.

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich im Theorieteil grundlegendes Wissen über die Konstruktion von geschnittenen ebenflächigen Körpern aneignen.

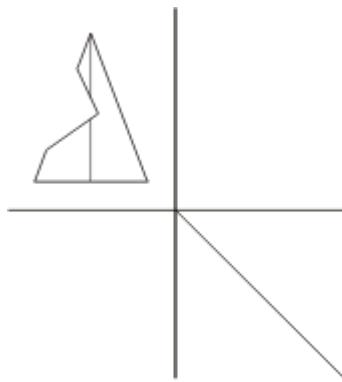


Abb. 13.4.1

Zeichnen von Drauf- und Seitenansicht

So sieht das Ergebnis aus:

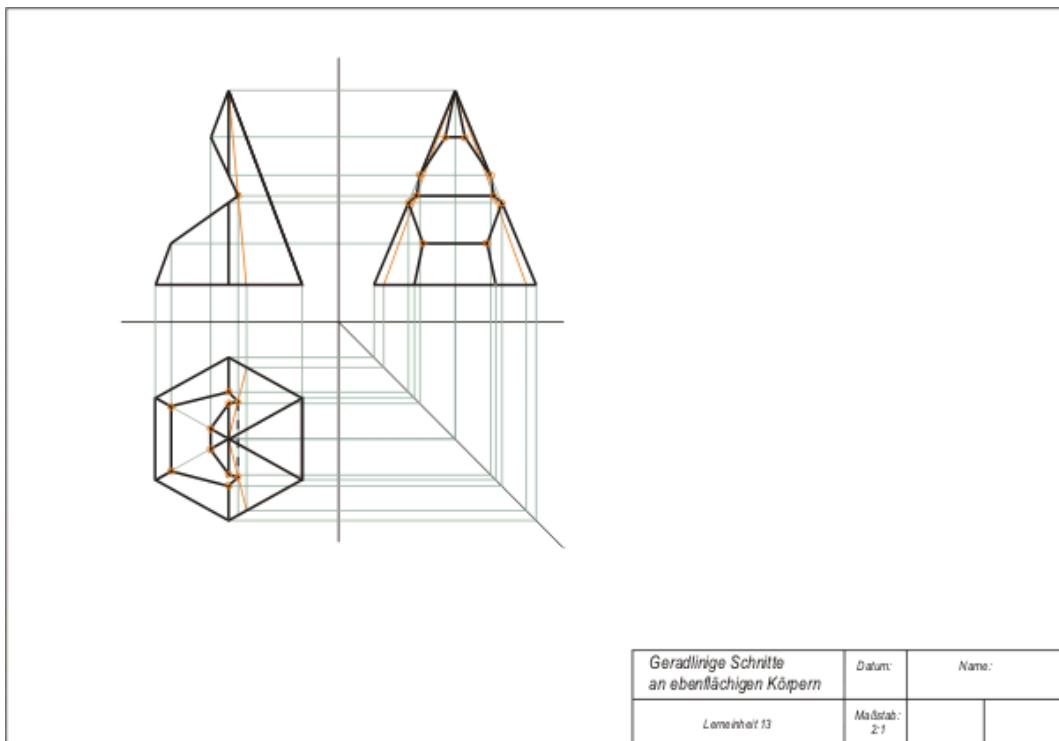


Abb. 13.4.2

Die schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Was jetzt noch fehlt, sind Fertigungsunterlagen für die Spielfiguren für „Mühle“, „Vier gewinnt“ und „XXO“. Auch hier muss – wenn nicht bereits geschehen – die Form und Herstellung vorgedacht werden. Im Fokus dieser Lerninhalt stehen solche Spielfiguren, die durch die Bearbeitung ebenflächiger Körper entstehen.

Methodische Hinweise

Natürlich könnte man für die Spielsteine einfache Scheiben z.B. aus einem Rundstab nehmen. Das kann durchaus angebracht sein, wenn man bedenkt, was schon alles hergestellt werden musste. Zudem kann es sein, dass man bei „Vier gewinnt“ so lange spielt, dass alle Felder besetzt sind. Dann braucht man 42 Spielsteine! Ist die Schülergruppe aber groß genug, hat man ggf. genug Ressourcen, andere Spielfiguren zu „konstruieren“. Die Herstellung aus vorgefertigten Stäben ist mit Sägen und Feilen jedenfalls leicht machbar. Das Ausgangsmaterial kann in jedem Baumarkt erstanden werden.

Die eigentliche Konstruktion und zeichnerische Umsetzung gerade von Schnitten an ebenflächigem Ausgangsmaterial ist sicher ungleich schwieriger. Methodisch sollte am Anfang des Entwurfs die Handskizze stehen. Von dort aus wird man auf die erforderliche genaue zeichnerische Umsetzung kommen. Die dafür geeigneten Verfahren zur Darstellung von drei Dreitafel-Bildern wie das Mantellinien-Verfahren kann man über den Einsatz von Modellen oder Animationen – wie sie dieser Kurs anbietet – einführen.

In der nachfolgenden Aufgabe wird eine exemplarische Lösung für eine Spielfigur umgesetzt.

Projektaufgabe

Ein Stück eines Vierkantstabs ist vier Mal gekerbt, jedes Mal mit den gleichen Maßen. Wie Sie in der Angabe sehen, wird der Stab über Eck gekerbt. Unten befindet sich noch eine Nut. Auch die geht diagonal durch das Material.

Die Skizze zeigt nur die notwendigsten Angaben; keine Ansicht ist vollständig. Sie ist zudem unmaßstäblich vergrößert.

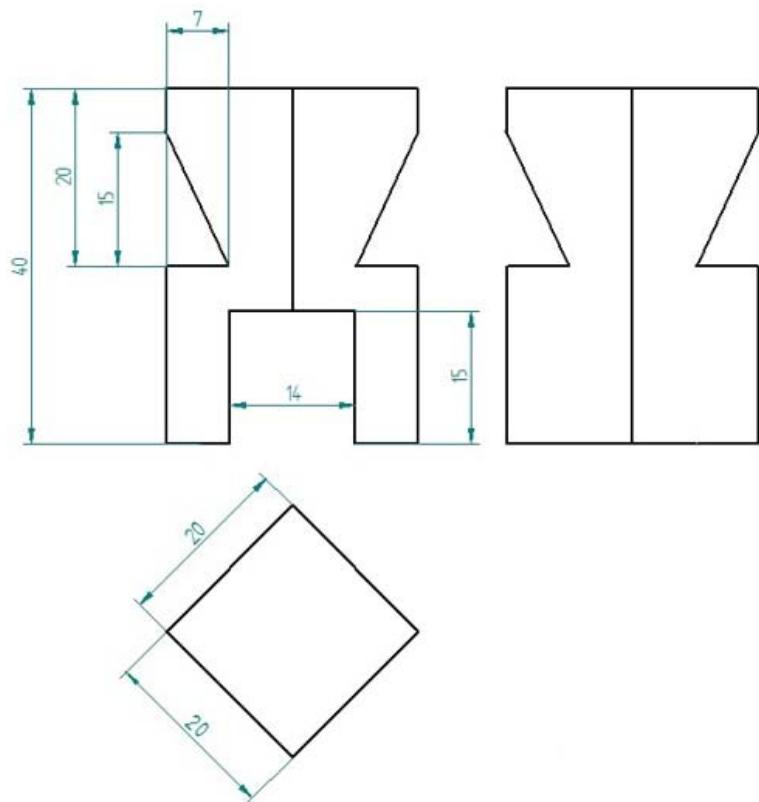


Abb. 13.5.1: Unvollständige Darstellung eines Spielsteines

- 1) Zeichnen Sie die oben vorgeschlagene Spielfigur in den drei Normalansichten im Maßstab 2:1
- 2) Zeichnen Sie ein dimetrisches Raumbild im selben Maßstab.
- 3) Beschriften Sie das Blatt.

Schrittweise Lösungen zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Kapitel 14: Schnitte an Rotationskörpern

Lernziele

Was Sie nach dem Durcharbeiten der Lerneinheit wissen bzw. können sollten:

Kenntnisse:

- Begriff "Rotationskörper"
- Begriff "Normalschnitt"
- Unterscheidung verschiedener Schnittflächen an Rotationskörpern
- Begriff "Mantellinien" bei Rotationskörpern (Zylinder, Kegel)
- Zusammenhang zwischen Schnittflächen und Kegelschnitten

Fähigkeiten:

- 12er-Teilung eines Kreises
- Konstruktion der Schnittflächen mittels Mantellinien- oder Hilfsschnittverfahren
- Handhabung von Kurvenschablonen zur Verbindung der Begrenzungspunkte der Schnittflächen

Fachliche Grundlagen

Einleitung



Abb. 14.1.1: Projektion von Raumkörpern, L. Springefeld (1931)

Rotationskörper sind Körper, deren Entstehung man sich durch die Rotation eines ebenen Flächenstücks um eine Rotationsachse vorstellen kann. Zu den Rotationskörpern zählen beispielsweise der Zylinder und auch der Kegel (s. Abb. 14.1.2). Näheres dazu finden Sie auch in Lerneinheit 2.

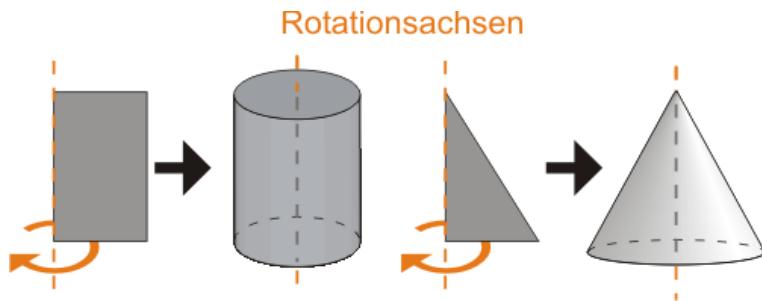


Abb. 14.1.2: Zylinder und Kegel als Ergebnis einer Rotation von Flächen

Geradlinige Schnitte an Rotationskörpern führen je nach Lage des Schnittes zu unterschiedlichen Schnittflächen und damit zu unterschiedlichen Ansichten der Restkörper in einem Dreitafel-Bild. Für die zeichnerische Darstellung eines durch ebene Schnitte aus einem Rotationskörper erzeugten "Körperstumpfs" ist es zweckmäßig, eine Ansicht so zu wählen, dass die Schnittebene senkrecht zur Zeichenebene steht. In diesem Fall spricht man von Normalschnitten.

Normalschnitte an Zylindern

Bei Normalschnitten an Zylindern lassen sich hinsichtlich der Schnittflächen folgende Varianten unterscheiden:

- Schnitte parallel zur Grund- oder Deckfläche und damit senkrecht zur Mittellinie (Achse): Als Schnittflächen entstehen hier Kreisflächen.
- Schnitte parallel zur Mittellinie (Achse): Als Schnittflächen entstehen Rechtecke.
- Schnitte schräg zur Mittellinie (Achse): Es entstehen elliptische Schnittflächen. (S. Abb.14.2.1)

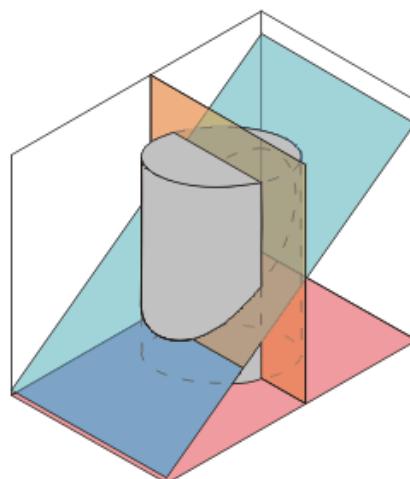


Abb. 14.2.1: Normalschnitte an einem Zylinder

Konstruktion der Schnittflächen mit dem Mantellinienverfahren

Mantellinien liegen in der Mantelfläche und sind bei zylindrischen Körpern parallel zur Mittelachse des Körpers. In der Vorder- und Seitenansicht (Aufriss und Seitenriss) erscheinen sie als Linien, die die Schnittfläche schneiden (s. Abb. 14.2.1.1).

Für das Mantellinienverfahren wird der Grundriss in beliebig viele, meist jedoch in 12 gleiche Teile geteilt. Wie das geht, erfahren Sie in Lerneinheit 2.3.1. Mit der Teilung ist die Lage der Mantellinien festgelegt. Die Mantellinien werden in unserem vorliegenden Beispiel in die Vorderansicht (Aufrissebene) übertragen. Dort schneiden sie die Schnittfläche, die als Schnittkante sichtbar ist. Die Lage der Schnittpunkte kann nun in der Seitenansicht (Seitenrissbene) bestimmt werden. Aus der Vorderansicht (Aufrissebene) werden die Punkte in die Seitenansicht projiziert. Der Abstand der einzelnen Punkte von der Mittellinie wird über die Projektion der Punkte aus der Draufsicht vorgenommen. Die in der Ansicht ermittelten Punkte werden anschließend mittels Kurvenschablonen zu einer Ellipse verbunden.

In dem Falle, dass der Schnitt durch den Zylinder unter einem Winkel von 45° vorgenommen wird, bildet sich die Schnittfläche in der jeweiligen Ansicht, die in unserem Beispiel der Seitenansicht entspricht, als Kreis ab.

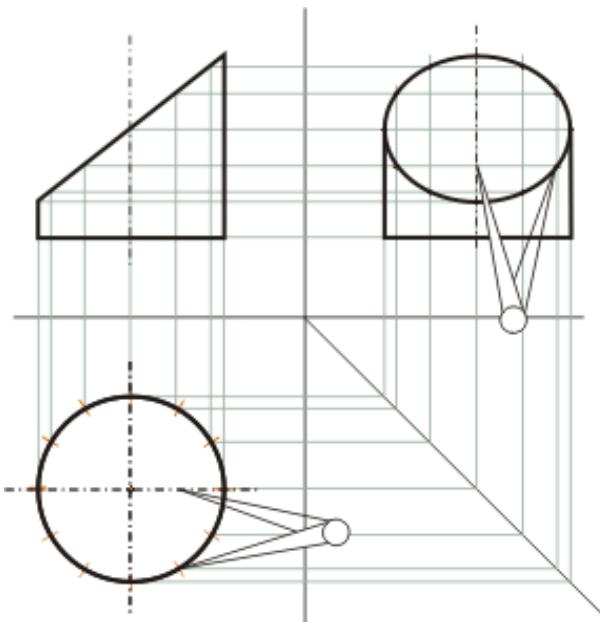


Abb. 14.2.1.1: Konstruktion der Schnittfläche mit dem Mantellinienverfahren

Konstruktion der Schnittflächen mit dem Hilfsschnittverfahren

Zum selben Ergebnis wie in Abschnitt 2.1 kommt man bei unserem Beispiel auch mit einer anderen Konstruktion, dem Hilfsschnittverfahren. Dabei geht man von der Vorstellung aus, dass durch den Körper mehrere Schnittebenen gelegt werden, die die Schnittfläche schneiden (s. Abb. 14.2.2.1).

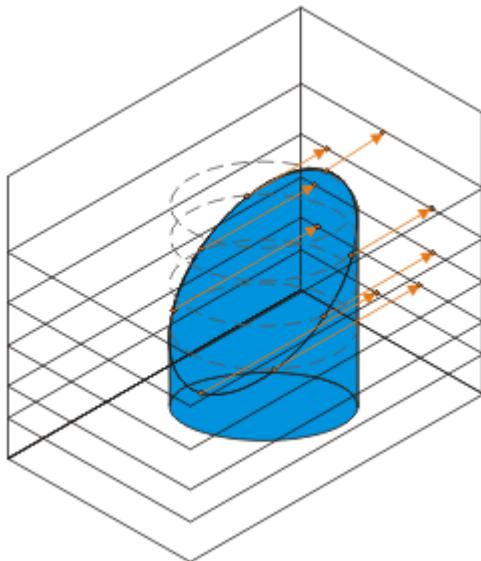


Abb. 14.2.2.1: Hilfschnitte senkrecht zur Achse

In unserem Beispiel ist es zweckmäßig, diese Hilfschnitte horizontal, also senkrecht zur Achse des Körpers anzuordnen. Daher spricht man auch von einem Horizontalschnittverfahren.

Die Schnittebenen schneiden die Schnittfläche des bearbeiteten Körpers. Die dabei entstehenden Punkte werden in die Seitenansicht (Seitenrissebene) und in die Draufsicht (Grundrissebene) projiziert. Durch die Projektion in die Seitenrissebene erhält man – wie in der Vorderansicht auch – die genaue Höhenlage der Begrenzungspunkte. Aus der Draufsicht lassen sich nun wieder die Abstände der Begrenzungspunkte von der Mittellinie ermitteln. Mittels einer Schablone werden anschließend die Punkte der Schnittfläche verbunden. Nachfolgend ist ein Beispiel dargestellt.

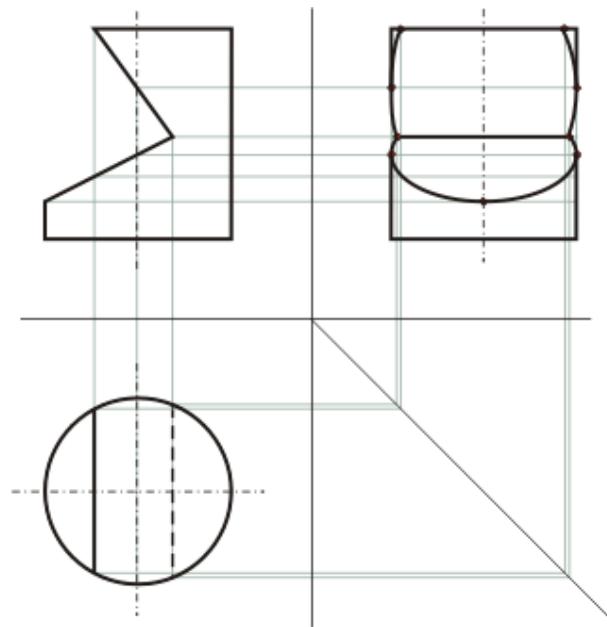


Abb. 14.2.2.2: Konstruktionsbeispiel mit Hilfschnittverfahren

Normalschnitte am Kegel

Auch bei Kegelschnitten wird durch die Lage der Schnittebene die Form der Schnittflächen bestimmt. Außerdem wird dadurch festgelegt, ob neben der Seitenansicht auch in der Draufsicht eine Kurvenkonstruktion erforderlich ist.

Grundsätzlich können die anschließend dargestellten Kegelschnitte unterschieden werden.



Abb. 14.3.1: Kegelschnitte

Aufgabe

Ordnen Sie bitte die folgenden Kegelschnittformen der Tabelle zu:

Ellipse Dreieck Hyperbel Kreis Parabel

Der Kegelschnitt besitzt folgende Form					
Die Schnittebene verläuft am Kegel	Genau parallel zu einer Mantellinie	Parallel oder schiefwinklig zur Kegelachse, wobei der Schnitt auch durch den Gegenkegel, jedoch nicht durch die Kegelspitze verläuft	Durch die Spitze des Kegels	Schräg zur Achse und zu keiner Mantellinie parallel	Rechtwinklig zur Kegelachse

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Konstruktion der Schnittflächen mit dem Mantellinienverfahren

Für die Konstruktion der Schnittflächen der meisten in Abschnitt 3 genannten Kegelschnitte eignet sich das Mantellinienverfahren. Der Kreis der Grundfläche wird dabei mittels Zwölferteilung unterteilt. Die Punkte werden in die Vorderansicht (Aufrissebene) und in die Seitenansicht (Seitenrissebene) projiziert. Die Verbindung dieser "Fußpunkte" mit der (ergänzten) Kegelspitze ergibt in allen Ansichten Mantellinien, die die Schnittfläche scheiden. Anschließend werden die Schnittpunkte der Mantellinien mit der Schnittfläche in die anderen Ansichten (Risse) übertragen.

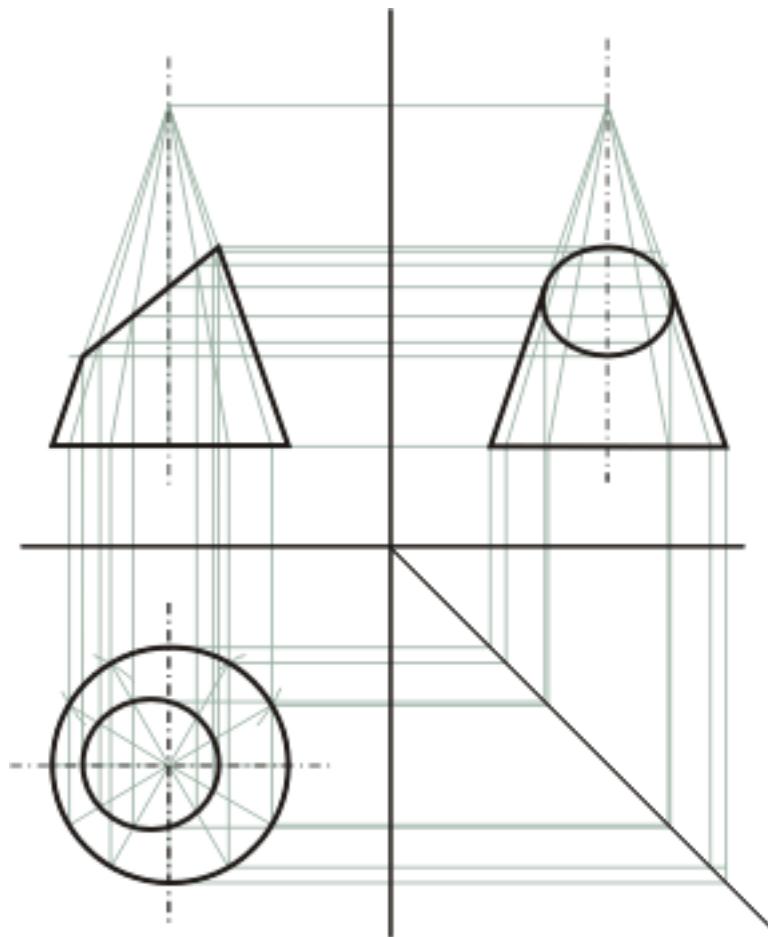


Abb. 14.3.1.1: Konstruktion der Schnittfläche mit dem Mantellinienverfahren

Aufgabe

Bei einer Art von Kegelschnitt funktioniert dieses Verfahren allerdings nicht! Welche das sein könnte? Überlegen Sie anhand der Abbildung 14.3.1.

Die Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Konstruktion der Schnittflächen mit dem Hilfsschnittverfahren

Eine weitere Möglichkeit für die Konstruktion der Kegelschnittflächen bietet das Hilfsschnittverfahren. Vorteilhaft ist es meist, von horizontalen Schnitten auszugehen (s. Abb. 14.3.2.1). Die Schnittebenen schneiden die Begrenzungslinien der Schnittfläche des Kegels dann jeweils wieder in Punkten, die in die verschiedenen Ansichten übertragen werden können. In der Vorder- und Seitenansicht (Aufriss- und Seitenriss ebene) sind die horizontalen Schnitte als Linien, in der Draufsicht (Grundriss) als Kreise zu erkennen (s. Abb 14.3.2.2).

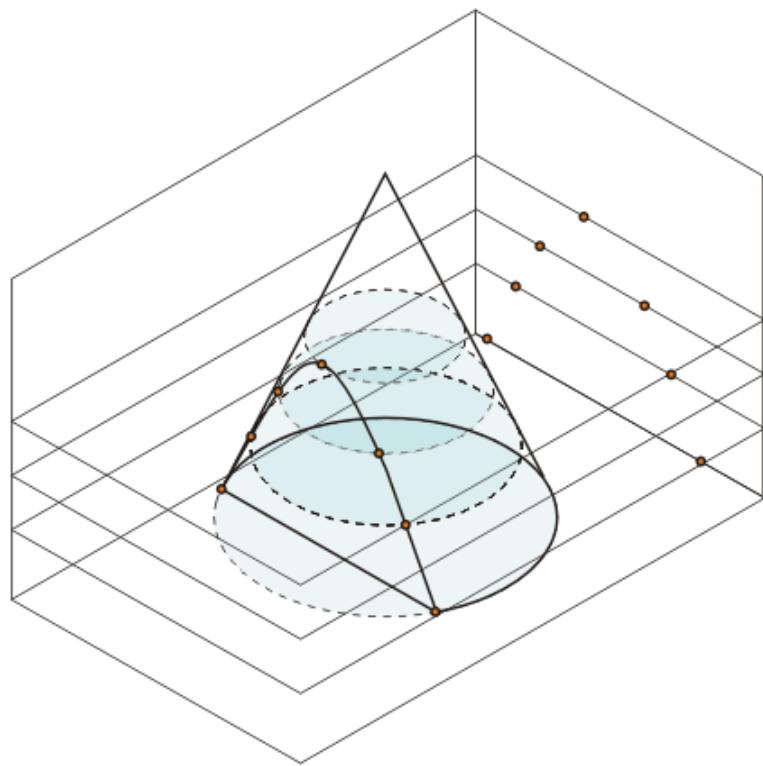


Abb. 14.3.2.1: Horizontalschnittverfahren

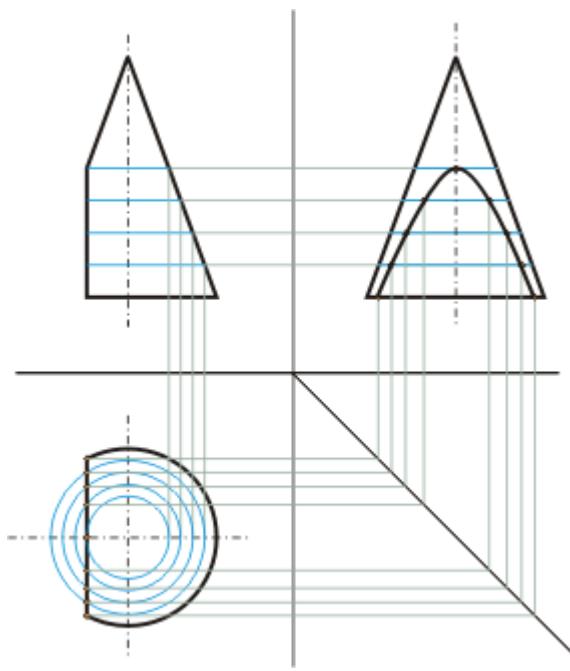


Abb. 14.3.2.2: Horizontalschnittverfahren zur Konstruktion der Schnittfläche am Kegel

Praxisbeispiel

Gegeben ist die Vorderansicht eines geschnittenen Kegels. Zu zeichnen ist das Dreitafelbild des Kegelstumpfs. Für die Konstruktion der Schnittflächen in den Ansichten (Rissen) soll das Mantellinienverfahren verwendet werden. Die Maße sind dem Angabenblatt zu entnehmen.

Bevor Sie mit der Zeichnung beginnen, sollten Sie sich grundlegendes Wissen über Formänderungen an Rotationskörpern erarbeiten.

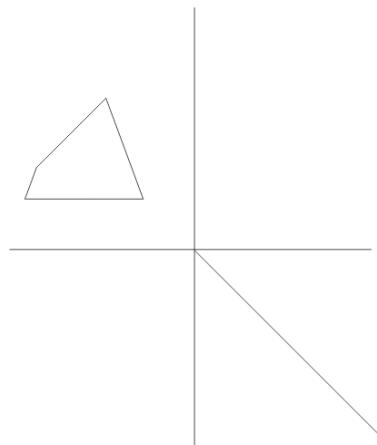


Abb. 14.4.1

Zeichnen des Dreitafelbilds des Kegelstumpfs

So sieht das Ergebnis aus:

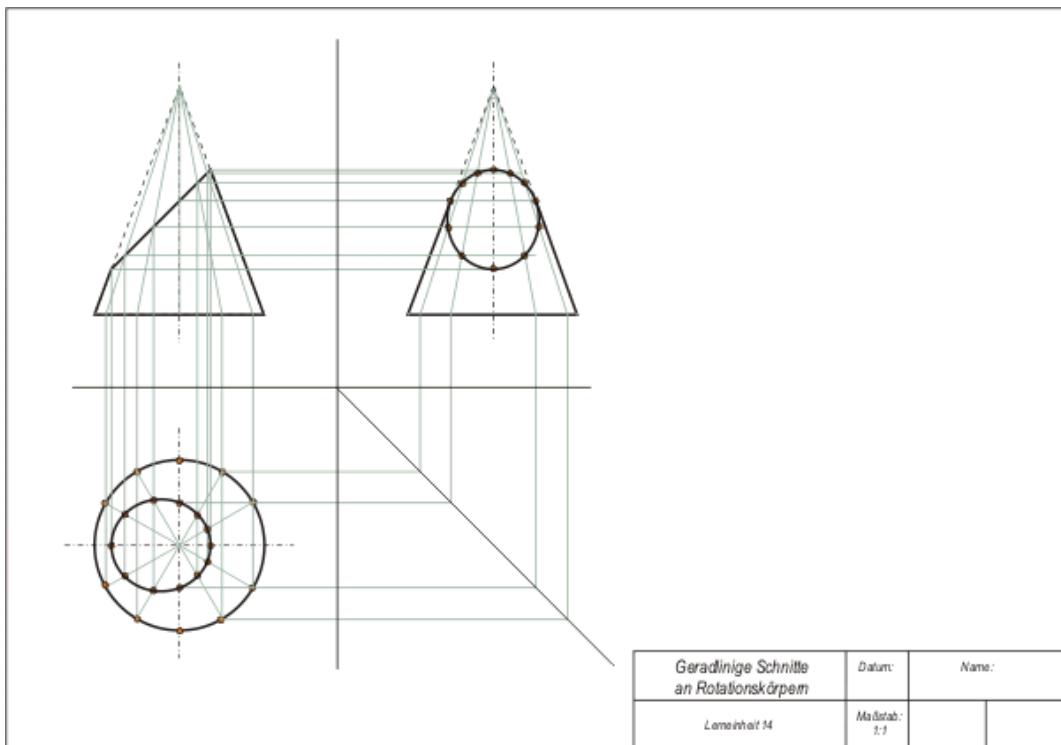


Abb. 14.4.2

Die schrittweise Lösung der Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.

Projektbereich

Didaktisch-methodische Hinweise

Didaktische Hinweise

Der letzte Schritt hin zu vollständigen Fertigungsunterlagen bezieht sich noch einmal auf einen Vorschlag für Spielsteine, für deren Ausgangsmaterial diesmal „Rotationskörper“ verwendet werden. Zeichnerisch bedeutet dies je nach Bearbeitung des Körpers eine Auseinandersetzung mit Mantellinien- und Hilfslinienverfahren.

Neben der konstruktiv-zeichnerischen Aufgabe dieser Lerneinheit geht es auch darum, die angefertigten Unterlagen zu ordnen. Eine Menge an Zeichnungen ist entstanden. Die Aufmerksamkeit gilt jetzt dem Überblick und der äußereren Form der erstellten Unterlagen. Die Ergebnisse sind meist auf A4 - Bögen entstanden. Die A3-Bögen werden - wie nachfolgend dargestellt - so gefaltet, dass sie in ein A4-Geheft passen.

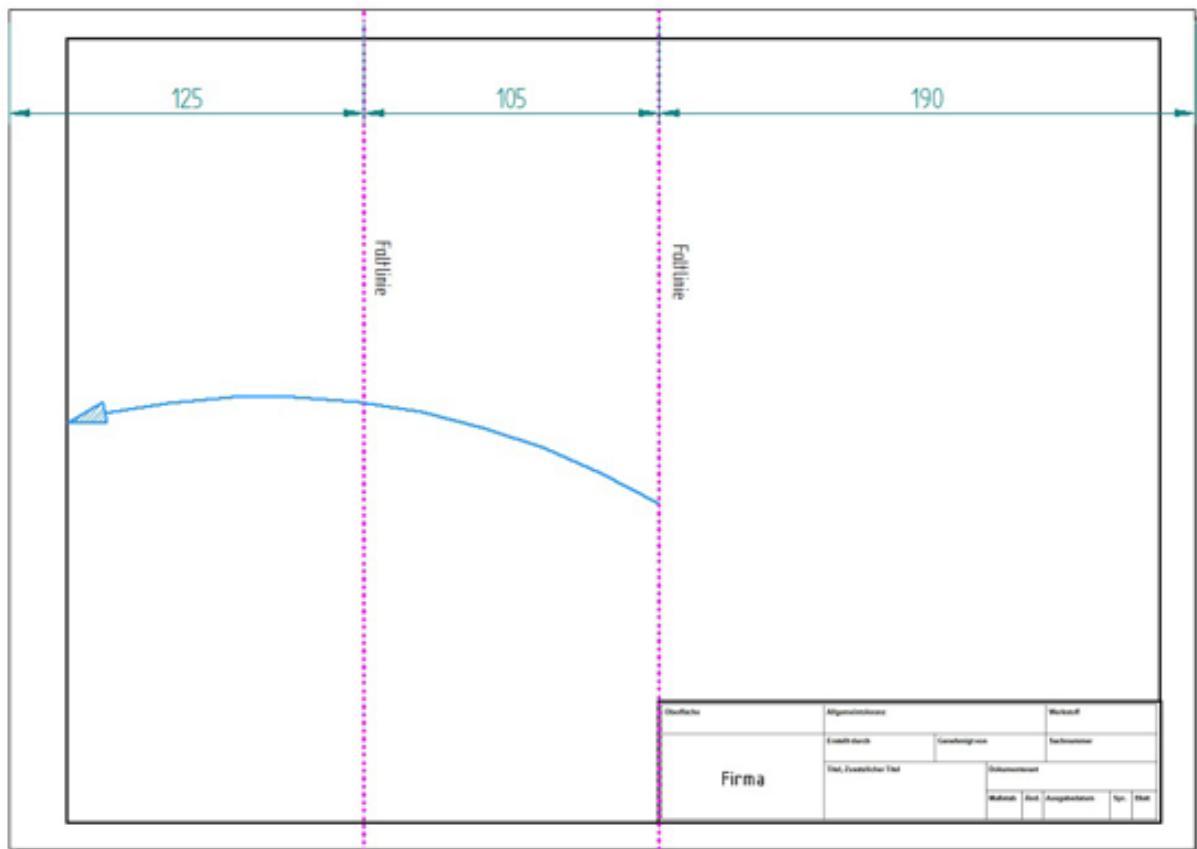


Abb. 14.5.1: Faltung der DIN A 3 Zeichenblätter

Für die Titelseite können Sie sich die Titelgrafik dieser Aufgabenserie herunterladen und ausdrucken. Schöner wäre allerdings noch eine gute räumlich Freihandskizze, wenn Sie sich für diese Übung zusätzlich Zeit gönnen können. Es folgen nach Inhalt gruppiert (voraus jeweils die Stückliste zum jeweiligen Bereich) die Zeichnungen zum Kasten und dann die Zeichnungen zu den Spielsteinen und Bauvorschlägen.

Nachdem das Projekt nun konstruktiv durchgeplant ist, wäre der nächste Schritt die Arbeitsplanung. Auf diese wird hier nicht mehr eingegangen.

Methodische Hinweise

Entwurf und Konstruktion der Spielfiguren können, wie vorher kurz skizziert, behandelt werden: Zuerst Freihandskizzen anfertigen lassen, dann die Entwürfe besprechen, geeignete auswählen und ggf. modifizieren, anschließend die für die zeichnerische Umsetzung notwendigen Verfahren besprechen. Für den letzten Schritt können auch hier die in diesem Kurs vorrätigen Animationen gute Dienste leisten. Zudem soll auch hier auf die didaktischen Qualitäten von CAD-Programmen verwiesen werden.

Das Rohmaterial – ein Rundstab – ist leicht, auch in verschiedenen Holzarten zu bekommen. Die spätere Herstellung kann mit Holzfeilen erfolgen. Für die Nut vom Boden her benötigt man eine Feinsäge und eine Laubsäge. Es werden also nur Grundverfahren gebraucht, die jeder Schüler sowieso üben muss.

Wegen der Größe sollte das Ablängen erst nach der formenden Bearbeitung erfolgen, damit man das Werkstück leichter einspannen kann.

Mit dieser Zeichnung sind die Projektunterlagen fertig. Die Blätter werden in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht und durchnummieriert. Die „Masterversion“ wird geheftet, Arbeitsversionen bleiben lose, damit man die Blätter einzeln an die Arbeitsplätze geben kann.

Möglicherweise verlängert sich das Projekt um die Herstellung einer Verpackung. Die zu planen und zu zeichnen passt aber nicht mehr in den vorliegenden Kurs.

Projektaufgabe

Ein Stück Rundstab ist wie gezeigt viermal gekerbt, jedes Mal mit den gleichen Maßen. Unten gibt es noch eine Nut.

Die Skizze zeigt nur die notwendigsten Angaben; keine Ansicht ist vollständig. Sie ist unmaßstäblich vergrößert.

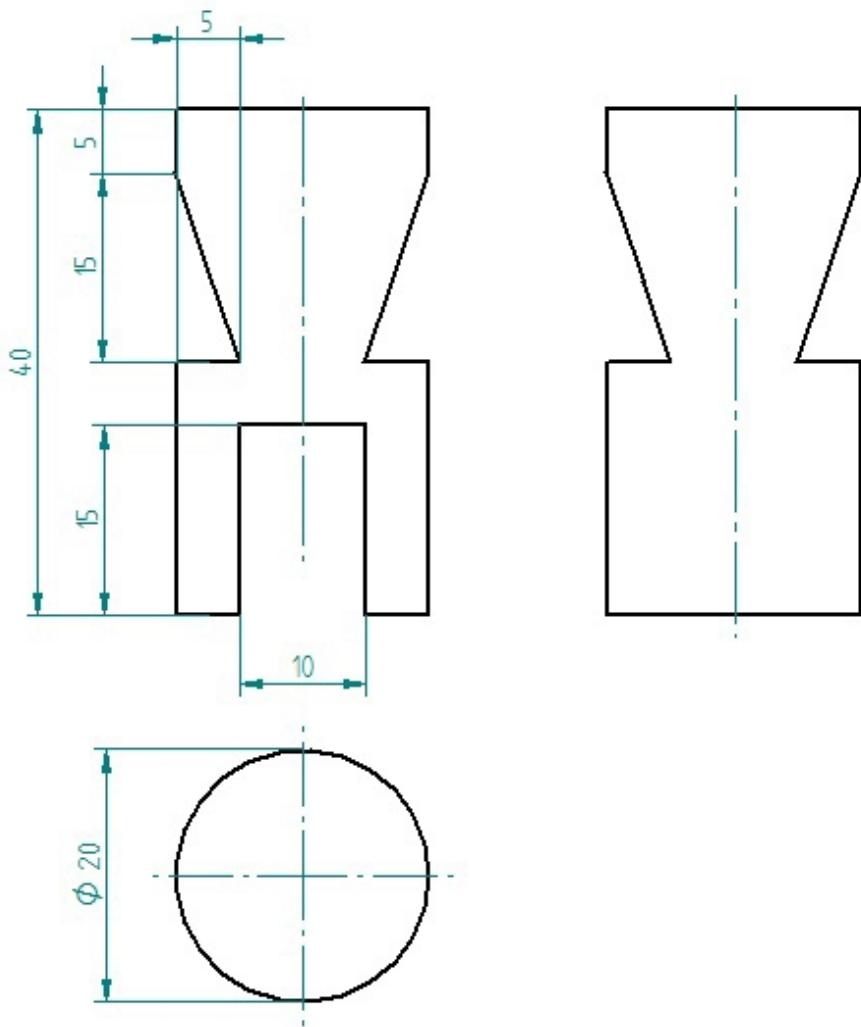


Abb. 14.6.1: Unvollständige Darstellung eines Spielsteines

- 1) Zeichnen Sie die oben vorgeschlagene Spielfigur in den drei Normalansichten im Maßstab 2:1.
- 2) Zeichnen Sie ein isometrisches Raumbild im selben Maßstab.
- 3) Beschriften Sie das Blatt.

Schrittweise Lösungen zu dieser Aufgabe finden Sie im Onlinekurs an der entsprechenden Stelle.