

VORBEREITUNGSMATERIAL FÜR DAS FACHSCHULSTUDIUM

TECHNISCHES
ZEICHNEN 3



VORBEREITUNGSMATERIAL FÜR DAS FACHSCHULSTUDIUM

T E C H N I S C H E S Z E I C H N E N

Lehrbrief 3

Herausgeber:
Zentralstelle für die Fachschulausbildung
Bereich Grundstoffindustrie
Z w i c k ä u

Der Lehrbrief wurde aus Lehrbriefunterlagen zusammengestellt,
die mehrere Jahre im Fachschul-Fernstudium im Gebrauch waren.

Bearbeitet von Dipl.-Ing. Helmut Schubert
Dozent an der Ingenieurschule für Gastechnik
Markkleberg

Redaktionsschluß: 1.12.1960

Alle Rechte vorbehalten
Veröffentlicht von der Zentralstelle für die Fachschulausbildung
Bereich Grundstoffindustrie
Z w i c k a u
Ag 613/318/60/15000

INHALTSVERZEICHNIS

Lektion		Seite
7	9. Einführung in die Projektionslehre	1
	9.1 Aufgabengebiet der Projektionslehre	1
	9.2 Projektionsmethoden	2
	9.3 Zentralprojektion	2
	9.4 Parallelprojektion	4
	9.5 Eintafelprojektion	7
	Übungen 30 bis 34	9
8	9.6 Allgemeines über Lagenaufgaben	10
	9.7 Darstellung der Geraden	12
	9.8 Gegenseitige Lage zweier Geraden	16
	9.9 Darstellung der Ebene	19
	Übungen 35 und 36	24
9	10. Technische Darstellung in Ansichten	24
	10.1 Die technische Darstellung eines Werkstückes in drei Ansichten	24
	10.2 Die genormte Anordnung der Ansichten nach DIN 6	29
	10.3 Wahl der Ansichten	32
	Übungen 37 und 38	34
10	10.4 Ergänzungszeichnen	35
	Übungen 39 bis 44	38
11	11. Axonometrische Projektionen	40
	11.1 Allgemeines zur Axonometrie	40
	11.2 Isometrische Projektion	42
	11.3 Drehkörper in der isometrischen Projektion	44
	11.4 Dimetrische Projektion	47
	11.5 Drehkörper in der dimetrischen Projektion	48
	11.6 Lehrbeispiele	52
12	Übungen 45 bis 47	58

9. Einführung in die Projektionslehre

9.1 Aufgabengebiet der Projektionslehre

Die weitaus meisten am Zeichentisch zu lösenden Konstruktionsaufgaben aus der technischen Praxis sind mit Aufgaben rein geometrischer Natur vergleichbar und mittels geometrischer Beziehungen lösbar. Aus diesem Grunde werden Abbildungen von räumlichen Gegenständen nach geometrischen Grundsätzen entworfen.

Die Aufgabe der Projektionslehre besteht darin, Abbildungsmethoden anzugeben und zu lehren, die es ermöglichen, von räumlichen Gegenständen nach geometrischen Grundsätzen Bilder auf Flächen¹ zu entwerfen und Aufgaben über die dargestellten Gegenstände auf Grund ihrer Bilder zu lösen.

Die verwendbaren Abbildungsmethoden müssen so ausgebaut sein, daß sie einen eindeutigen Übergang vom Gegenstand zum Bild und umgekehrt vom Bild zum Gegenstand gewährleisten.

Da alle räumlichen Gegenstände als Körper dreidimensional sind, ihre Bilder dagegen - weil sie auf Flächen entworfen werden - nur flächenhaft (zweidimensional), können Bilder von Gegenständen beim Betrachten allgemein nur einen dem wirklichen Gegenstand ähnlichen Eindruck erwecken. Man unterscheidet anschauliche und unanschauliche Bilder von Gegenständen, je nach dem Grad der Ähnlichkeit. Je anschaulicher ein Bild wirkt, desto verwickelter ist erfahrungsgemäß die ihm zugrunde liegende Abbildungsmethode. Mit Vorteil verwendet der Ingenieur bei seinen Konstruktionszeichnungen die einfachsten Abbildungsmethoden und überbrückt den Übelstand der Unanschaulichkeit dieser Zeichnungen mit einem geschulten, räumlichen Vorstellungsvermögen.

Der vorliegende Lehrbrief bietet Ihnen Gelegenheit, dieses zu üben, weil er sich vorerst mit der Abbildung einfachster Gegenstände befaßt. Versuchen Sie daher bei jedem Beispiel mit Hilfe des Raumbildes eine räumliche Vorstellung des abgebilde-

¹Man unterscheidet ebene Flächen (z.B. Wandtafel-, Reißbrettfläche) und krumme Flächen (Zylinder-, Kegelmantel-, Kugel-, Erdoberfläche).

ten Gegenstandes und des Abbildungsvorganges selbst zu erlangen. Beim Lösen von Aufgaben ist es unbedingt erforderlich, diese erst räumlich durchzudenken und dann zu zeichnen.

Damit Sie sich das Denken im Raum schnell und sicher aneignen, ist es notwendig, alle Hinweise beim Studium des Lehrbriefes zu beachten und alle Übungsaufgaben zu lösen! Um bei schwierigen räumlichen Problemen zur vollen Erkenntnis der Zusammenhänge zu gelangen, wird es ab und zu einmal nötig sein, daß Sie sich mit einfachen Hilfsmitteln (Holzstäbchen, Plastilin, Papier usw.) Modelle anfertigen.

9.2 Projektionsmethoden

"Projizieren" heißt, von räumlichen Gegenständen nach geometrischen Grundsätzen Bilder zu erzeugen. Das Ergebnis (Bild) ist die Projektion. Man bedient sich in der Projektionslehre und im technischen Zeichnen im allgemeinen zweier Abbildungsmethoden:

- a) der Zentralprojektion und
- b) der Parallelprojektion.

In der Technik werden geometrische Abbildungsmethoden bevorzugt, die leicht anzuwenden sind und anschauliche Bilder liefern, denen die Abmessungen der Gegenstände leicht entnommen werden können. Hauptforderungen der Abbildungsmethoden sind Einfachheit, Anschaulichkeit und Maßgerechtigkeit.

9.3 Zentralprojektion (Zentralperspektive)

Die Zentralprojektion ist dem natürlichen Sehvorgang nachgebildet. Wir haben ein Projektionszentrum, das immer den Ausgangspunkt der Projektionsstrahlen bildet und in endlicher Entfernung vom abzubildenden Gegenstand in Augenhöhe des Beschauers liegt (Abb. 1). Das Bild des Gegenstandes erscheint auf der Bildebene Π (Π), die alle möglichen Stellungen im Raum einnehmen kann, nur darf sie nicht durch das Projektionszentrum O selbst gehen.

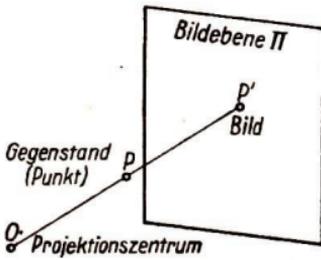


Abb. 1 Projektions-
schema

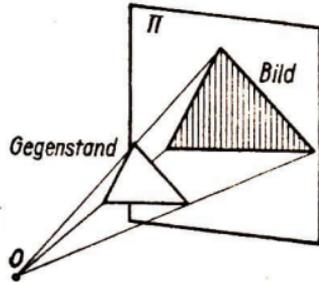


Abb. 2 Grundaufbau der
Zentralprojektion

Zentralprojizierte Bilder vermitteln den anschaulichsten und natürlichsten Eindruck von den Gegenständen. Die Zentralprojektion wird deshalb in der Malerei und vor allem in der Architektur, wo es um die anschauliche Darstellung größerer, räumlich ausgedehnter Objekte geht, verwendet.

Bei künstlicher Beleuchtung finden Sie im Schattenbild eines Gegenstandes auf einer ebenen Wandfläche die Zentralprojektion dieses Gegenstandes verwirklicht. In diesem Fall spielt die ebene Wandfläche die Rolle der Bildebene, an der Stelle des Projektionszentrums befindet sich die Lichtquelle, und die Lichtstrahlen sind die Projektionsstrahlen.

Obwohl die Zentralprojektion die anschaulichsten Bilder liefert, empfindet der Techniker die bei einem solchen Bild auftretenden Verzerrungen der Originalabmessungen des abgebildeten Gegenstandes zugunsten der Anschaulichkeit als einen Nachteil. Er bedient sich vorteilhafter in seinen technischen Zeichnungen der Parallelprojektion, weil er durch diese Abbildungsmethode Bilder erhält, die zwar wenig anschaulich, aber leicht herzustellen sind und hohe Maßgerechtigkeit aufweisen. Das bedeutet, daß man aus diesen Bildern leicht die wahren Größenverhältnisse der abgebildeten Gegenstände ermitteln und oft sogar unmittelbar ablesen kann.



Abb. 3 Fotografie eines Hochhauses

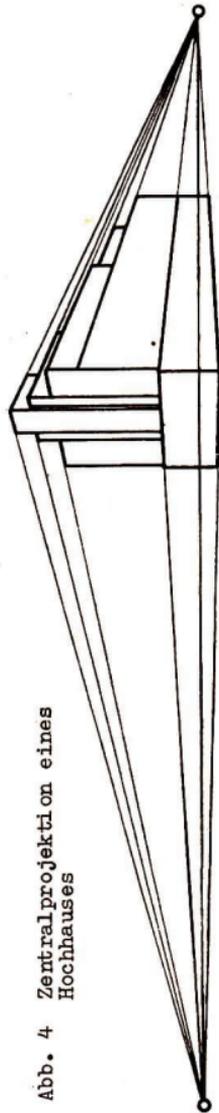


Abb. 4 Zentralprojektion eines Hochhauses

9.4 Parallelprojektion

In der Parallelprojektion wird der natürliche Sehvorgang ent-
stellt, da das Projektionszentrum (Auge) ins Unendliche ge-
rückt ist und die Projektionsstrahlen praktisch parallel lie-
gen. Aus diesem Grund sind die mittels Parallelprojektion er-

zeugten Bilder weniger anschaulich, aber infolge der Parallelität der Projektionsstrahlen leichter herzustellen als zentralprojizierte Bilder.

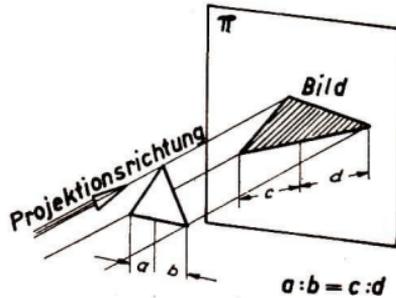


Abb. 5 Grundaufbau der Parallelprojektion

Die Parallelprojektion wird der Forderung nach Maßgerechtigkeit in höherem Umfange gerecht als die Zentralprojektion; bei ihr bleiben Parallelität und Teilungsverhältnis erhalten (Abb. 5).

Eine technische Darstellung muß folgende Bedingungen erfüllen:

- sie muß übersichtlich sein,
- der für ihre Herstellung erforderliche Zeitaufwand muß möglichst niedrig sein,
- man muß aus den Abbildungen einwandfrei die Maßverhältnisse erkennen.

Die Parallelprojektion erfüllt diese Forderung besser als die Zentralprojektion. Die Benennung charakterisiert lediglich die Lage der Projektionsstrahlen untereinander, sagt aber nichts über die Lage der Strahlen gegenüber der Projektionsebenen aus. Zum Beispiel können die Projektionsstrahlen schief oder auch senkrecht auf eine Projektionsebene auftreffen. Deshalb gliedert man die Parallelprojektion in

- a) schiefe Parallelprojektion
- und b) senkrechte Parallelprojektion (Abb. 6 und 7).

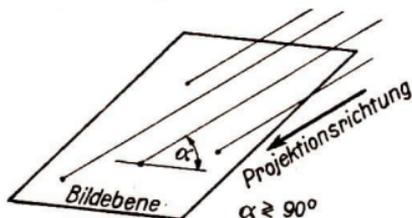


Abb. 6 Schema der schiefen Parallelprojektion

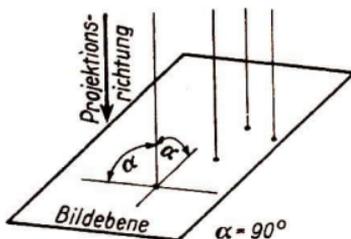


Abb. 7 Schema der senkrechten Parallelprojektion

In der Technik kommen beide Arten zur Anwendung. Die Abbildungen mit Hilfe der schiefen Parallelprojektion liefern weniger maßgerechte Bilder, die aber bei geeigneter Stellung und Lage der Projektionsebenen recht anschaulich sein können. In der Praxis wird jedoch in erster Linie die senkrechte Parallelprojektion (Orthogonalprojektion¹) angewandt.

Die räumliche Abbildung von Körpern in Parallelprojektion erfolgt nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten. Diese Methoden erhalten aus Unterscheidungsgründen noch besondere Namen:

I s o m e t r i e :² Länge, Breite und Höhe erscheinen im gleichen Maßstab; Längen- und Breitenrichtung sind im Bild gegen die Waagerechte um je 30° geneigt.

D i m e t r i e :³ von Länge, Breite und Höhe erscheinen zwei in gleichem Maßstab.

T r i m e t r i e :⁴ weder Länge noch Breite noch Höhe erscheinen im gleichen Maßstab.

¹Griech.: orthogonal = rechtwinklig, senkrecht anstoßend.

²Griech.: Isometrie = Gleichheit der Streckenverhältnisse.

³Griech.: Di/metrie = Zwei/messung.

⁴Griech.: Tri/metrie = Drei/messung.

Isometrie und Dimetrie sind nach D I N 5 - Axonometrische Projektionen - genormt.

9.5 Eintafelprojektion

Die Eintafelprojektion ist das einfachste Abbildungsverfahren. Es wird überall dort angewandt, wo mit Hilfe von Sinnbildern komplizierte räumliche Gebilde auf einer Bildebene dargestellt werden können. Das trifft z.B. zu bei Landkarten und Lageplänen.

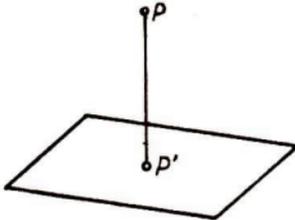


Abb. 8 Räumliche Anordnung

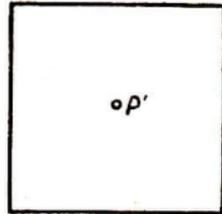


Abb. 9 Eintafelprojektion eines Punktes

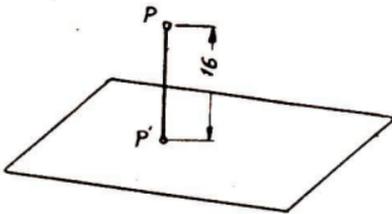
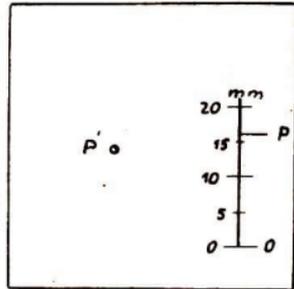


Abb. 10 Projizierter Punkt mit Höhenmaßstab



Ein Punkt P ist durch seinen Normalriß² auf eine Bildebene und durch die Angabe seines Abstandes von dieser bestimmt.

¹Griech.: Axonometrie = ein Verfahren, einen Körper durch Bezug auf ein Achsensystem in einem Bilde anschaulich und maßgetreu darzustellen.

²Normalriß = orthogonale Darstellung.

Die Projektion in Abbildung 9 ist noch nicht eindeutig. Es fehlt die Angabe des Abstandes des Punktes von der Bildebene. Man kann hierzu der Zeichnung einen Höhenmaßstab geben und trägt auf diesem die Höhe des abgebildeten Punktes ab (Abb. 10), oder man schreibt neben dem Punkt der Bildebene die Höhe in eine runde Klammer (Abb. 11). Die Höhenangabe wird *K o t e*¹ genannt, und man spricht hier von kotierter Projektion.

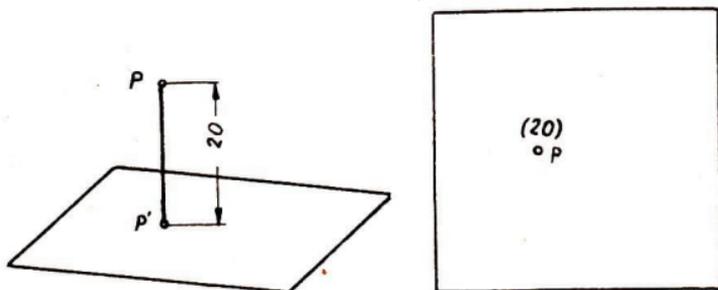


Abb. 11 Projizierter Punkt mit Kote

Die Abbildungen 12 und 13 zeigen die Anwendung der Eintafelprojektion in der Geländedarstellung (Topographie).

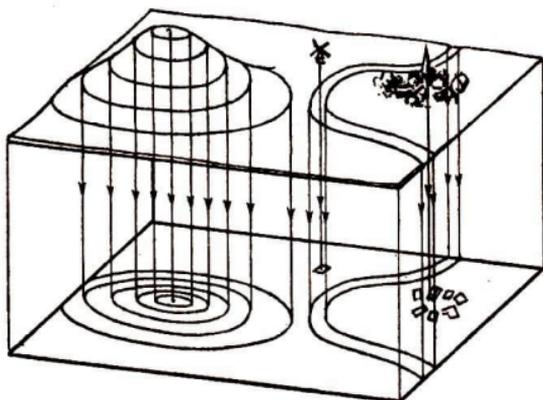


Abb. 12 Projektionsschema bei der Geländedarstellung

¹Lat.: Kote = Höhenangabe.

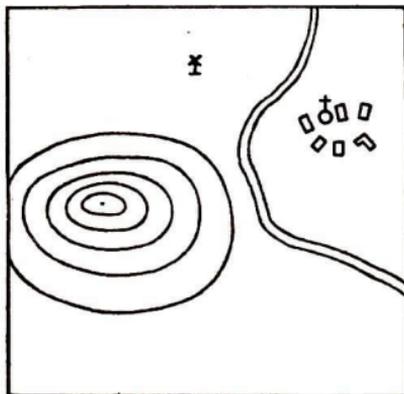


Abb. 13 Geländedarstellung

Übungen

30. Worin besteht die Schwierigkeit, einen Körper in einer Zeichenebene darzustellen? Wie kann diese Schwierigkeit überwunden werden?
31. Welche Abbildungsmethoden kommen zur Anwendung? Sagen Sie Näheres über die Methoden aus!
32. Was versteht man unter Projektion?
33. Welche Vorteile bietet die Benutzung der senkrechten Parallelprojektion als Projektionsmethode für technische Zeichnungen?
34. Normschrift

Schreiben Sie nach der Anleitung im Normschrift-Lehrgang auf Seite 9 von den Buchstaben x, z, v, w, y, s, ß je 4 Zeilen mit der 3/4-mm-Plättchenfeder, 6 mm Schrifthöhe und mit der 1/2-mm-Plättchenfeder, 4 mm Schrifthöhe mit Tusche und je 4 Zeilen mit Bleistift in 4 mm Schrifthöhe! Üben Sie die kleinen Buchstaben weiter, wenn sie noch nicht sauber aussehen sollten!

8 9.6 Allgemeines über Lagenaufgaben

Zur Gruppe der Lagenaufgaben gehören diejenigen geometrischen Aufgaben über Punkte, Geraden und Ebenen, die lediglich von der gegenseitigen Lage der Grundgebilde im Raum handeln.

Sie sollen auf den folgenden Seiten an einem räumlichen Gebilde, eines sogenannten Zweitafelensystems, betrachtet werden. In den Abbildungen 14 und 15 sehen Sie den Aufbau des Zweitafelensystems.

Die waagrecht liegende Tafel nennen wir Grundrißtafel oder *G r u n d r i ß e b e n e*, die zu ihr senkrecht stehende Aufrißtafel oder *A u f r i ß e b e n e*. In das Tafelgebilde kann noch ein räumliches Koordinatensystem zur Ortsbestimmung eingesetzt werden.

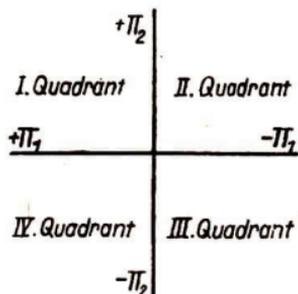


Abb. 14 Aufteilung des Raumes -
Blick in Richtung
der Rißachse

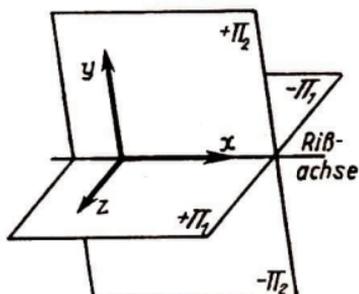


Abb. 15 Tafelgebilde mit
Koordinatensystem

Grundrißtafel und Aufrißtafel durchdringen sich in der *R i ß - a c h s e* und bilden ein Flächenkreuz, das den Raum in vier Quadranten¹, I, II, III, IV, aufteilt. Die Rißachse zerlegt jede Tafel (Bildebene) in eine positive und eine negative

¹Lat.: Quadrant = Viertelkreis:
Viertel ebene zwischen den Achsen eines ebenen Koordinatensystems; ein Viertel eines Meridians.

Halbebene: $+\Pi_1$, $-\Pi_1$ und $+\Pi_2$, $-\Pi_2$ (siehe Abbildungen 14 und 15). Den abzubildenden Gegenstand nimmt man nach Möglichkeit im Quadranten I an.

Ist P ein beliebiger Raumpunkt (Abb. 16), der im I. Quadranten liegen soll, dann ist P' seine Grundrißprojektion und P'' seine Aufrißprojektion. Allgemein werden die Aufrißprojektionen durch einen doppelten Indexstrich gekennzeichnet. Zwischen P und P' liegt der Projektionsstrahl S_1 und zwischen P und P'' der Projektionsstrahl S_2 .

S_1 und S_2 bestimmen die schraffierte Ebene, die man "projizierende Ebene" nennt. Die von der projizierenden Ebene auf den Projektionsebenen Π_1 und Π_2 abgebildeten Projektionsstrahlen nennen wir "Ordinaten" oder "Ordnungslinien".

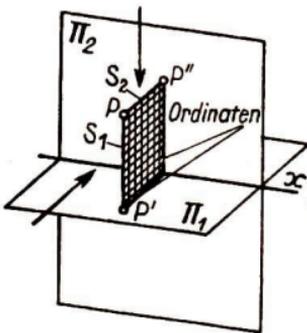


Abb. 16 Projektions-
schema des
Punktes P

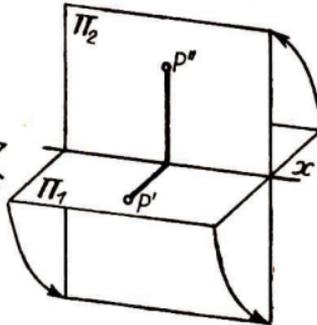


Abb. 17 Eindrehen
der Grund-Projek-
tionsebene

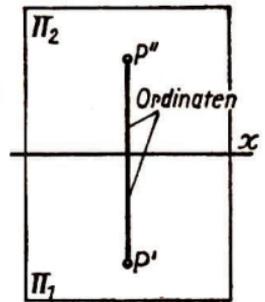


Abb. 18 Darstellung
in einer Ebene

Es gilt nun, beide Projektionsebenen mit ihren Projektionen P' und P'' in einer Ebene, der Zeichenebene, darzustellen. Man denkt sich dabei die x-Achse als Scharnier wirkend und dreht die Grundrißebene in die Aufrißebene hinein (Abb. 17).

Die beiden Projektionen P' und P'' liegen nun in der Zeichen-

ebene (Abb. 18) auf einer Geraden, der O r d i n a t e , die senkrecht zur x-Achse steht, da wir die senkrechte Parallelprojektion (Orthogonalprojektion) angewendet haben.

Der Abstand des Punktes von der Grundrißebene erscheint im Aufriß als Abstand seiner zweiten Projektion P'' von der x-Achse, und der Abstand des Punktes von der Aufrißebene erscheint im Grundriß als Abstand seiner ersten Projektion P' von der x-Achse.

9.7 Darstellung der Geraden

Die gerade Linie oder die Gerade hat nur eine Ausdehnung, die Länge. Ihre Lage wird bestimmt durch 2 Punkte auf ihr oder durch einen Punkt und die Richtungsangabe.

Eine Gerade kann im Raume beliebige Lagen einnehmen. Ihre Projektion auf eine Ebene ist bis auf eine Ausnahme stets wieder eine Gerade. Da eine Gerade durch 2 Punkte bestimmt ist, genügt es auch, diese Punkte zu projizieren und deren Projektionen miteinander zu verbinden.

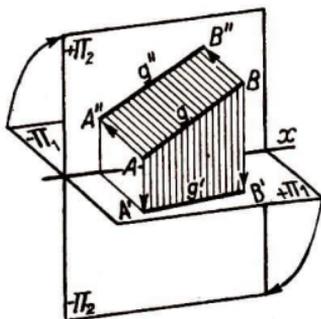


Abb. 19 Projektionsschema der Geraden

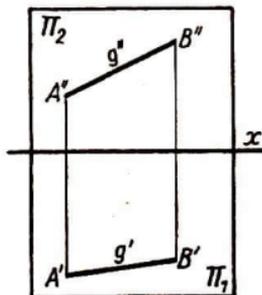


Abb. 20 Darstellung der Geraden in der Zeichenebene

Man erhält den Grundriß g' und den Aufriß g'' einer Geraden g im Raume am einfachsten, wenn man auf ihr zwei Punkte A und B wählt und diese auf die Tafeln Π_1 und Π_2 projiziert. Die Gerade g' (Abb. 19 und 20), in der Grundrißtafel durch A' und B'

gezogen, und die Gerade g'' , in der Aufrißtafel durch A'' und B'' gezogen, sind die Bilder der Raumgeraden g .

Die Gerade kann zur Projektionsebene verschiedene Lagen einnehmen:

- a) Parallel zur Projektionsebene
Eine auf der Geraden liegende Strecke projiziert sich dann in wahrer Länge.
- b) Geneigt zur Projektionsebene
Eine zur Projektionsebene geneigte Strecke projiziert sich nicht in wahrer Länge, sondern kürzer.
- c) Senkrecht zur Projektionsebene
Die Gerade projiziert sich als Punkt.

Eine Gerade läuft nach dem Durchstoßen der Projektionsebenen noch weiter, so daß die Projektionen ebenfalls weiterlaufen müssen (Abb. 21 und 22). Die Durchstoßpunkte mit den Projektionsebenen werden "Spurpunkte S " genannt.

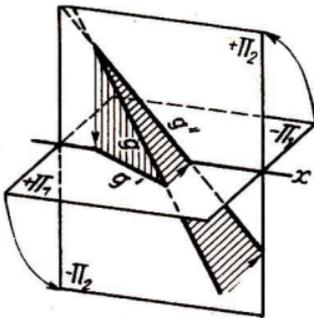


Abb. 21 Projektionsschema einer durchlaufenden Geraden

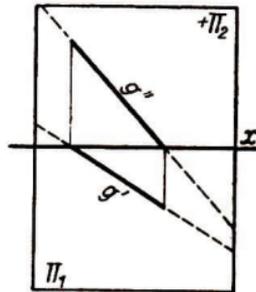


Abb. 22 Darstellung der durchlaufenden Geraden in der Zeichenebene

Liegt eine Gerade g parallel zur Grundrißebene, dann ist ihre Aufrißprojektion g'' parallel zur x -Achse. (Abb. 23 und 24).

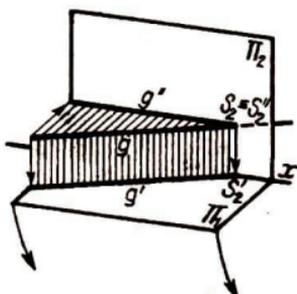


Abb. 23 Gerade liegt parallel zur Grundrißebene

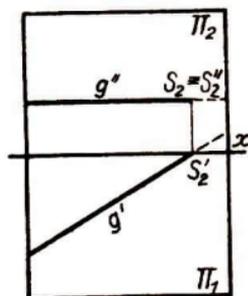


Abb. 24 Darstellung in der Zeichenebene

Liegt die Gerade parallel zur Aufrißebene, dann ist ihre Grundrißprojektion zur x-Achse parallel (Abb. 25 und 26).

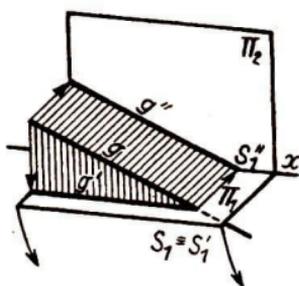


Abb. 25 Gerade liegt parallel zur Aufrißebene

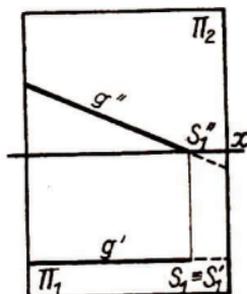


Abb. 26 Darstellung in der Zeichenebene

Eine Gerade, die parallel zu beiden Projektionsebenen verläuft, ist damit auch parallel zur x-Achse, und ihre Projektionen sind Parallelen zur x-Achse.

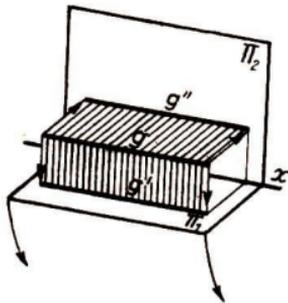


Abb. 27 Gerade liegt parallel zu beiden Projektionsebenen

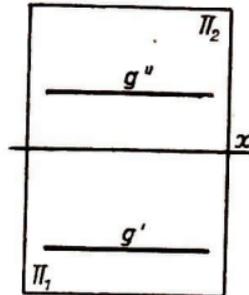


Abb. 28 Darstellung in der Zeichenebene

Für eine senkrecht auf dem Grundriß stehende Gerade reduziert sich die Projektion g' auf einen Punkt, der identisch mit Spurpunkt S_1 ist (Abb. 29 und 30). Die Aufrißprojektion steht senkrecht auf der x -Achse.

Die Abbildungen 31 und 32 zeigen die Projektion einer Geraden senkrecht zum Aufriß.

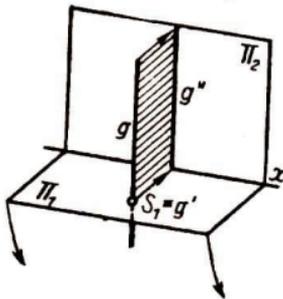


Abb. 29 Gerade steht senkrecht auf der Grundrißebene

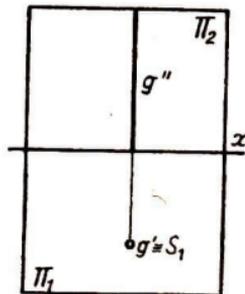


Abb. 30 Darstellung in der Zeichenebene

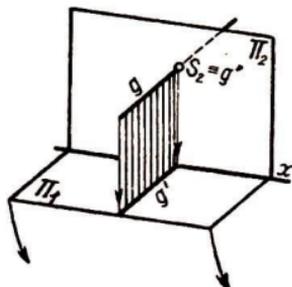


Abb. 31 Gerade steht senkrecht auf der Aufrißebene

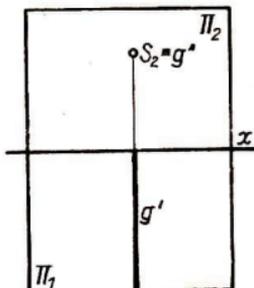


Abb. 32 Darstellung in der Zeichenebene

9.8 Gegenseitige Lage zweier Geraden

Zwei Geraden können drei verschiedene Stellungen gegeneinander einnehmen.

Sie können

- a) sich schneiden,
- b) parallel zueinander verlaufen und
- c) sich kreuzen, d.h. weder sich schneiden noch parallel verlaufen. Sich kreuzende Gerade nennt man auch windschiefe Gerade.

In den beiden ersten Fällen liegen die Geraden **i n e i n e r E b e n e**, bilden also Bestimmungsstücke der Ebene.

a) Der Schnittpunkt **C** **z w e i e r** **s i c h** **s c h n e i -**
d e n d e r **G e r a d e n** g_1 **u n d** g_2 **g e h ö r t** **b e i d e n** **G e r a d e n**
g l e i c h z e i t i g **a l s** **P u n k t** **a n**. Seine beiden Bilder müssen auf
e i n e r **O r d i n a t e** **l i e g e n** (Abb. 33, 34 und 35).

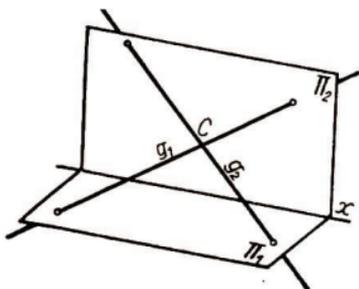


Abb. 33 Sich schneidende Geraden im Raum

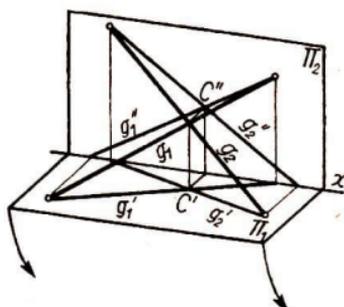


Abb. 34 Projektionsschema der Geraden

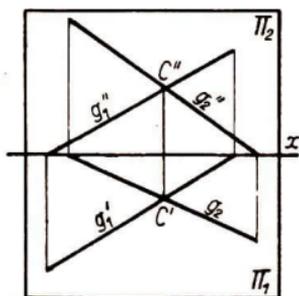


Abb. 35 Darstellung in der Zeichenebene

b) Verlaufen die beiden Geraden g_1 und g_2 parallel zueinander (Abb. 36, 37 und 38), dann gibt es keinen Schnittpunkt C und g_1' und g_2' sowie g_1'' und g_2'' werden untereinander parallel.

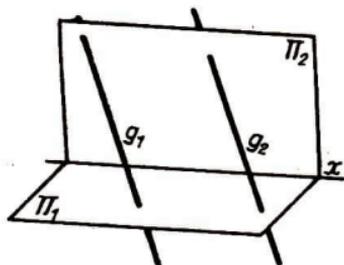


Abb. 36 Parallele Geraden im Raum

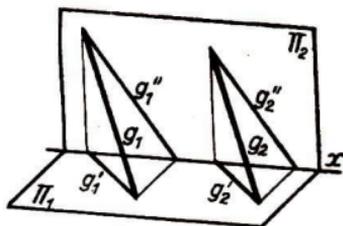


Abb. 37 Projektionsschema der Geraden

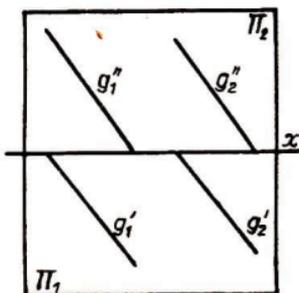


Abb. 38 Darstellung in der Zeichenebene

Daraus folgt:

Parallele Raumgeraden haben parallele Grundrisse und parallele Aufrisse.

c) Zwei windschiefe oder sich kreuzende Geraden haben Schnittpunkte, deren Grundriß- und Aufrißbilder nicht auf einer Ordinate liegen. Beachten Sie (Abb. 39, 40, 41 und 42), daß z.B. A_1 auf g_1 und A_2 auf g_2 eine gemeinsame Lage im Grundriß, aber verschiedene Lagen im Aufriß haben. Ebenso, daß die Punkte B_1 auf g_1 und B_2 auf g_2 eine gemeinsame Lage im Aufriß, aber verschiedene Lagen im Grundriß haben.

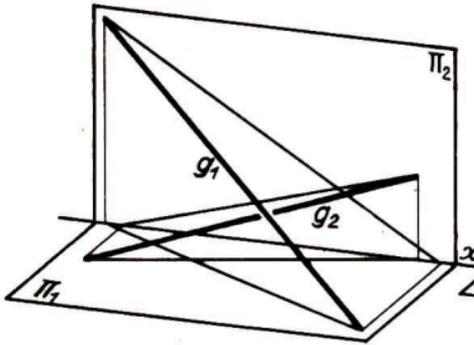


Abb. 39 Sich kreuzende Geraden im Raum

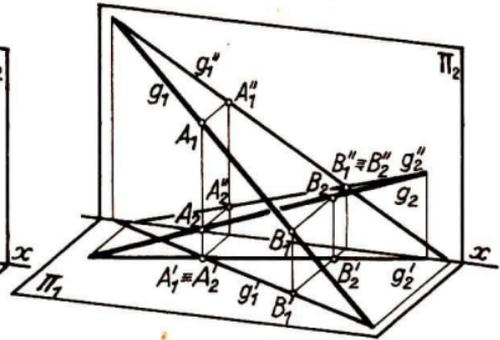


Abb. 40 Projektionsschema der Geraden

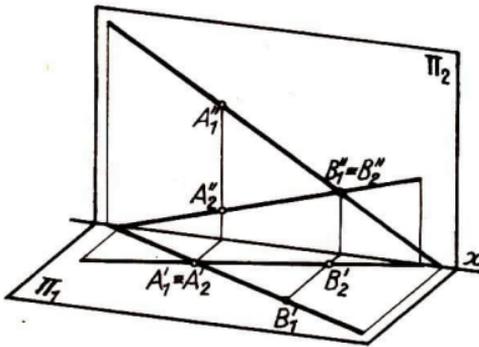


Abb. 41 Projektionen der Geraden

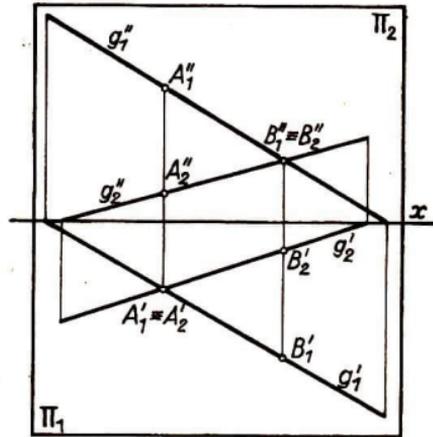


Abb. 42 Darstellung in der Zeichenebene

9.9 Darstellung der Ebene

Eine Ebene projiziert sich im allgemeinen wieder als Ebene, und zwar sind ihre Projektionen identisch mit den betreffenden Projektionsebenen.

Die Darstellung einer Ebene durch Projektion der gesamten, in ihr gelegenen Punkte ist bekanntlich nicht möglich. Man muß sich vielmehr auf einzelne Punkte oder Geraden beschränken, die in der Ebene liegen und diese eindeutig im Raum definieren. Solche eindeutige Bestimmungsstücke einer Ebene sind entweder:

- drei nicht auf einer Geraden liegende Punkte,
- eine Gerade und ein Punkt außerhalb dieser Geraden,
- zwei sich schneidende Gerade oder
- zwei parallele Gerade.

Wenn von einer Ebene allgemein die Rede ist, hat man sich diese unbegrenzt vorzustellen, genau wie die Projektionsebenen. Bei praktischen Aufgaben handelt es sich um die Darstellung begrenzter Ebenen, denn die Oberfläche vieler Körper und technischer Objekte setzt sich - mehr oder weniger kompliziert - aus einzelnen ebenen Flächenstücken, d.h. einzelnen begrenzten Ebenen, zusammen. Hierzu gehören u.a. ebene Vielecke (Dreieck, Viereck, Fünfeck usw.). Zunächst betrachten wir die Ebene allgemein, also ohne Ausdehnungsbegrenzung.

Jede zur Projektionsebene nicht parallele Ebene schneidet diese in einer Geraden, die man Spurgerade oder kurz "Spur" nennt. Die in Abbildung 43 dargestellte Ebene Λ (Lambda) des Raumes schneidet die Projektionsebenen Π_1 und Π_2 in den Spuren e_1 und e_2 , wobei e_1 die Grundrißspur und e_2 die Aufrißspur ist. Die Spuren schneiden sich in einem Punkt der x-Achse.

Auf der Zeichenebene läßt sich eine Ebene des Raumes also nur durch ihre Spuren darstellen, wenn man nicht besondere Bestimmungsstücke mit abbilden will.

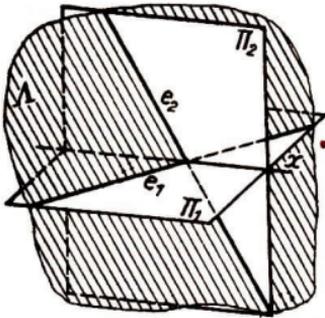


Abb. 43 Projektions-
schema der Ebene

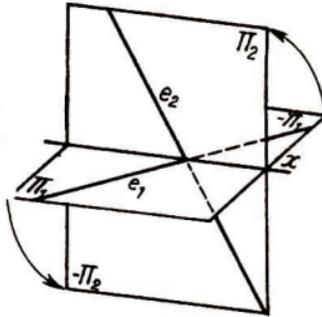


Abb. 44 Projek-
tion der Ebene

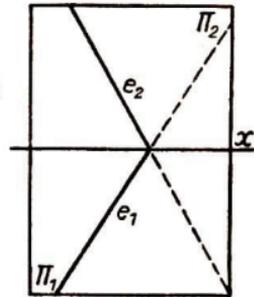


Abb. 45 Darstellung
in der Zeichenebene

Rückt der Schnittpunkt der beiden Spuren einer Ebene ins Un-
endliche, werden also die Spuren zu Parallelen der Rißachse,
dann verläuft auch die Ebene parallel zur Riß-
a c h s e (Abb. 46 und 47).

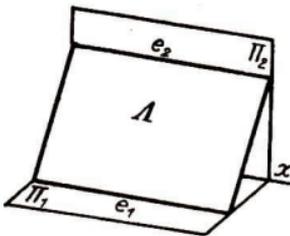


Abb. 46 Ebene parallel
zur Rißachse

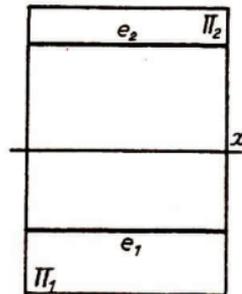


Abb. 47 Darstellung
in der Zeichenebene

Die übrigen sehr wichtigen Sonderlagen, die eine Ebene gegen-
über den Bildtafeln einnehmen kann, ergeben sich aus der Mög-
lichkeit, daß eine Ebene auf der Grundrißebene (Abb. 48 und
49) oder Aufrißebene (Abb. 50 und 51) oder auf beiden Pro-
jektionsebenen (Abb. 52 und 53) gleichzeitig senkrecht stehen
kann.

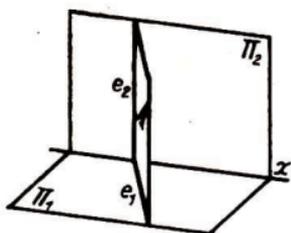


Abb. 48 Ebene steht auf der Grundrißebene senkrecht

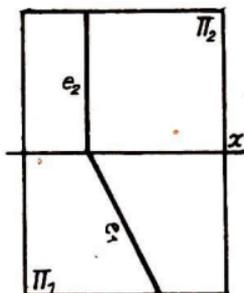


Abb. 49 Darstellung in der Zeichenebene

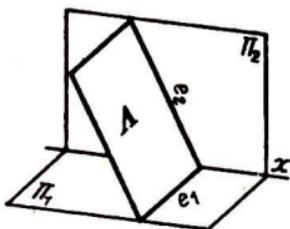


Abb. 50 Ebene steht auf der Aufrißebene senkrecht

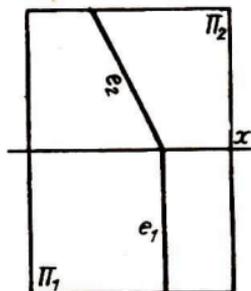


Abb. 51 Darstellung in der Zeichenebene

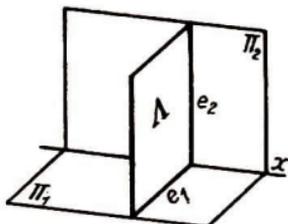


Abb. 52 Ebene steht auf beiden Projektionsebenen senkrecht

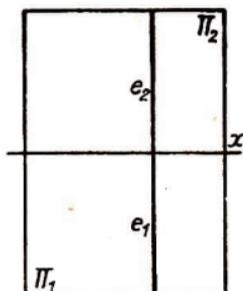


Abb. 53 Darstellung in der Zeichenebene

Nun kann die Ebene des Raumes noch parallel zur Grundrißebene (Abb. 54 und 55) oder parallel zur Aufrißebene (Abb. 56 und 57) liegen.

Sie sehen bereits jetzt, wie sehr sich Konstruktionen vereinfachen werden, wenn man mit Ebenen bzw. den in ihnen enthaltenen Figuren arbeitet, die zu einer Projektionsebene parallel liegen. Im technischen Zeichnen macht man sich das zunutze, indem man die darzustellenden Objekte in eine solche Lage zu den Bildebenen bringt oder, was dasselbe ist, die Bildebene in eine solche Lage zum Objekt bringt, daß möglichst viele ebene Flächen projizierende Ebenen werden. Allerdings werden die Bilder des Objektes dann etwas unanschaulich.

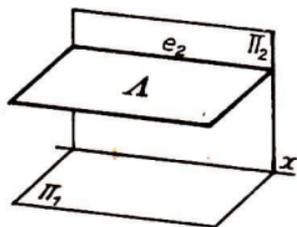


Abb. 54 Ebene liegt parallel zur Grundrißebene

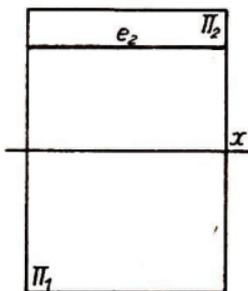


Abb. 55 Darstellung in der Zeichenebene

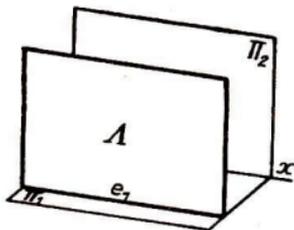


Abb. 56 Ebene liegt parallel zur Aufrißebene

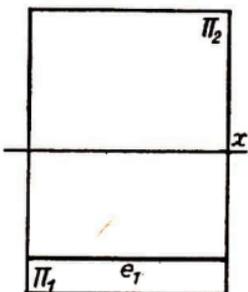


Abb. 57 Darstellung in der Zeichenebene

Übungen

35. Gegeben ist eine Gerade g in ihren Projektionen g' und g'' (Abb. 58). Gesucht sind die Spurpunkte der Geraden durch die Projektionsebenen.

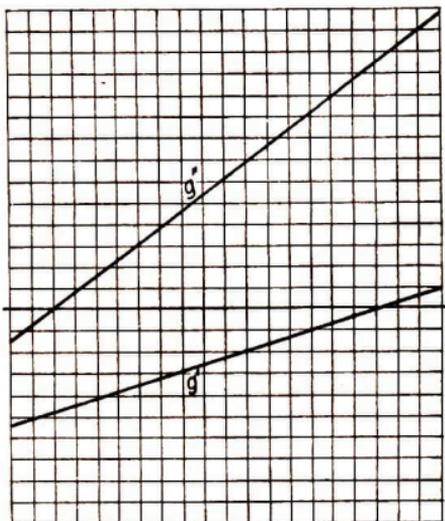


Abb. 58 Gegebene Stücke

36. Schreiben Sie nach der Anleitung im Normschrift-Lehrgang auf den Seiten 9 und 10 von den Buchstaben I, L, T, F, E, H und den dazugehörigen Wörtern je eine Zeile mit der 3/4-mm-Plättchenfeder, 6 mm Schriftgröße und mit der 1/2-mm-Plättchenfeder, 4 mm Schriftgröße mit Tusche und je eine Zeile mit Bleistift in 4 mm Schriftgröße!

9 10. Technische Darstellung in Ansichten

10.1 Die technische Darstellung eines Werkstückes in drei Ansichten

Der Nachteil der geringen Anschaulichkeit der senkrechten Parallelprojektion wird für technische Zwecke durch die Darstellung in verschiedenen Ansichten behoben. Man kann durch

dieses Verfahren auch bei den kompliziertesten Werkstücken sämtliche Einzelheiten klar und eindeutig zeigen und erfassen.

Ohne weiteres wird Ihnen verständlich sein, daß eine einzige Abbildung auch für das einfachste Werkstück nicht ausreicht, sofern keine Maße angegeben sind. Für eine einwandfreie Darstellung sind deshalb, je nach dem Aufbau eines Werkstückes, Abbildungen in verschiedenen Werkstückstellungen erforderlich.

Von einer technischen Darstellung wird außer den bereits angeführten Forderungen verlangt, daß sie eindeutig und ohne Rätselraten für jeden technisch gebildeten Menschen verständlich ist.

Um diese Forderung zu erfüllen, ist es zweckmäßig, ein Werkstück nach einheitlichen Regeln anzuordnen und darzustellen.

Es macht sich erforderlich, den dreidimensionalen Körper (Länge, Höhe, Tiefe) auf der zweidimensionalen Zeichenebene entsprechend darzustellen. Die perspektive Darstellung in Abbildung 59 ist recht anschaulich und dem Auge gefällig. Sie wird aber in der Technik kaum verwendet, weil sie schwierig zu zeichnen ist und bei verwickelten Teilen unklare Abbildungen gibt, auch in bezug auf die Bemaßung.

Um alle Ausdehnungen am Körper erfassen zu können, muß er mindestens von drei Seiten betrachtet werden. Das geschieht am besten in einer R a u m e c k e nach Abb. 60.

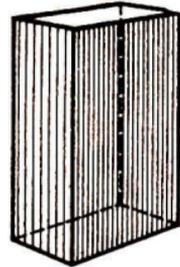


Abb. 59 Perspektivische Darstellung

- a) Betrachtung von oben (D r a u f s i c h t)
Die Deckfläche erscheint in wahrer Größe; die vier senkrechten Seitenflächen sind als gerade Linien erkennbar. Die Draufsicht enthält als Hauptmaße Länge und Tiefe.
- b) Betrachtung von vorn (V o r d e r a n s i c h t)
Die Vorderfläche erscheint in wahrer Größe; senkrechte

Seitenflächen und waagerechte Grund- und Deckflächen erscheinen als senkrechte bzw. waagerechte Linien. Die Vorderansicht enthält als Hauptmaße Höhe und Länge.

- c) Betrachtung von der linken Seite (S e i t e n a n s i c h t)
Die Seitenfläche erscheint in wahrer Größe; Vorder- und Hinterfläche und Deck- und Grundfläche erscheinen als senkrechte bzw. waagerechte Linien. Die Seitenansicht enthält als Hauptmaße Höhe und Tiefe.

Haben Sie den Vorgang an Hand der Abb. 60 mitstudiert, dann werden Ihnen die auf die drei Wände (Projektionsebenen) der Raumecke abgebildeten Ansichten des Körpers ohne weiteres als richtig erscheinen.

Die Schnittlinien der Projektionsebenen Π_1 , Π_2 , Π_3 nennen wir R i s s e n. Sie entsprechen den rechtwinkligen Koordinaten x , y und z .

Im Gegensatz zur Projektionslehre, in der die Abbildungen als Risse (Aufriß, Grundriß) bezeichnet werden, nennt man sie bei einer technischen Darstellung vielfach A n s i c h t e n.

Die Abbildung des Prismas auf der Projektionsebene Π_2 heißt Hauptansicht, Vorderansicht oder Aufriß. Wir werden im folgenden den technisch üblichen Ausdruck V o r d e r a n s i c h t verwenden. Die Vorderansicht muß das Wesentliche eines Werkstückes erkennen lassen und das Werkstück möglichst in der Gebrauchs- oder Fertigungslage darstellen.

Die Projektion des Prismas von oben auf die Projektionsebene Π_1 heißt D r a u f s i c h t.

Die Darstellung des Prismas von der Seite auf die Projektionsebene Π_3 wird S e i t e n a n s i c h t genannt.

In den folgenden Ausführungen werden die Projektionsebenen nur noch mit Π_1 , Π_2 und Π_3 bezeichnet.

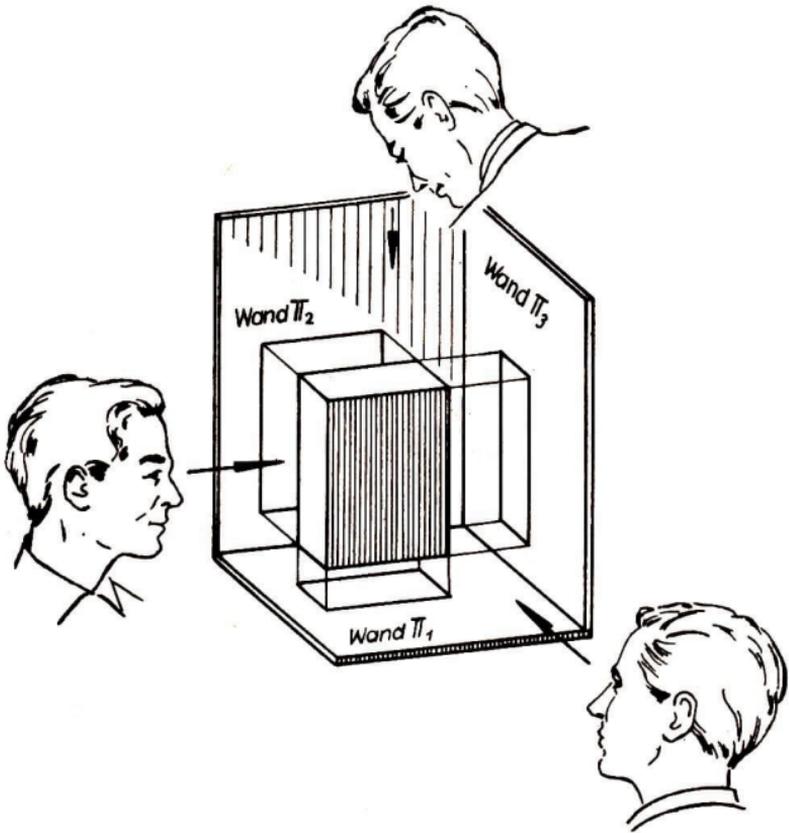


Abb. 60 Betrachtung des Körpers

Nehmen Sie den Körper aus der Raumecke heraus (Abb. 61), so bleiben die Abbildungen an den Wänden der Raumecke stehen. Das räumliche Gebilde ist nun möglichst anschaulich in die Zeichenebene zu überführen. Schneiden Sie jetzt in der Kante $\Pi_1 \Pi_3$ die Raumecke bis zum Endpunkt auf und klappen die Ebenen Π_1 und Π_3 in die Ebene Π_2 zurück, so erhalten Sie die Zeichenebene und damit Abbildung 62.

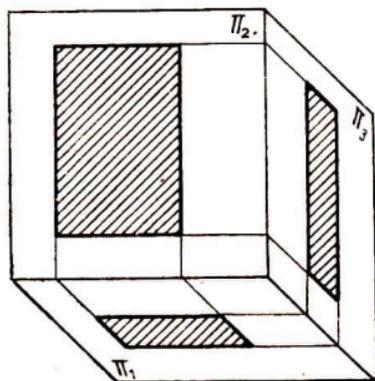


Abb. 61 Projektionen
in der Raumecke

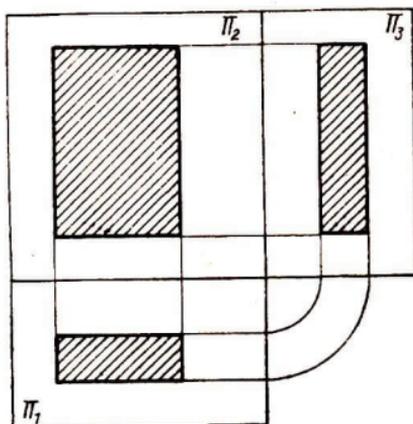


Abb. 62 Projektionen
in der Zeichenebene

Das ist die normale Darstellungsart bei prismatischen Werkstücken und stellt eine Orthogonalprojektion auf mehrere Projektionsebenen dar.

Die Anordnung der Ansichten in Abb. 62 ist nach DIN 6 genormt. Im folgenden Abschnitt wird dieses Normblatt noch ausführlicher besprochen.

In der Praxis geht man von den eben gewonnenen Erkenntnissen aus, die sich aus der Projektion mit Hilfe der räumlichen Ecke zwangsläufig ergeben. Überlegen Sie sich an Hand von Abbildung 62, wie Sie ohne Verwendung der räumlichen Ecke zur genormten Anordnung der Ansichten kommen! In diesem rückläufig zu verfolgenden Vorgang erkennen Sie, daß

- die Draufsicht um 90° aus der Ebene Π_2 nach vorn gedreht und dann projiziert wird,
- die Seitenansicht um 90° aus der Ebene Π_2 nach rechts gedreht und anschließend projiziert wird.

Außer dieser Beobachtung ergibt sich die folgende Projektionsregel.

Wird die Vorderansicht als Bezugslage angenommen, so erhält man die technische Darstellung eines Werkstückes in den beiden anderen Ansichten, wenn man das Werkstück um 90° nach rechts und um 90° nach vorn dreht und dann projiziert.

Hinsichtlich der Lage der Ansichten untereinander können Sie aus Abb. 62 weitere Regeln des Projektionszeichnens ableiten:

Die Vorderansicht liegt senkrecht über der Draufsicht.

Die Seitenansicht liegt rechts neben der Vorderansicht.

10.2 Die genormte Anordnung der Ansichten nach DIN 6

Eine eindeutige Abbildung von komplizierten Körpern ist, wenn man von Schnitten absieht, sogar mit drei Ansichten nicht immer möglich. Deshalb können für die Projektion eines Werkstückes allgemein bis sechs Ansichten, die sich zwangsläufig aus der vorangegangenen Projektionsregel ergeben, gezeichnet

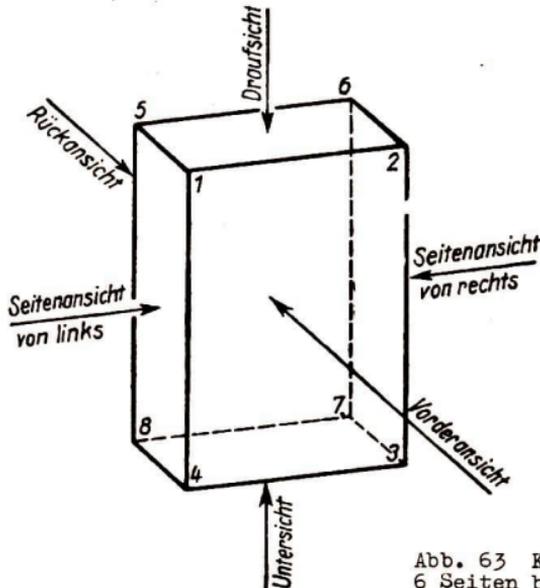


Abb. 63 Körper von 6 Seiten betrachtet

werden. Betrachten Sie in den Abbildungen 63 und 64 die Anordnung sowie die Bezeichnungen sämtlicher Ansichten nach DIN 6 und verfolgen Sie genau die mit Ziffern versehenen Eckpunkte 1 bis 8 des Körpers!

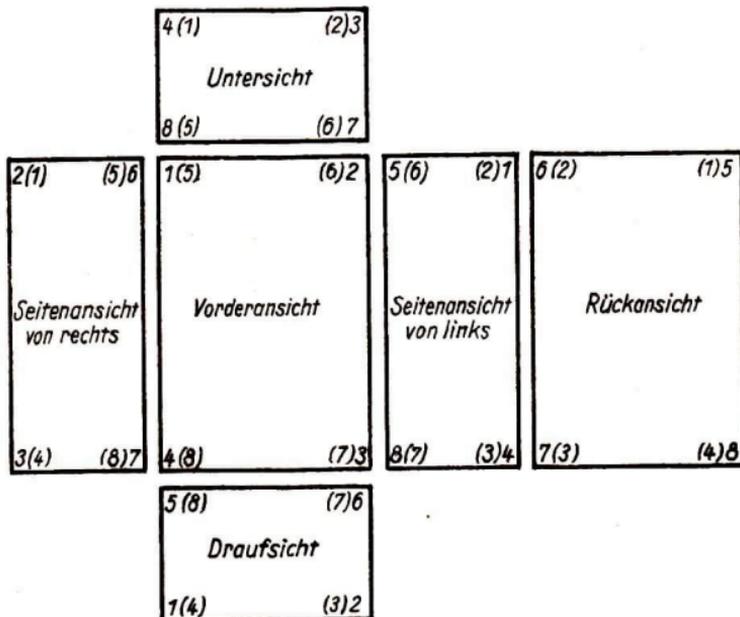


Abb. 64 Genormte Anordnung der Ansichten nach DIN 6

In den sechs Ansichten sind jeweils die Eckpunkte benannt, die beim Betrachten in der entsprechenden Blickrichtung vornliegen. Die Bezeichnung der dahinterliegenden Punkte ist in Klammern gesetzt. Der Körper wird also in den genormten Darstellungen nach rechts, nach links, nach oben und nach unten abgerollt.

Lehrbeispiel 1

Das in Abbildung 65 gezeichnete Prisma ist in allen sechs Ansichten abzubilden.

Wie Sie aus der Lösung (Abb. 66) ersehen, erscheinen

- sämtliche dem Beschauer sichtbare Kanten als dicke Volllinien,
- sämtliche verdeckte Kanten als Strichlinien.

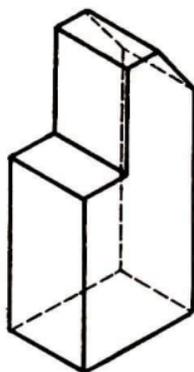


Abb. 65 Prisma

Lösung:

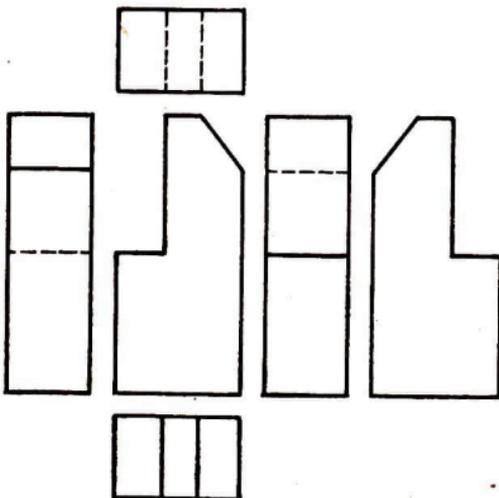


Abb. 66 Prisma in 6 Ansichten gezeichnet

Verdeckte Kanten, die mit sichtbaren zusammenfallen, werden als sichtbare und deshalb als Volllinien dargestellt. Über die

zeichnerische Ausführung dieser Linienarten wurden Sie bereits im Lehrbrief 1 unterrichtet.

H i n w e i s e f ü r d i e A u s f ü h r u n g d e r
Z e i c h n u n g e n :

In den folgenden Abschnitten, vor allem im Lehrbrief 4, werden Sie mit sehr vielen Hilfslinien die Konstruktionen durchführen, am Ende der Zeichenarbeit die zeichnerischen Ergebnisse besonders hervorheben (ausziehen) und die meisten Hilfslinien wieder entfernen müssen. Das macht sich besonders gut, wenn Sie mit T u s c h e ausziehen. Nach dem Ausziehen die überflüssigen Hilfslinien zu entfernen, ohne daß die bleibenden Linien darunter leiden, läßt sich bei Bleistiftzeichnungen nur mit großem Geschick auf dickem Zeichenkarton erreichen. Wenn Sie mit Tusche noch nicht gearbeitet haben, dann beginnen Sie bei den folgenden Übungen, die noch nicht schwierig sind! Sie werden bei den späteren, komplizierten Übungen sehr viel Arbeit nötig haben, wenn Sie beim Ausziehen eine Zeichnung nicht verderben wollen. Beachten Sie auch die Hinweise, die für die Benutzung der Tuschgeräte im Lehrbrief 1 gegeben wurden!

Führen Sie die folgenden Zeichnungen auf gutem, weißem Zeichenkarton aus!

10.3 Wahl der Ansichten

Für die Wahl der Ansichten in der Darstellung beachten Sie einige Hinweise:

Im allgemeinen genügen Vorderansicht, Draufsicht und Seitenansicht von links zur eindeutigen Darstellung und Bemaßung eines Werkstückes.

Die Vorderansicht soll das Werkstück in der Gebrauchslage darstellen, damit ersichtlich ist, in welcher Lage das Teil angewendet wird oder seine Funktion ausübt. Das ist vor allem bei Zusammenstellungszeichnungen zu beachten.

Die Vorderansicht soll möglichst viel über Form und Ab-

messungen aussagen.

Für die Entscheidung, welche Ansicht des Gegenstandes als Vorderansicht dargestellt werden soll, können auch vorteilhafte Ausnutzung der Zeichenfläche und Vereinfachungen beim Zeichnen der anderen Ansichten maßgebend sein.

Des weiteren soll die Darstellung so gewählt werden, daß möglichst wenig verdeckte Kanten auftreten.

Bestimmte Werkstücke, besonders Drehteile (d.h. runde Körper), sind in Teilzeichnungen vorzugsweise in der Fertigungslage zu zeichnen (waagerechte liegende Längs-Mittellinie). Das erleichtert die Bemaßung nach dem Fertigungsvorgang und dem Dreher das Auffinden der Maße. Wenn für ein Werkstück mehrere Fertigungslagen bestehen, so wird die bei der Bearbeitung überwiegende Lage für die Darstellung benutzt.

Ist ein Werkstück durch die Vorderansicht oder durch zwei Ansichten ausreichend und eindeutig gekennzeichnet, so verzichtet man auf weitere Ansichten.

So wird z.B. bei dünnen, ebenen Blechen nur die (Vorder-) Ansicht gezeichnet, aus der die Formgebung eindeutig hervorgeht. Weitere Ansichten würden nur die Dicke des Bleches zeigen. Man spart diese Zeichenarbeit und gibt die Dicke durch die Maßeintragung "3 dick" in der Vorderansicht an (Abb. 67).

Bei einfachen Drehteilen (ohne Bohrungen und Anfräsungen) genügt ebenfalls eine Ansicht (die Vorderansicht), da die Durchmesserzeichen (\varnothing) der Maßangabe die runde Form eindeutig kennzeichnen (Abb. 68).

Vorgreifend sei hier darauf hingewiesen, daß beim Aufzeichnen symmetrischer Körper (vor allem von Drehkörpern) stets mit der strichpunktiierten Mittellinie begonnen und von der Mittellinie nach außen fortgeschritten wird. Der Mittelpunkt eines jeden Kreises im technischen Zeichnen ist der Schnittpunkt zweier solcher Mittellinien (Achsenkreuz).

Kann ein Werkstück unter Verwendung der in DIN 6 genannten Ansichten nicht erschöpfend wiedergegeben werden, so greift man zur Schnittdarstellung, die Sie später kennenlernen werden. Das trifft in erster Linie für Hohlkörper zu.

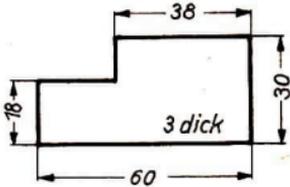
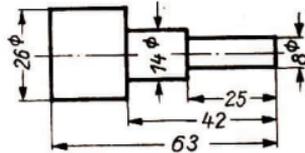


Abb. 68 Einsparung weiterer Ansichten durch Verwendung des ϕ -Zeichens in der Maßangabe bei Drehteilen

Abb. 67 Einsparung weiterer Ansichten durch Dickenangabe bei dünnen ebenen Blechen



Übungen

37. Zeichnen Sie zu dem in Abb. 69 dargestellten Körper die sechs genormten Ansichten!
38. Schreiben Sie nach der Anleitung im "Normschrift-Lehrgang" auf Seite 10 von den Buchstaben A, V, X, N, M, K, Z, Y, W und den dazugehörigen Wörtern je eine Zeile mit der $3/4$ -mm-Plättchenfeder, 6 mm Schrifthöhe und mit der $1/2$ -mm-Plättchenfeder, 4 mm Schrifthöhe mit Tusche und je eine Zeile mit Bleistift in 4 mm Schrifthöhe!

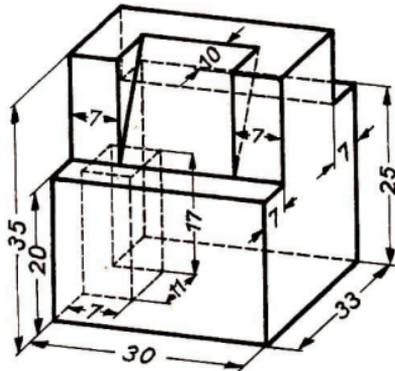


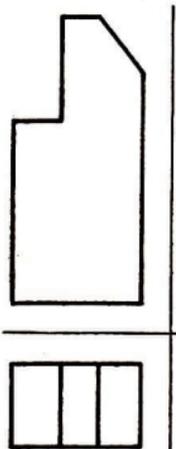
Abb. 69 Körper in axonometrischer Darstellung

10.4 Ergänzungszeichen

10

Jeder Ingenieur muß ein gut geschultes räumliches Vorstellungsvermögen besitzen. Ein unentbehrliches Hilfsmittel, das räumliche Vorstellungsvermögen systematisch zu schulen, ist das Ergänzungszeichnen, das zugleich eine Vorstufe zum Konstruieren ist. Man spricht vom Ergänzungszeichnen, wenn man zu zwei Ansichten, die sämtliche für die Konstruktion erforderlichen Maße haben, noch eine dritte zeichnet, um die Vorstellung von dem betreffenden Werkstück zu erleichtern. Außerdem fertigt man Ergänzungszeichnungen an, wenn bei teilweise gegebenen Ansichten eine Vervollständigung nötig ist. An Hand der kennengelernten Zeichenregeln, z.B. aus der Anordnung der Ansichten, erkennen Sie ohne weiteres, daß man aus zwei Ansichten eine dritte entwickeln und teilweise gegebene Ansichten vervollständigen kann.

So einfach das Ergänzungszeichnen zunächst aussieht, setzt es doch einen systematischen Lösungsweg voraus. Gehen Sie deshalb beim technischen Zeichnen niemals schematisch und gedankenlos vor; sondern überlegen Sie sich auch die einfachsten Aufgaben. Oft enthält auch ein einfach erscheinendes Problem verborgene Schwierigkeiten!



Lehrbeispiel 2

Die beiden in Abbildung 70 gezeichneten Ansichten sind durch eine Seitenansicht zu ergänzen!

Abbildung 71 zeigt die Lösung.

Abb. 70 Vorderansicht und Draufsicht

Lösungsweg:

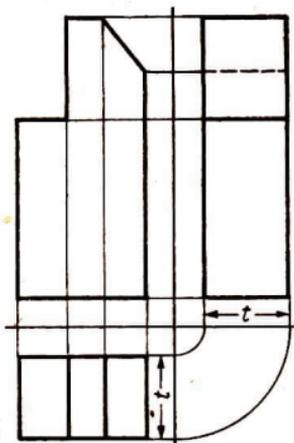


Abb. 71 Durch Seitenansicht ergänzt

Bevor Sie mit der Übertragung der Werkstückkanten beginnen, bilden Sie sich zuerst eine räumliche Vorstellung des in Abb. 70 gezeichneten Werkstückes. Erst dann beginnen Sie mit der Lösung, die jetzt nur noch zeichnerisches Können verlangt.

Die Auswertung der Abb. 62 lehrte Sie, daß der Abstand der Seitenansicht von der senkrechten Reißachse und der Abstand der Draufsicht von der waagerechten Reißachse stets gleich sind. Auf Grund dieser Tatsache können Sie ohne nochmaliges Abtragen die Tiefe aus der Draufsicht unmittelbar zeich-

nerisch in die Seitenansicht übertragen. Wie das geschieht, sehen Sie in Abb. 71. Zeichnen Sie nun die Ecken des Körpers aus der Vorderansicht waagerecht in die Ebene Π_3 , so erhalten Sie den Aufbau der Seitenansicht.

Lehrbeispiel 3

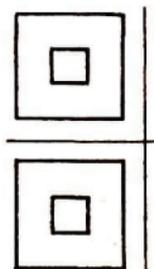


Abb. 72 Gegebene Stücke

Der in Abb. 72 in Vorderansicht und Draufsicht gezeichnete Körper ist durch die Seitenansicht zu ergänzen.

Lösung:

Die exakte Lösung dieser Aufgabe ist schwieriger, als man beim ersten Anblick denkt. Zur Erleichterung führen Sie zunächst eine zeichnerische Vereinfachung durch, indem Sie das innere Quadrat aus Drauf- und Vorderansicht herausnehmen. Dann läßt sich die grundlegende Gestalt des Werkstückes schneller erkennen.

Abbildung 73 a zeigt als einfachste Lösung der Seitenansicht ein Quadrat von der gleichen Größe wie die gegebenen Ansichten. Hieraus ergibt sich, daß das vorliegende Werkstück zunächst als Würfel erkannt wird. Bei weiterer Überlegung erkennen Sie, daß Sie aus den beiden gegebenen Ansichten in der Seitenansicht in Abb. 73 ein durch die Diagonale getrenntes Quadrat ableiten können. Dieses erscheint in der Seitenansicht als Dreieck, und zwar in der Lage nach Abb. 73 e oder nach Abb. 73 f. Somit sind wiederum zwei Lösungen möglich. Wie Sie in Abb. 73 b, c, d, g und h erkennen, braucht der Würfel nicht durch eine ebene Diagonalfäche getrennt zu werden; man kann auch gekrümmte Trennungslinien ausführen. In Abb. 73 d sehen Sie solche Lösungsmöglichkeiten. Diese sind aber noch nicht erschöpft; sondern es entsteht, wenn der Würfel wie in Abb. 73 h geschnitten wird, wiederum eine Fülle von Lösungsmöglichkeiten. Sie sehen also, daß sich bei der zeichnerischen Behandlung unendlich viele Seitenansichten ergeben.

Nunmehr berücksichtigen Sie das kleine Quadrat der gegebenen Ansichten und führen jetzt die tatsächliche Lösung aus. Analog der zeichnerischen Lösung des Grundkörpers treffen für das kleine Quadrat die gleichen Lösungsmöglichkeiten wie in den Abb. 73 a bis 73 h zu. Die tatsächliche Lösung stellt somit eine Kombination der Lösungsmöglichkeiten für das große und kleine Quadrat dar.

Abb. 73 a kommt als Lösung nicht in Frage, da eine gleiche Ansicht wie in der Aufgabenstellung nicht möglich ist. Die weitere Überlegung führt zur Kombination nach Abb. 73 e mit verschiedenen Formen des kleinen Quadrats. Auf Grund der voran-

gegangenen Entwicklung erkennen Sie, daß hier eine Lösung vorliegt, und zwar kann der kleine über die Diagonale getrennte Würfel wie in Abb. 74 a aufgesetzt oder auch wie in Abb. 74 b eingelassen werden. Schließlich sind noch unzählige Lösungen wie in den Abb. 74 c und 74 d möglich.

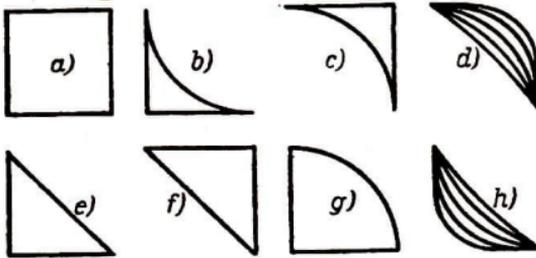


Abb. 73 Mögliche Seitenansichten des Grundkörpers

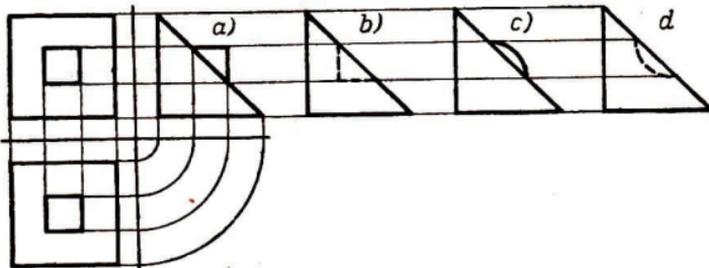


Abb. 74 Lösungen

Übungen

39. Warum können Vorderansicht und Draufsicht der Abb. 72 nicht auch Seitenansichten sein?

40. Zeichnen Sie das Werkstück in Abb. 75 und ergänzen Sie die Seitenansicht!

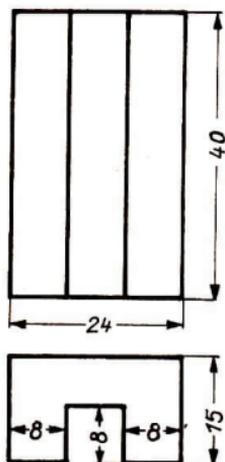


Abb. 75 Werkstück in Vorderansicht und Draufsicht

41. Zeichnen Sie das Werkstück in Abb. 76 und ergänzen Sie die Draufsicht!

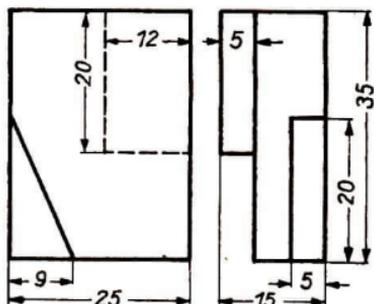


Abb. 76 Werkstück in Vorderansicht und Seitenansicht

42. Schreiben Sie nach der Anleitung im "Normschrift-Lehrgang" auf Seite 11 von den Buchstaben J, U, D, P, B, R, C, G, O, Q, S, Ä, Ö, Ü und den dazugehörigen Wörtern auf Seite 11 unten je zwei Zeilen mit der 3/4-mm-Plättchenfeder, 6 mm Schrifthöhe und mit der 1/2-mm-Plättchenfeder, 4 mm Schrifthöhe mit Tusche und je zwei Zeilen mit Bleistift in 4 mm Schrifthöhe!

43. Schreiben Sie nach der Anleitung im "Normschrift-Lehrgang" auf Seite 12 von den Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 und den auf Seite 12 unten angegebenen Zahlen je 2 Zeilen mit der 3/4-mm-Plättchenfeder, 6 mm Schrifthöhe und mit der 1/2-mm-Plättchenfeder, 4 mm Schrifthöhe mit Tusche und je 2 Zeilen mit Bleistift in 4 mm Schrifthöhe!
44. Führen Sie die Übung im "Normschrift-Lehrgang", Seite 13, rechte Spalte und Seite 14, oben durch!

11. Axonometrische Projektionen

11.1 Allgemeines zur Axonometrie

Neben der technischen Darstellung eines Werkstückes in verschiedenen Ansichten werden in der Praxis noch räumliche Abbildungen verwendet, die **a x o n o m e t r i s c h e**¹ **P r o j e k t i o n e n** genannt werden. Das Wesen dieser Darstellungsarten ist durch die Bezeichnung gekennzeichnet, die in übertragenem Sinne besagt, daß die Abbildungen annähernd dem tatsächlichen Aussehen entsprechen. Unter Axonometrie versteht man ein Zeichenverfahren, bei dem die Projektion eines Körpers in Verbindung mit einem räumlichen Koordinatensystem erfolgt, dessen y-Achse auf der Grundrißebene senkrecht steht (Abb. 77). In der Technik verwendet man hauptsächlich rechtwinklige Systeme.

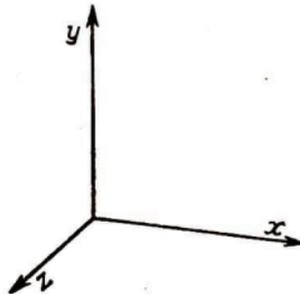


Abb. 77 Räumliches Koordinatensystem

Allgemein bezeichnet man die axonometrischen Projektionen als **p e r s p e k t i v e D a r s t e l l u n g e n**.

¹Griech.: axon = die Achse; metron = das Maß.

Die bessere Anschaulichkeit der axonometrischen Projektionen gegenüber der technischen Darstellung in Ansichten braucht nicht bewiesen zu werden. Trotz dieses Vorzuges kommen sie aber für technische Zeichnungen nur selten in Frage. Der Grund hierfür liegt in erster Linie in der schwierigen Anfertigung, die erheblichen Zeitaufwand erfordert. Bei komplizierten Werkstücken ergeben sich Abbildungen, die so überladen sind, daß die Anschaulichkeit darunter leidet. Diesen Nachteilen stehen aber Vorteile gegenüber, welche die axonometrischen Projektionen für manche Aufgaben unentbehrlich machen. In der Hauptsache trifft das für Schautafeln, Werbeschriften, Bestellzeichnungen und Bedienungsanweisungen zu. Weiterhin werden sie für spezielle Zwecke bei Werkzeichnungen und Anweisungen der Fertigungsvorbereitung angewendet.

Für den technischen Gebrauch ist eine perspektive Darstellung oft zweckmäßiger als ein Foto, weil sich das Typische, das dem Beschauer besonders verständlich gemacht werden muß, besser herausarbeiten und zeigen läßt (siehe Abb. 78). Es ist hier eine Schrämmaschine in Zentralperspektive abgebildet.

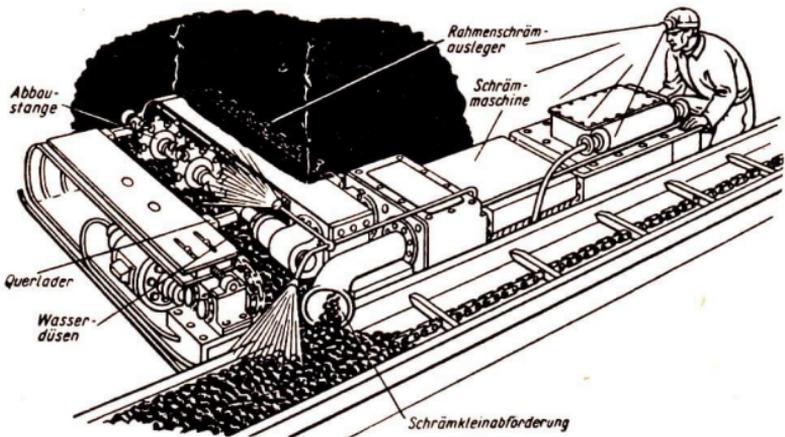


Abb. 78

Man kann dieselbe Anschaulichkeit auch mit der Parallelperspektive erreichen.

In der 7. Lektion wurden Sie bereits darauf hingewiesen, daß technische Zeichnungen mit Hilfe der senkrechten oder der schiefen Parallelprojektion hergestellt werden. Aus den beiden Arten der Parallelprojektion ergibt sich eine Vielzahl von axonometrischen Projektionen. Um die Ausführung und Verständlichkeit zu erleichtern, wurden in DIN 5 einheitliche Unterlagen geschaffen. Hier sind die wichtigsten axonometrischen Projektionen erfaßt, und zwar

- a) die isometrische Projektion und
- b) die dimetrische Projektion.

11.2 Isometrische Projektion

Führt man mit einem Würfel die Lagenveränderungen durch, wie sie die Abbildungen 79 a (Grundstellung) bis 79 c (Endstellung) zeigen, so weist das Ergebnis eine beachtenswerte Besonder-

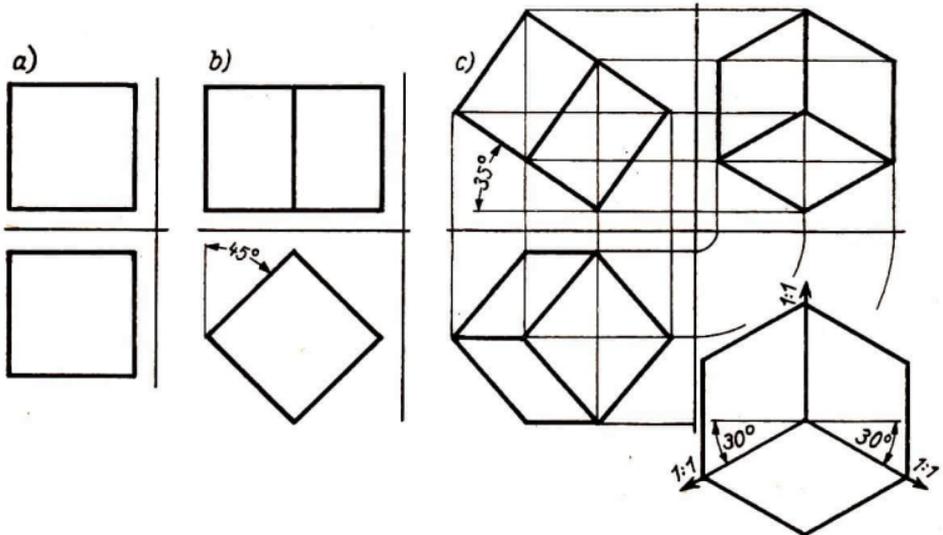


Abb. 79 Entwicklung der isometrischen Projektion

heit auf. Es haben sich zwar durch die Lagenveränderung alle Körperkanten verkürzt, aber diese Lagenveränderung hat alle drei Kanten gleichmäßig erfaßt. Ein ähnliches Bild hätte sich also auch zeichnen lassen, wenn man die Körperkanten als Achsen aufgefaßt und auf diesen Achsen die Kantenlängen im Maßstab 1:1 aufgetragen hätte. Von der in Abb. 79 c entstandenen Achsenlage macht man bei der isometrischen Projektion Gebrauch. Das Wesen der isometrischen Projektion geht aus dem Wort hervor. Der Wortteil "iso" stammt von griechischen "isos", was Gleichheit bedeutet. Bei der isometrischen Projektion kommt diese in der Gleichheit der Seitenverhältnisse zum Ausdruck, was Sie aus Abb. 80 erkennen. Sämtliche Körperkanten erscheinen hier unverkürzt, und die Winkel α und β , die von den Würfelkanten a und c und einer Waagerechten eingeschlossen werden, betragen 30° .

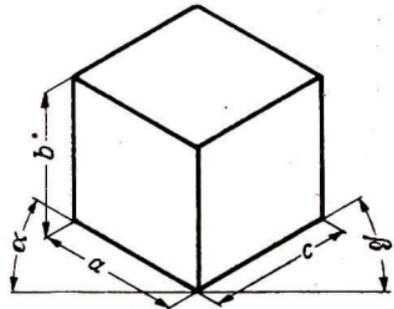


Abb. 80 Würfel in isometrischer Projektion •

$$\text{Seitenverhältnis } a : b : c = 1:1:1$$
$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 30^\circ$$

Die isometrische Projektion wird angewendet, wenn in drei Oberflächenteilen Wesentliches klar gezeigt werden soll.

Die zeichnerische Darstellung ist einfach, sofern Sie die Konstruktion der Ellipse beherrschen, die bei der perspektiven Wiedergabe von Drehkörpern immer wieder auftaucht.

11.3 Drehkörper in der isometrischen Projektion

Es ist notwendig, daß wir uns noch einmal gründlich mit dem Ellipsenproblem befassen.

Lesen Sie zur Wiederholung die Lektion 5 des Lehrbriefes 2 noch einmal durch!

Denken wir uns nun in dem Würfel der Abb. 80 in Richtung der Hauptachsen je einen Zylinder hineingelegt, so erfassen wir das Ellipsenproblem bei der isometrischen Projektion.

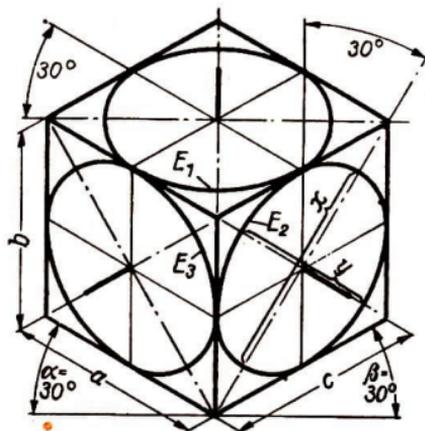


Abb. 81 Würfel mit eingezeichneten Ellipsen

Die Achsen der Ellipsen E_1 , E_2 und E_3 werden folgendermaßen gezeichnet:

Die große Achse von E_1 liegt waagrecht; Achsenverhältnis 1:1,7;

die große Achse von E_2 liegt unter 30° ; Achsenverhältnis 1:1,7;

die große Achse von E_3 liegt unter 30° ; Achsenverhältnis 1:1,7.

In Abb. 81 ist das Achsenverhältnis $\frac{y}{x} = \frac{1}{1,7}$ bei E_2 angegeben.

Zum Aufsuchen der Ellipsen-Kurvenpunkte und zum Zeichnen der Ellipsen sei noch einmal auf die Konstruktionen des Abschnittes 7,23 im Lehrbrief 2 hingewiesen, bei denen Ellipsen in Parallelogramme eingezeichnet werden.

Eine Näherungslösung, die speziell für die isometrische Projektion gilt, soll Ihnen an dieser Stelle noch gezeigt werden.

Entwicklungsgang:

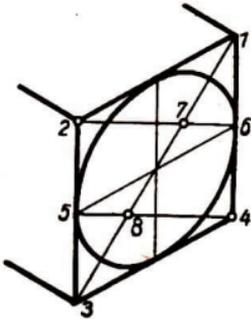
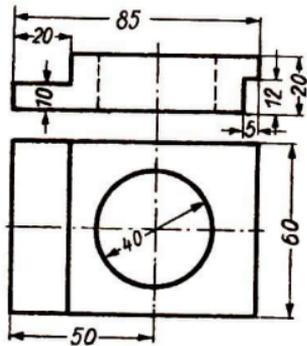


Abb. 82 Näherungskonstruktion der Ellipsen bei isometrischer Projektion

Lehrbeispiel 4

Die in Abb. 83 im Maßstab 1:2,5 dargestellte Platte ist isometrisch im gleichen Maßstab darzustellen.

Abb. 83 Platte



Lösung:

Sie legen etwa in der Mitte des Zeichenbogens den vordersten untersten Punkt fest und zeichnen von diesem Bezugspunkt aus einen vollen Körper isometrisch mit den Abmessungen 85 x 60 x 20 (Abb. 84).

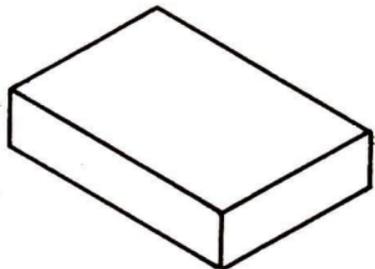
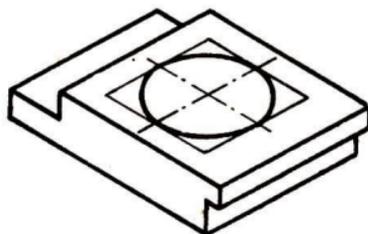


Abb. 84 Voller Körper

1. Die isometrische Darstellung des den Kreis umschreibenden Quadrates ist zu zeichnen (Rhombus 1,2,3,4).
2. Die Punkte 2 und 6 sowie 4 und 5 sind zu verbinden.
3. Die Verbindungslinie 1-3 ergibt die ZirkelEinstichpunkte 7 und 8 für die kleinen Radien.
4. Die großen Radien ergeben sich aus den Strecken 4-5 und 2-6.

Dann sparen Sie die beiden seitlichen Führungen aus und zeichnen den oberen sichtbaren Teil der Bohrung in einem Rhombus von 40 mm Seitenlänge vor (Abb. 85).

Abb. 85 Führungen und Bohrung vorgezeichnet



Zuletzt wird der untere Bohrungsausgang vorgezeichnet und die Bohrungswandung schattiert. Das Endergebnis zeigt Abb. 86 im gewünschten Maßstab.

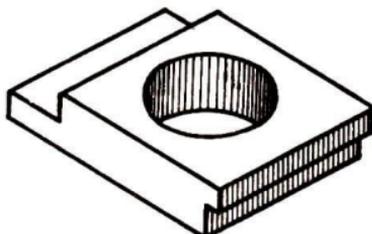
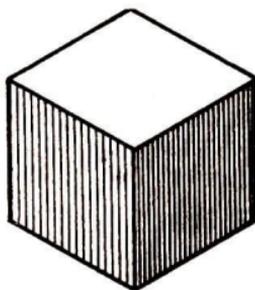


Abb. 86 Lösung

Sie sehen, daß die verdeckten Kanten nicht mitgezeichnet wurden. Das ist bei axonometrischen Projektionen üblich, um die Bilder nicht durch Nebensächlichkeiten zu überladen. Technische Zeichnungen in Orthogonalprojektion erhalten keine Schattenschraffur. Wenn aber in perspektiven Abbildungen (wie im Lehrbeispiel) besonders plastische Wirkung durch Schraffur erzielt werden soll, halten Sie sich an die dargestellten Beispiele.



Die übliche Schattierung bei ebenen Flächen ist am Würfel in Abb. 87 gezeigt. Man denkt sich dabei den Lichteinfall von links oben hinten.

Abb. 87 Schattierung am Würfel

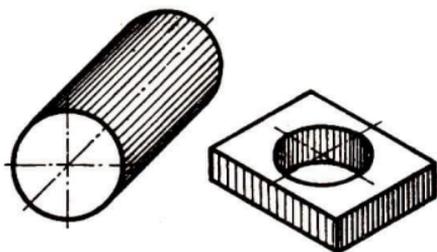


Abb. 88 Schattierung gekrümmter Flächen

Die Schattierung von Drehteilen und Bohrungen wird so vorgenommen, daß dort, wo der Ellipsenquerschnitt die größte Krümmung hat, die Schattierung dicht ist und verlaufend zur kleineren Krümmung hin weiter wird (Abb. 88).

Üben Sie das Schattieren an einfachen perspektiven Bildern!

11.4 Dimetrische Projektion

Wenn Sie mit einem Würfel die in den Abbildungen 89 a bis c gezeigten Lagenveränderungen vornehmen, ergeben sich annähernd die Längenverhältnisse und Winkel, wie sie der dimetrischen Projektion zugrunde liegen.

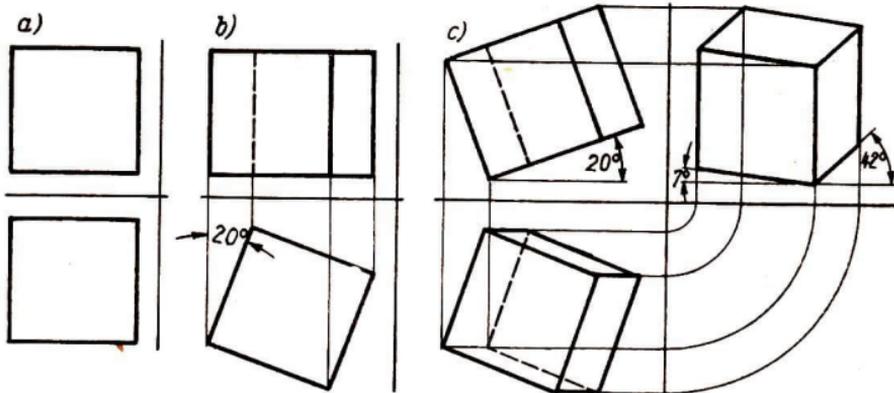


Abb. 89 Entwicklung der dimetrischen Projektion

Bei der dimetrischen¹ Projektion nach DIN 5 sind die Kanten eines Würfels in der Vorderfläche gleich und nicht verkürzt,

¹Lat.: di = zweifach.

während die zweite und dritte Seite verkürzt erscheinen. Die Seitenverhältnisse der dimetrischen Projektion zeigt Abbildung 90.

Die dimetrische Projektion wird für die Darstellung von Körpern verwendet, in deren Vorderfläche Wesentliches gezeigt werden soll.

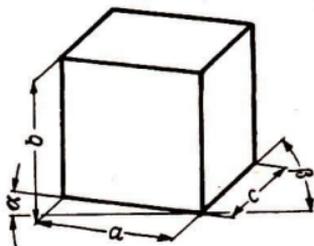


Abb. 90 Würfel in dimetrischer Projektion

$$\text{Seitenverhältnis } a : b : c = 1' : 1 : 1/2$$
$$\alpha = 7^\circ \quad \beta = 42^\circ$$

11.5 Drehkörper in der dimetrischen Projektion

Entsprechend den in Abschnitt 11.4 festgelegten Gesetzmäßigkeiten werden Drehkörper in der dimetrischen Projektion so dargestellt, daß ihre Achsen entweder senkrecht oder unter 7° bzw. 42° liegend erscheinen. Entsprechend diesen Lagen erscheinen die Kreisflächen als Ellipsen von bestimmten Verhältnissen der kleinen Achse zur großen Achse. Diese Achsenverhältnisse lassen sich am besten an der in Anlehnung an DIN 5 ausgeführten Darstellung des Würfels in Abb. 91 veranschaulichen.

Die Ellipse E_1 hat eine große Achse, die waagerecht liegt. Die kleine Achse und damit zugleich die Kreisachse stehen senkrecht; das Verhältnis der kleinen Achse zur großen Achse ist 1:3.

Die Ellipse E_2 hat eine große Achse, die um 7° von der Senkrechten abweicht; die kleine Achse und die Kreisachse liegen im rechten Winkel zur großen Achse; also weichen die kleine Achse und die Kreisachse um 7° von der Waagerechten ab. Das Achsenverhältnis der kleinen Achse zur großen Achse ist 1:3.

Die Ellipse E_3 hat eine große Achse, die rechtwinklig zur Neigung von 42° liegt. Es liegen also die Kreisachse und die mit ihr zusammenfallende kleine Achse unter 42° zur Waagerechten. Das Verhältnis der kleinen Achse zur großen Achse ist 9:10.

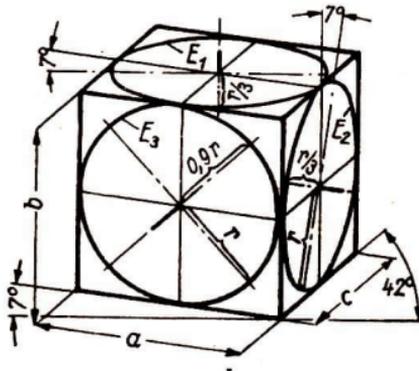


Abb. 91 Würfel mit eingezeichneten Ellipsen

Die Ellipse E_3 weicht also nur unbedeutend von der Kreisform ab. Auch zur Darstellung von Kreisflächen in dimetrischer Projektion haben sich Näherungslösungen herausgebildet, die sich mehr oder weniger vollständig mit dem Zirkel durchführen lassen. Sie kommen n e b e n den genauen Konstruktionen aus der 5. Lektion vornehmlich bei kleineren Figuren zur Anwendung.

a) A n g e n ä h e r t e K o n s t r u k t i o n d e r E l l i p s e E_3 (Abb. 92)

1. Von den Punkten 1 bis 4 fallen Sie jeweils ein Lot zum Inneren der Rhombusfläche, was die Schnittpunkte 5 bis 8 ergibt.

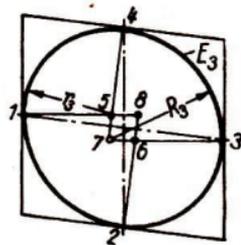


Abb. 92 Ellipsenkonstruktion für Vorderfläche

2. Die Punkte 5 und 6 sind die Einstichpunkte der kleinen Radien r_3 .

3. Die Punkte 7 und 8 sind die Einstichpunkte der großen Radien R_3 .

Bei sehr kleinen Zeichnungen kann man die Ellipse E_3 auch als Kreis darstellen.

b) A n g e n ä h e r t e K o n s t r u k t i o n d e r E l l i p s e n E_1 und E_2 (Abb. 93 und 94)

Aus der genauen Konstruktion einer Ellipse in der Lage E_1 , der ein Kreis von 100 mm \varnothing (Maß der langen Parallelogrammseite) zugrunde liegt, können Sie folgende Verhältnisse entnehmen:

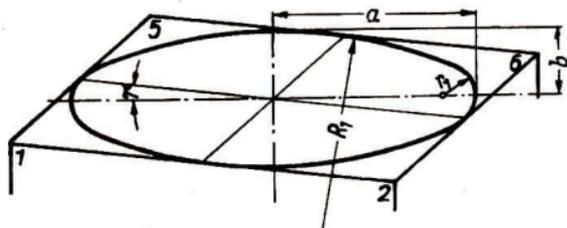


Abb. 93 Ellipsenkonstruktion für Deckfläche

halbe große Achse	$a =$	53,0 mm
halbe kleine Achse	$b =$	17,7 mm
großer Halbmesser	$R_1 =$	159,0 mm
kleiner Halbmesser	$r_1 =$	5,9 mm

Diese Verhältnisse verändern sich proportional zur Größe der Ellipse, die entwickelt werden soll. Die eigentliche Konstruktion ist sehr einfach.

1. Sie zeichnen die gewünschte Quadratfläche 1,2,5,6 in di-metrischer Darstellung.
2. Die errechneten Strecken a und b werden auf den entsprechen-den Achsen von der Mitte aus aufgetragen.

3. Von den gefundenen Punkten werden die Strecken R und r als Radien für die Ellipsenkonstruktion benutzt, soweit sie sich dem Ellipsenverlauf anschmiegen. Das freie Stück wird mit dem Kurvenlineal ergänzt.

Die Ellipse E_2 wird in gleicher Weise konstruiert (Abb. 94). Sie haben sicherlich bemerkt, daß sich die Ellipse E_1 auch unabhängig von der Rhomboidfläche nur unter Benutzung der horizontalen und vertikalen Achsen entwickeln läßt.

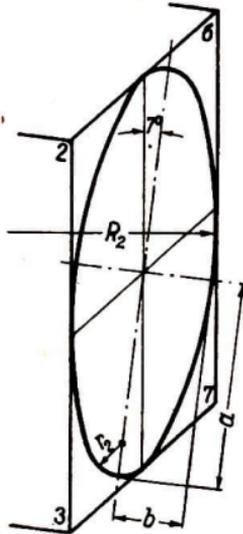


Abb. 94 Ellipsenkonstruktion für Seitenfläche

11.6 Lehrbeispiele

Lehrbeispiel 5 (mitzeichnen!)

Der in Abb. 95 in Orthogonalprojektion dargestellte Körper ist dimetrisch zu zeichnen.

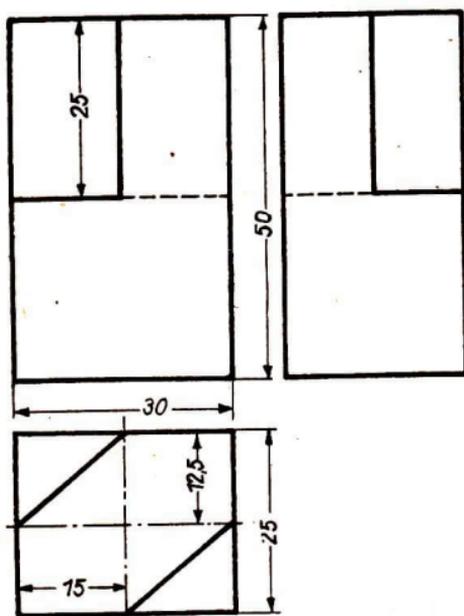


Abb. 95 Körper in
Orthogonalprojektion

Lösung:

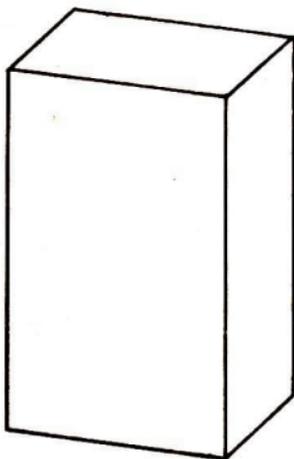


Abb. 96 Voller Körper

Zuerst wird der volle Körper in der vorgeschriebenen Weise vorgezeichnet.

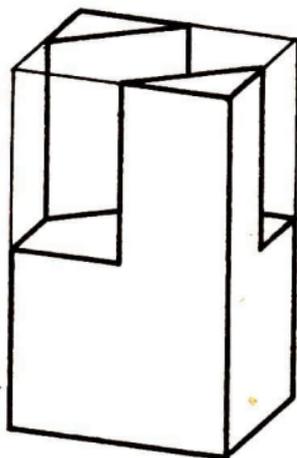


Abb. 97 Ausschnitt eingezeichnet

Danach ist der Ausschnitt vorzuzeichnen und der Körper in der endgültigen Form auszuführen.

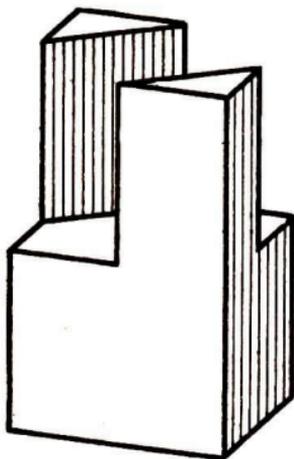


Abb. 98 Lösung

Das Ergebnis der Arbeit zeigt die Abb. 98.

Lehrbeispiel 6

Dimetrische Darstellung eines zusammengesetzten Körpers

Der in Abb. 99 im Maßstab 1:2,5 dargestellte Lagerbock ist maßstabgerecht in dimetrischer Projektion zu zeichnen! Zeichnen Sie das Lehrbeispiel mit!

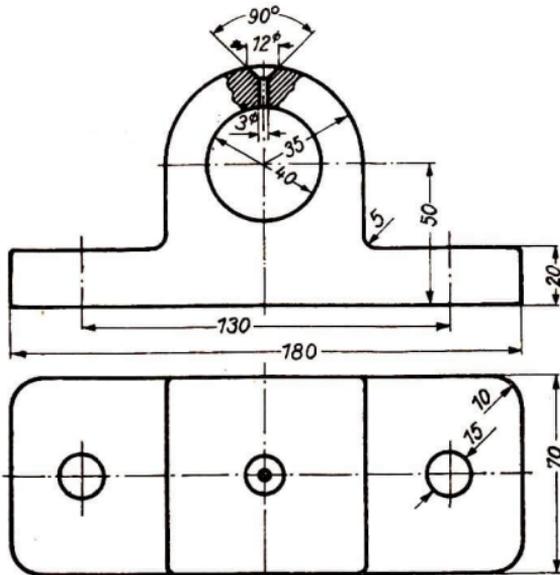


Abb. 99 Lagerbock in Orthogonalprojektion

Lösung:

Bevor Sie mit dem Zeichnen beginnen, sehen Sie sich Abb. 99 genau an und versuchen, sich den Körper räumlich vorzustellen, bis sie seine Form vollkommen klar erkennen.

Beim Aufbau einer perspektiven Zeichnung von zusammengesetzten und etwas verwickelten Teilen geht man so vor, daß gedanklich der Körper in einzelne, geometrisch einfache Teile zerlegt wird.

Der Lagerbock besteht, wie Abb. 100 zeigt, aus einer Grundplatte und dem daraufzusetzenden eigentlichen Lagerkörper.

Sie zeichnen also zuerst die Grundplatte in der Art von Abb. 101 dünn vor. Da die Hauptformen des Lagerbockes am deutlichsten zu sehen sind, wenn Sie ihn von vorn betrachten, wählen Sie für die perspektive Zeichnung eine Lage, die den Körper

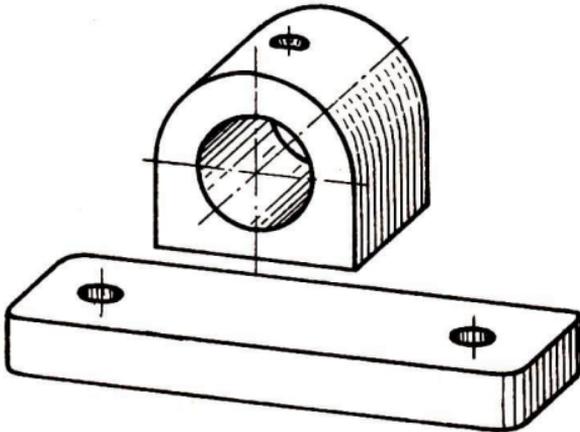


Abb. 100 Zusammensetzung des Lagerbocks

hauptsächlich von vorn zeigt. Diese Lage ergibt sich, wenn die vordere lange Kante der Grundplatte unter 7° und die rechte Seitenkante unter 42° zur Waagerechten liegt. Zu achten ist auf die Verkürzung aller unter 42° liegenden Kanten und auch auf die richtige Lage und das Achsenverhältnis der Ellipsen für die beiden Bohrungen in der Grundplatte.

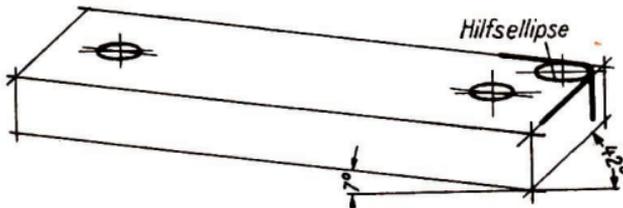


Abb. 101 Grundplatte vorgezeichnet

Wie Sie aus dem Grundriß des Lagerbockes in Abb. 99 sehen, ist die Grundplatte an ihren Ecken mit je einem Halbmesser von 10 mm abgerundet. Diese Abrundungen müssen auch in der perspektiven Zeichnung richtig gezeichnet werden. Da jede Abrundung aus einem Viertelkreis besteht, erscheint sie dementsprechend in der Perspektive als eine Vierteilellipse, deren Achsenverhältnis und Lage den Regeln unterworfen sind, die Sie in Abschnitt 11.5 gelernt haben. Die richtige Wiedergabe der Abrundungen wird erleichtert, wenn Sie anfangs eine ganze Hilfseellipse dünn aufzeichnen und nachher die Vierteilellipse dick nachziehen.

Zur Anwendung der Hilfsellipsen bei Abrundungen zeigt Ihnen Abb. 102 einige Beispiele.

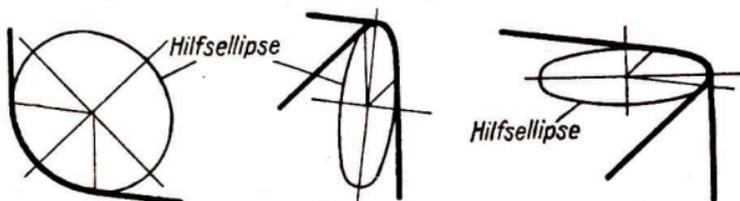


Abb. 102 Abrundungen und Ausrundungen

Nachdem Sie die Grundplatte mit ihren Bohrungen und Abrundungen dünn vorgezeichnet haben, setzen Sie in der Zeichnung den eigentlichen Lagerkörper auf. Zeichnen Sie zuerst die Mittellinie der Lagerbohrung und dann die Ellipsen für die Lagerbohrung und den Lagerkörper. Um eine richtige Form für die den Lagerkörper umgrenzenden Teilellipsen zu erhalten, sind diese als ganze Ellipsen dünn vorzuzeichnen. Bei den Abrundungen, die den Anschluß vom Lagerkörper zur Grundplatte bilden, benutzen Sie ebenfalls Hilfsellipsen. Dann ziehen Sie noch die Ellipse für das Ölloch. Der dünn gezeichnete Lagerkörper ist in Abb. 103 wiedergegeben.

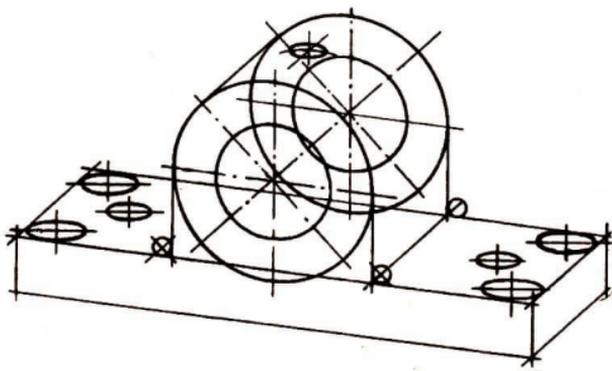


Abb. 103 Lagerplatte vorgezeichnet

Nun können Sie mit dem Dick-Nachziehen der sichtbaren Körperkanten beginnen und erhalten nach eingezeichneter Schattierung eine perspektive Zeichnung des Lagerbockes, wie sie Abb. 104 zeigt.

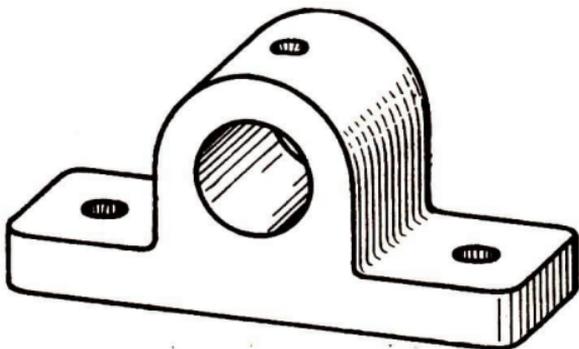


Abb. 104 Lagerbock in dimetrischer Projektion

12 Übungen

45. Zeichnen Sie den in Abb. 105 dargestellten Körper dimetrisch im Maßstab 1:1

- a) stehend, Vorderansicht in Abb. 105 als Frontseite angenommen,
- b) stehend, Seitenansicht in Abb. 105 als Frontseite angenommen,
- c) auf spitzen Kanten liegend, Draufsicht in Abb. 105 als Frontseite angenommen.

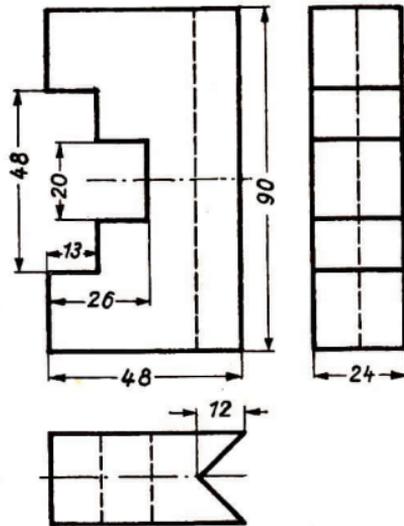


Abb. 105 Körper in Orthogonalprojektion

46. Die in Abb. 106 in Orthogonalprojektion dargestellte Augenplatte ist ohne Schnitt und ohne Bemaßung maßstäblich in dimetrischer Projektion zu zeichnen (Maßstab 1:1).

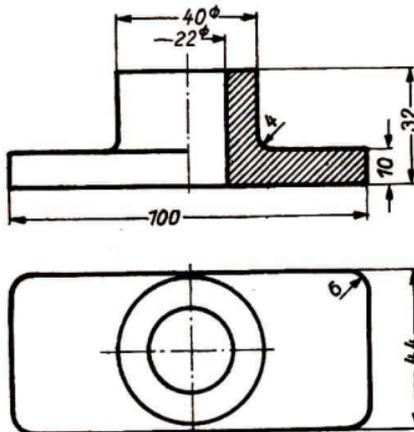


Abb. 106 Augenplatte

47. Die in Abb. 107 in Orthogonalprojektion im Maßstab 1:1 dargestellte Spannklaupe ist maßstäblich in dimetrischer Projektion darzustellen.

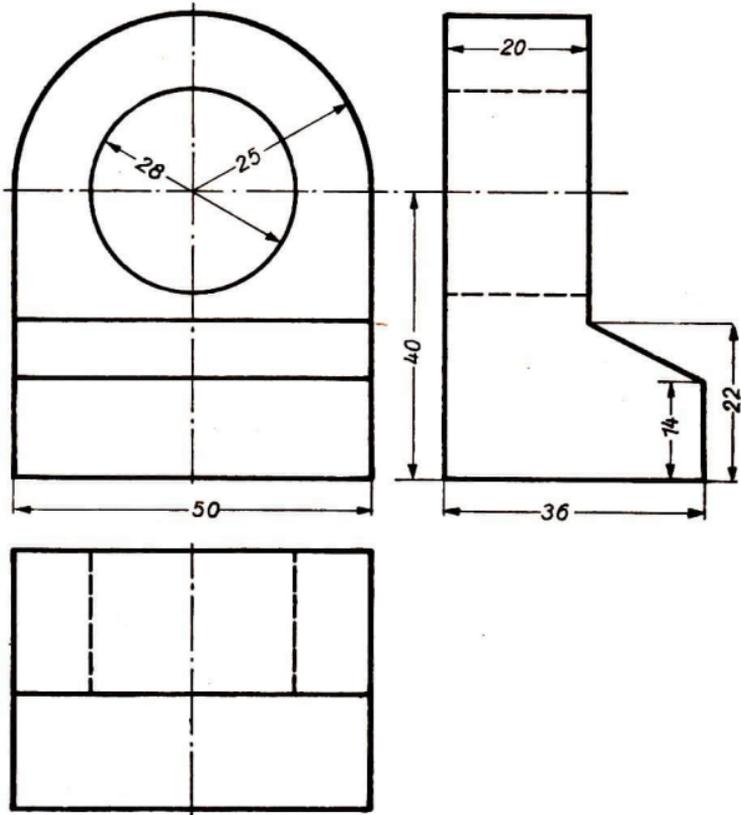


Abb. 107 Spannklaupe

Lösungen:

30. Die Schwierigkeit besteht darin, daß im Gegensatz zum wirklichen Körper, der die drei Dimensionen Breite, Höhe und Tiefe aufweist, in der Zeichenebene nur die zwei Dimensionen Breite und Höhe zur Verfügung stehen. Diese Schwierigkeit wird überwunden durch das Festlegen bestimmter Projektionsmethoden (Abbildungsmethoden).

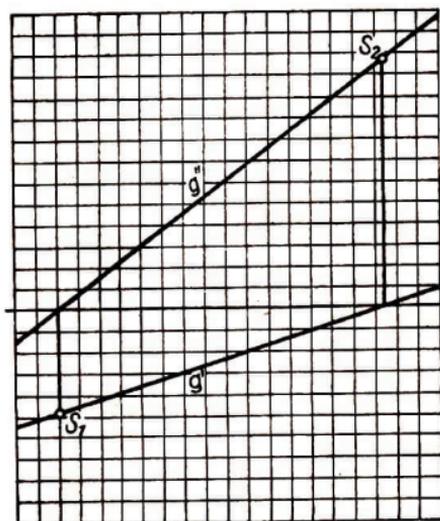
31. Man unterscheidet zwei Abbildungs- oder Projektionsmethoden. Bei der Zentralprojektion gehen die Projektionsstrahlen, die sich wie Lichtstrahlen verhalten, vom Projektionszentrum aus. Sie ergeben auf der Bildebene das Abbild des zwischen Ebene und Projektionszentrum gebrachten Gegenstandes. Die Zentralprojektion (Zentralperspektive) entspricht dem natürlichen Sehvorgang und ergibt sehr anschauliche Bilder. Komplizierte Zeichenarbeit und Verzerrung der wirklichen Abmessungen verhindern ihre Anwendung im technischen Zeichnen.

Bei der Parallelprojektion liegt das Zentrum in unendlicher Entfernung. An seine Stelle tritt die Projektionsrichtung der untereinander parallel verlaufenden Projektionsstrahlen. Die erzeugten Bilder sind weniger anschaulich, aber einfacher herzustellen.

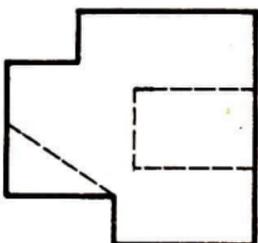
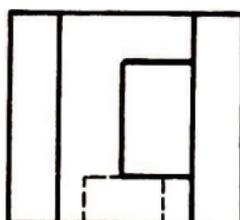
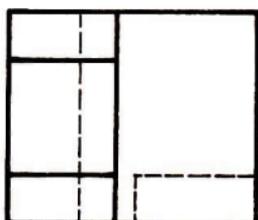
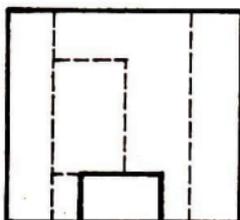
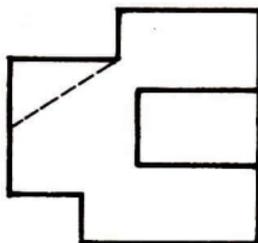
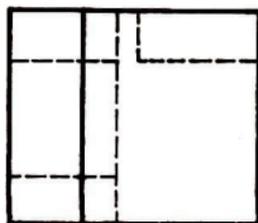
Bei der senkrechten Parallelprojektion treffen die Projektionsstrahlen senkrecht auf die Bildebene. Sie ergeben mit wenig Zeichenaufwand herzustellende Bilder. Aus ihnen können die Abmessungen des abgebildeten Gegenstandes direkt entnommen werden. Deshalb wird diese Projektionsmethode grundsätzlich zur Herstellung technischer Zeichnungen verwendet, obwohl die Bilder wenig anschaulich sind.

Die Projektionsstrahlen der schiefen Parallelprojektion treffen unter beliebigem Winkel auf die Bildebene und ergeben weniger maßhaltige, aber einen räumlichen Eindruck vermittelnde Bilder.

32. Unter Projektion versteht man den Vorgang, durch den räumliche Gegenstände (Körper) nach geometrischen Grundsätzen auf einer Ebene abgebildet werden.
33. Vorteile der senkrechten Parallelprojektion sind:
Übersichtlichkeit der Abbildungen, geringer Zeitaufwand für die Zeichenarbeit, maß- und winkeltgerechte Abbildungen.
34. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
35. Lösung siehe Seite 62.
36. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
37. Lösung siehe Seite 63.
38. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
39. Lösung siehe Seite 64.
40. Lösung siehe Seite 65.
41. Lösung siehe Seite 66.
42. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
43. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
44. Lösung siehe "Normschrift-Lehrgang"!
45. Lösung siehe Seite 67.
46. Lösung siehe Seite 68.
47. Lösung siehe Seite 69.



(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



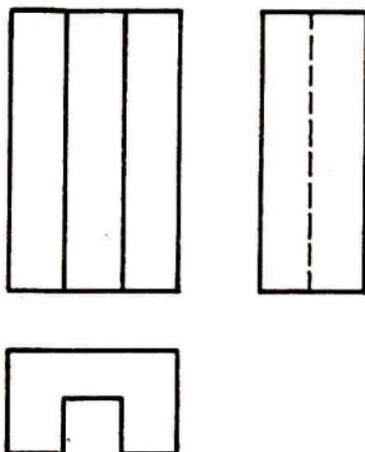
(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)

ANTWORT ZUR AUFGABE 39

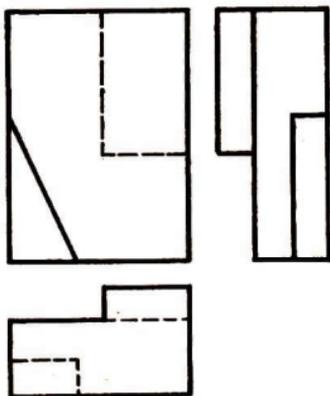
Nach DIN 6 stehen die Seitenansichten neben der Vorderansicht. Außerdem ist bekannt, daß alle Punkte der Seitenansicht auf der gleichen Höhe wie in der Vorderansicht liegen!

Sollte die Seitenansicht das gleiche Aussehen haben wie Vorderansicht und Draufsicht, dann hätte der Körper in Richtung der drei Hauptachsen je einen quadratischen Durchbruch. Das kann aber nicht der Fall sein; denn es fehlen die verdeckten Kanten in Abb. 72!

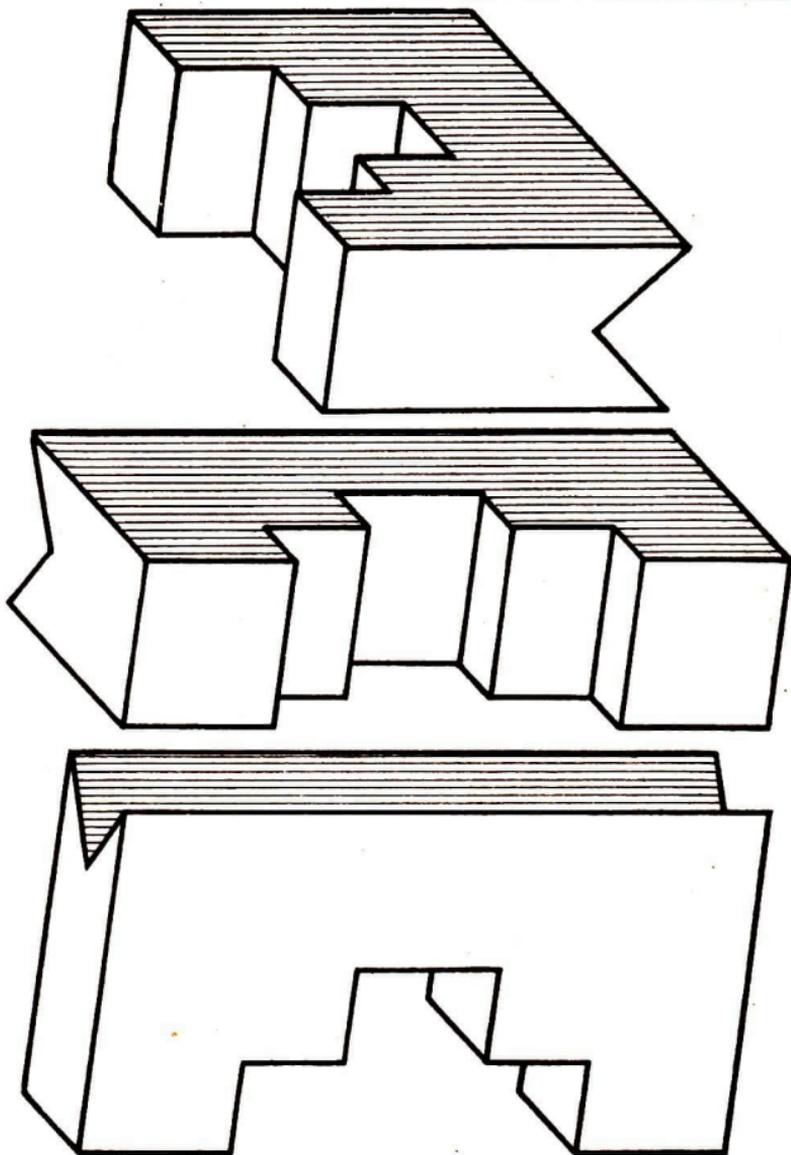
(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



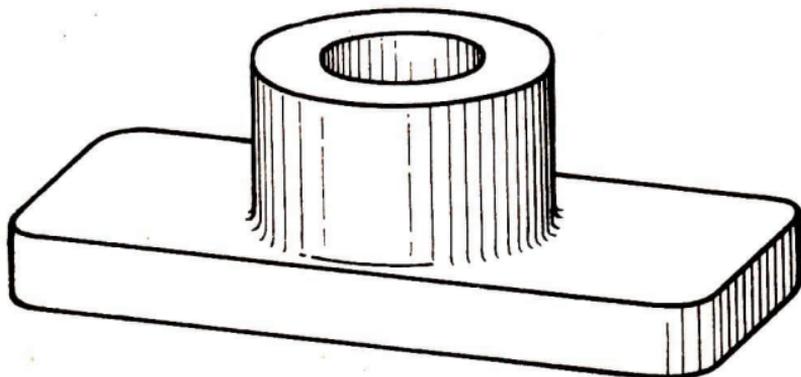
(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



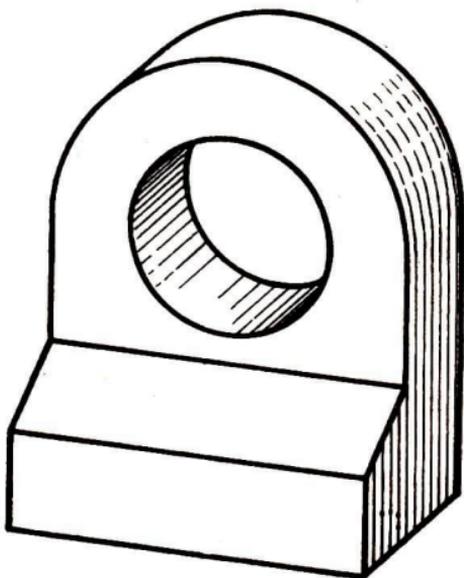
(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)



(Die Originalzeichnung hat die Größe DIN A4)

Literatur- und Quellenachweis

- "Technisches Zeichnen", Lehrbrief 3 "Projektionslehre"
von Helmut Schubert;
Herausgeber: Ingenieurschule für Gasttechnik, Markkleeberg
- "Technisches Zeichnen", Lehrbrief 4 "Projektionszeichnen"
von Helmut Schubert;
Herausgeber: Ingenieurschule für Gasttechnik, Markkleeberg
- Friedrich-Voigt Handbuch für technische Zeichner
Fachbuchverlag Leipzig, 1953
- U. Graf Darstellende Geometrie
Quelle u. Meyer, Leipzig 1940
- R. Haussner Darstellende Geometrie III und IV
- W. Haack W. de Gruyter u. Co., Berlin 1931/33
(Sammlung Göschen, Band 144 u. Band 1063)
- Müller-Kruppa Lehrbuch der darstellenden Geometrie
Springer-Verlag, Wien 1948
- E. Salkowski Grundzüge der darstellenden Geometrie
Akad. Verlagsgesellschaft Geest u. Portig
KG, Leipzig 1949
- G. Scheffers Lehrbuch der darstellenden Geometrie I und II
Springer-Verlag, Berlin 1927
- Röger-Richter Technisches Zeichnen für Bergingenieurschulen
Fachbuchverlag Leipzig, 1954
- Lehrbriefe für das Fachschul-Fernstudium
Herausgeber: Zentrale Abteilung für das Fachschul-Fern-
studium Dresden
- K.H. Ries Projektionslehre, Lehrbrief 1 und 2
- H. Nickel Darstellende Geometrie, Lehrbrief 3
(Vermessungswesen)
- R. Stadtmüller "Technisches Zeichnen", Lehrbrief 3 a,
Projektionszeichnen (2. Auflage)
- Lehrbriefreihe "Projektionslehre"
Studienmaterial der Fachschulen des Bauwesens, Leipzig
- Lehrbriefreihe "Darstellende Geometrie"
Herausgegeben von der Technischen Hochschule Dresden

Quellennachweis der Abbildungen

- Abbildungen 1 bis 4, 6 bis 9, 14 bis 57
aus Lehrbrief "Technisches Zeichnen" 3
(Projektionslehre)
- Abbildungen 59 bis 66, 69 bis 77, 79 bis 107, 109 bis 114
aus Lehrbrief "Technisches Zeichnen" 4
(Projektionszeichnen)
- Abbildungen 67, 68
aus Lehrbrief "Technisches Zeichnen" 4
(Maschinenbau, Dresden)
- Abbildung 78
aus "Elektr. Bergwerksanlagen" 2 von H. Adam

Alle hier nicht aufgeführten Abbildungen stammen im Entwurf vom Autor. Sämtliche Abbildungen sind von der Zentralstelle für Fernstudium, Zwickau, klischierfähig gestaltet worden.