

3.4 Das Erstellen von technischen Unterlagen, Entwürfen, Statistiken, Tabellen und Diagrammen

Zur Übermittlung von technischen Informationen zwischen verschiedenen betrieblichen Stellen oder zwischen betrieblichen und außerbetrieblichen Stellen (etwa Kunden) werden häufig Medien eingesetzt, die als technische Unterlagen bezeichnet werden, z. B.

- Anleitungen,
- Stücklisten,
- Tabellenbücher,
- Normen und Richtlinien,
- Entwürfe und Zeichnungen,
- tabellarisch oder durch Diagramme visualisierte statistische Daten.

Werden Informationen mittels solcher und ähnlicher Unterlagen übermittelt, wird häufig auch von **technischer Kommunikation** gesprochen.

Die Erstellung technischer Unterlagen ist häufig nicht ins Ermessen des Unternehmens gestellt, sondern hat aufgrund gesetzlicher Anforderungen zu erfolgen. Bei der Umsetzung der Informationen in technischen Unterlagen sind oft nationale, europäische oder internationale **Normen** (→ *Lehrbuch 1*) und **Richtlinien** zu beachten. Die Erlangung von **Prüfzeichen** (→ *Lehrbuch 1*) ist teilweise an die Vorlage von technischen Dokumentationen gebunden. Aus der Fülle von Vorschriften, Richtlinien und Normen werden im Folgenden einige Beispiele herausgegriffen; die Darstellung kann aber in keiner Weise als vollständig betrachtet werden. Wer mit der Erstellung technischer Unterlagen befasst ist, ist gut beraten, die rechtlichen Anforderungen für den speziellen Fall im Einzelnen und sehr genau abzuklären, um Haftungsrisiken im Vorwege zu begegnen.

Grundsätzlich ist zunächst zwischen internen und externen technischen Dokumentationen zu unterscheiden.

- Die **interne technische Produktdokumentation** dient dazu, alle technischen Informationen über ein Produkt von seiner Entwicklung und Erprobung über die Fertigung, Kontrolle und Beobachtung bis zur Demontage und Entsorgung festzuhalten. Hier kommt es darauf an, den möglicherweise bestehenden rechtlichen Anforderungen zu entsprechen und dabei eine Dokumentation zu schaffen, die einer Überprüfung etwa in Zusammenhang mit einer Klage aus Produkthaftung oder Umwelthaftung rechtlich standhält. Art, Inhalt und Ausführung unternehmensinterner technischer Dokumentationen, die aufgrund gesetzlicher Bestimmungen, technischer Normen oder öffentlicher Forderungen notwendig sind, sind Gegenstand der Richtlinie VDI 4500 Blatt 2.
- Für den (**externen**) Benutzer eines Produktes werden **Bedienungsanleitungen** (»Gebrauchsanweisungen«) erstellt, die – im Allgemeinen aufgrund rechtlicher Vorschriften – eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen müssen, wobei insbesondere im Hinblick auf den privaten, nicht sachverständigen Konsumenten besonders auf Klarheit und Eindeutigkeit der Darstellung zu achten ist. Die Abfassung von Anleitungen ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

In der täglichen Arbeit des Industriemeisters spielen beide Arten technischer Dokumentationen eine Rolle. Oft wird er mit technischen Unterlagen arbeiten, die von anderen Stellen innerhalb oder außerhalb des Betriebes erstellt wurden; aber auch er selbst wird technische Unterlagen erstellen und weitergeben oder erklären. Aus letzterem Grunde ist die Kenntnis der grundlegenden Anforderungen an die wesentlichen Arten technischer Unterlagen unerlässlich.

3.4.1 Anleitungen

Anleitungen im technischen Gebrauch sind vor allem Bedienungsanleitungen, oft auch als Betriebsanleitungen oder Gebrauchsanweisungen bezeichnet. In Bezug auf besondere Situationen sind jedoch auch Montageanleitungen, Wartungsanleitungen und Reparaturanleitungen zu erwähnen.

3.4.1.1 Bedienungsanleitungen

Aufgabe einer Bedienungsanleitung ist es, den Benutzer zur optimalen Bedienung des in ihr beschriebenen Gegenstandes zu befähigen. Zugleich muss sie ihn vor Fehlbedienungen warnen, die zu einer Beschädigung des Gegenstandes führen und im schlimmsten Falle eine Gefahr für Leib und Leben des Bedieners oder weiterer Personen nach sich ziehen können.

Traditionell gehörte die Abfassung von Betriebsanleitungen in den Aufgabenbereich des Konstrukteurs. Häufig wurde sie nur als Nebenaufgabe betrachtet und ungern ausgeführt (woraus oft unvollständige und wenig verständliche Anleitungen resultierten, die ihren Zweck nicht erfüllten). Letzteres können sich die Unternehmen heute wegen der erheblichen rechtlichen Risiken, die aus dem Verstoß gegen Normen und Richtlinien erwachsen können, nicht mehr erlauben. Oft wird die Abfassung von Gebrauchs- und Betriebsanleitungen für technische Geräte daher auf – oft freiberuflich arbeitende – **technische Redakteure** übertragen.

Im Anhang zu seiner Entschließung vom 17. Dezember 1998 über Gebrauchsanleitungen für technische Konsumgüter führt der Rat der Europäischen Union eine Reihe von Hinweisen für gute Gebrauchsanleitungen auf. Diese beziehen sich zwar auf Konsumgüter, sind aber vielfach auch auf Produktionsmittel übertragbar.

HINWEISE FÜR GUTE GEBRAUCHSANLEITUNGEN FÜR TECHNISCHE KONSUMGÜTER

Die in den nachstehenden Abschnitten aufgeführten Hinweise sind als nicht erschöpfend und als Empfehlungen anzusehen:

1. Erstellung von Gebrauchsanleitungen

- a) Es werden die Leitlinien, Normen, gesetzlichen Regelungen usw. für Gebrauchsanleitungen berücksichtigt.
- b) Um sicherzustellen, dass die zusammen mit den Gütern gelieferten Informationen von praktischem Nutzen sind, werden Brauchbarkeitsprüfungen durchgeführt: Im Rahmen einer Brauchbarkeitsprüfung wird das Gerät zusammen mit einer Beschreibung der mit ihm durchzuführenden Aufgaben und dem Entwurf der Gebrauchsanleitung an eine geeignete Gruppe von Verbrauchern übergeben, die dann bei der Durchführung der Aufgaben beobachtet werden. Die Beobachtungen werden in standardisierten Protokollblättern festgehalten.
- c) Der Inhalt ist ausgehend vom typischen Alltagshandeln der Nutzer strukturiert: Die inhaltliche Gliederung einer Gebrauchsanleitung geht von den Aufgaben aus, die vom Benutzer mit dem Produkt durchgeführt werden sollen (Prinzip der Aufgabenorientierung). Eine Gebrauchsanleitung vermittelt nur jene Information, die sich weder aus dem Gerät selbst (Offenkundigkeitsprinzip), dem Wissen und der Erfahrung des Benutzers noch aus den Besonderheiten der zu erfüllenden Aufgabe ergibt (Prinzip der Bereitstellung fehlender notwendiger Informationen).

2. Inhalt

Eine Gebrauchsanleitung folgt einem logischen Aufbau, der einer sicheren und praxisgerechten Verwendung entspricht. Sicherheitsanweisungen einschließlich Vorsichtsmaßnahmen und Warnhinweisen, Installierungsanweisungen und schließlich Benutzungsanweisungen sind deutlich voneinander abgegrenzt.

Eine derartige Gebrauchsanleitung weist üblicherweise die folgenden Einzelangaben auf:

- Angabe der Produktvarianten, für die die Gebrauchsanleitung gilt, einschließlich ihrer Unterscheidungsmerkmale;
- Inhaltsverzeichnis (bei längeren Gebrauchsanleitungen);
- kurze Beschreibung der Aufgaben, die das Produkt ausführen kann;
- handlungsorientierte Information für jede Aufgabe, einschließlich Sicherheitsanweisungen und Vorsichtsmaßregeln, beispielsweise Hinweise für Installation und Inbetriebnahme (Aufgabe 1, Aufgabe 2 ...), allgemeine Angaben über den sicheren Umgang mit dem Produkt, sofern diese nicht bereits in Bezug auf die Aufgaben gemacht wurden, sowie über Wartung, Pflege und Störungshilfe;
- technische Daten;
- Anschriften von Kundendienststellen und Angaben zu Hotlines;
- Stichwortverzeichnis (bei Produkten, die die Ausführung mehrerer Aufgaben ermöglichen, oder bei längeren Gebrauchsanleitungen);
- herausnehmbare Kurzanleitung (bei Produkten, die die Ausführung mehrerer Aufgaben oder von Aufgaben in mehreren Teilschritten ermöglichen);
- Liste typischer Bedienungsfehler, deren Ursachen und mögliche Lösungen;
- Informationen über die Benutzerfreundlichkeit des Produkts und über Wiederverwertungsmöglichkeiten;
- Hinweis auf die Verfügbarkeit der Gebrauchsanleitung in anderer als gedruckter Form, wie z. B. Videokassette, CD-ROM, Internet-Seite usw.

3. Gesonderte Gebrauchsanleitungen für verschiedene Modelle eines Produkts

Gebrauchsanleitungen enthalten manchmal Informationen über verschiedene Modelle oder Ausführungen eines Produkts. Es ist ratsam, dass für jedes einzelne Modell eine gesonderte Gebrauchsanleitung vorliegt, insbesondere wenn Verwechslungen ein Sicherheitsrisiko darstellen könnten.

Die Berücksichtigung verschiedener Produktausführungen in einer einzigen Gebrauchsanleitung ist unter Umständen annehmbar, wenn Unterschiede zwischen den einzelnen Produktausführungen keine Unterschiede zwischen den Handlungsschritten bewirken (z. B. unterschiedliche Zusatzfunktionen eines Telefax-Geräts bei einigen Modellen, jedoch identische Grundbedienungs Schritte für das Senden einer Telefax-Nachricht).

4. Sicherheitsanweisungen und Vorsichtsmaßregeln

Die Sicherheit betreffende Anweisungen, Vorsichtsmaßregeln und Warnhinweise erscheinen am Anfang der Gebrauchsanleitung in hervorgehobener Form und verwenden die auf dem Produkt selbst angebrachten Piktogramme. Diese Anweisungen, Vorsichtsmaßregeln und Warnhinweise werden erforderlichenfalls an den jeweils relevanten Stellen wiederholt.

Darüber hinaus lässt sich die Einweisung der Benutzer in die sichere Handhabung des Produkts am besten dadurch erzielen, dass die deutlich hervorgehobenen Sicherheitsanweisungen und Vorsichtsmaßregeln mit der bei der normalen Benutzung einzuhaltenden Abfolge der Handlungsschritte verknüpft werden.

Typische Bedienungsfehler werden im Rahmen der Handlungsabfolge, in der sie auftreten können, angeführt.

5. Sprache der Gebrauchsanweisungen

Die Benutzer haben einfachen Zugang zu der Gebrauchsanleitung, zumindest in ihrer eigenen Amtssprache der Gemeinschaft, so dass sie von ihnen gelesen und leicht verstanden werden kann. Im Interesse der Klarheit und Benutzerfreundlichkeit werden die unterschiedlichen Sprachfassungen voneinander getrennt. Übersetzungen erfolgen nur aus der Originalsprache und tragen den kulturellen Besonderheiten des jeweiligen Sprachverwendungsgebiets Rechnung; dies erfordert, dass die Übersetzungen von entsprechend ausgebildeten Fachkräften aus dem Sprachkreis der Verbraucher, für die das Produkt bestimmt ist, erstellt und im Idealfall Verbrauchern zum Testen ihrer Verständlichkeit vorgelegt werden.

6. Informationsvermittlung

Die Informationsvermittlung entspricht idealerweise den folgenden Anforderungen:

- hinreichende Klarheit und Genauigkeit;
- orthographische und grammatikalische Richtigkeit;
- Verwendung verständlicher Begriffe;
- soweit möglich Verwendung aktiver statt passiver Verbformen;
- Vermeidung unnötiger Fachausdrücke;
- Verwendung gebräuchlicher Ausdrücke;
- konsistente Verwendung von Begriffen (d. h. für die Bezeichnung ein und derselben Sache oder Handlung sollte durchgängig der gleiche Begriff verwendet werden);
- Schriftart ohne Verwechslungsmöglichkeit zwischen Kleinbuchstaben, Großbuchstaben und Zahlen;
- Erläuterung und Ausschreibung von Abkürzungen;
- auf Illustrationen ist genau das abgebildet, was der Verbraucher sieht, sie enthalten nur die notwendige Information und beinhalten je Illustration nur ein neues Informationselement;
- Symbole entsprechen den allgemein verwendeten Piktogrammen, sind leicht erkennbar und haben stets die gleiche Bedeutung;
- wenn eine Kombination aus Text und Illustrationen verwendet wird, so ist eine der beiden Darstellungsarten als Leitmedium zu wählen;
- keine ausschließliche Verwendung von Bildern ohne Text, da dies nicht für Klarheit sorgt, weil Bilder allein nicht immer hinreichend offenkundig sind.

7. Aufbewahrung von Gebrauchsanleitungen für Nachschlagezwecke

Um die private Archivierung und spätere Handhabung zu erleichtern, empfehlen sich angemessene Formate. Lose Blätter werden vermieden, und das Layout spiegelt die Gliederung der Information wider. Die verwendete Schriftart ist für die Verbraucher, insbesondere für ältere Menschen, gut lesbar.

Die Hervorhebung wichtiger Informationen, wie z. B. von Sicherheitsratschlägen, ist nützlich.

(Quelle: Amtsblatt der Europäischen Union Nr. C 411 vom 31. Dezember 1998)

In der Europäischen Union bestehen zahlreiche rechtliche Vorgaben, nach denen praktisch kein Produkt ohne Bedienungsanleitung in Verkehr gebracht werden kann. In vielen Fällen ergibt sich diese Pflicht aus dem Produktsicherheitsgesetz (→ *Lehrbuch 1*).

Den Entwurf und das Erstellen von Anleitungen regelt die Europäische Norm EN 82079-1. Ist eine Gebrauchsanleitung fehlerhaft, unvollständig oder – vollständig oder in Teilen – unverständlich formuliert, kann dies Auswirkungen auf die Beurteilung der Produkthaftung haben, wenn durch unkorrekte Bedienung ein Schaden entstanden ist.

Die Anzahl der EU-Richtlinien und -Verordnungen, in denen Anforderungen an die Herstellung und Beschaffenheit von Produkten festgeschrieben sind, wächst beständig. In ihnen sind auch Forderungen zu Art, Umfang und Inhalt von Betriebs- bzw. Bedienungs- und Gebrauchsanleitungen enthalten, die zu beachten sind.

Einige Beispiele:

- Die **Maschinen-Richtlinie** 2006/42/EG, die zum 29.12.2009 die bisherige Richtlinie 98/37/EG abgelöst hat, fordert die Erstellung einer Betriebsanleitung und enthält teilweise ausführliche Aussagen zu deren Inhalt.
- Die **PSA-Verordnung (EU) 2016/425** bestimmt, dass die Atemschutz-PSA (persönliche Schutzausrüstung zum Schutz gegen gefährliche Stoffe) mit einer Gebrauchsanweisung ausgestattet sein muss. Allen übrigen persönlichen Schutzausrüstungen muss eine Informationsbroschüre beiliegen, deren Inhalte in der Richtlinie gelistet sind.

- Die **Medizinprodukte-Richtlinie** 93/42/EWG fordert ausdrücklich die Bereitstellung von Informationen durch den Hersteller in Form von Gebrauchsanweisungen oder Benutzerinformationen, die jedem Produkt in seiner Verpackung beigelegt sein müssen. Die wesentlichen Inhalte einer solchen »Packungsbeilage« sind in einer Anlage zur Richtlinie aufgelistet.

Ein Verstoß gegen eine EU-Richtlinie kann zur Folge haben, dass die Anbringung der CE-Kennzeichnung im Nachhinein als unrechtmäßig beurteilt wird.

Die im deutschen wie im europäischen Recht getroffenen Aussagen über die Inhalte von Benutzerinformationen sind häufig nicht sehr konkret und seitens des Herstellers ausführungsbedürftig. Detailliertere Anforderungen ergeben sich aus Einzelurteilen des Bundesgerichtshofes.

Für den verantwortlichen Verfasser von Anleitungen ist es naturgemäß sehr schwierig, hier auf dem Laufenden zu bleiben; Fachverbände wie der VDI geben dazu nützliche Hinweise.

3.4.1.2 Montage-, Wartungs- und Reparaturanleitungen

Ein sachgerechter Betrieb eines Produktionsmittels, etwa einer Maschine, setzt eine sachgerechte Betriebsbereitmachung ebenso wie eine qualifizierte Wartung und Instandhaltung voraus. Montage-, Wartungs- und Reparaturanleitungen sind spezielle Formen der Anleitung, die sich überwiegend nicht an Konsumenten, sondern an Fachleute wenden.

Eine gute Dokumentation der notwendigen Wartungsarbeiten und eine vom aufgetretenen Fehler ausgehende, konsequent die Ursachen aufdeckende und anschauliche Reparaturanleitung machen heute einen wichtigen Teil der Produktqualität des dokumentierten Betriebsmittels aus, da sie dazu beitragen, Ausfallzeiten gering zu halten. In Zusammenhang mit der immer häufiger in Unternehmen praktizierten dezentralen Störungsbeseitigung durch autonome Instandhaltung, die von den wartungstechnisch geschulten Produktionsmitarbeitern selbst geleistet wird, wird eine Verbindung von Montage-, Bedienungs-, Wartungs- und Reparaturanleitungen immer wichtiger.

3.4.2 Stücklisten und Normteile

In Lehrbuch 2 wurde bereits darauf hingewiesen, dass ein industriell gefertigtes Produkt in der Regel in einem mehrstufigen Prozess aus verschiedenen Einzelteilen bzw. Baugruppen zusammengefügt wird. Dort wurden auch Beispiele für die Abbildung der Erzeugnisgliederung in Stücklisten gezeigt und verschiedene **Stücklistenarten** unterschieden. Darauf sei an dieser Stelle verwiesen.

Die durch Stücklisten dokumentierten Produkte werden häufig **Normteile** enthalten, die folgende Vorteile bieten:

- Genormte Teile sind zueinander kompatibel;
- der Austausch genormter Teile ist unproblematisch;
- durch Normung wird gleich bleibende Qualität sichergestellt;
- Normteile entsprechen Sicherheitsstandards;
- die Verwendung von Normteilen ermöglicht rationalisierte Prozesse.

Zu letzterem Punkt ist anzumerken, dass erst durch die Vereinbarung von Normen in Zusammenarbeit von betrieblicher Praxis und wissenschaftlicher Arbeit die industrielle Arbeitsteilung, wie sie heute praktiziert wird, möglich wurde: Dank Normung sind internationale Zulieferketten, Serien- und Massenfertigung und internationale Vermarktung heute selbstverständlich. Nationale und internationale Normung wird ausführlich in Lehrbuch 1 behandelt.

Eine Vielzahl von Herstellern produzieren Normteile, die in **Normteilkatalogen** angeboten werden. Solche Kataloge werden häufig als Hilfsmittel bei der Erstellung bzw. Nutzung von Stücklisten heranzuziehen sein. Elektronische Datenbanken auf CD-ROM, seit einigen Jahren auch im Internet im Aufbau, können hier eine bessere Überschaubarkeit herstellen.

3.4.3 Zeichnungen

Technische Zeichnungen dienen der Informationsweitergabe und Verständigung zwischen verschiedenen betrieblichen Bereichen, etwa Entwicklung, Konstruktion, Montage, Fertigung, Wartung usw., aber auch zwischen Lieferanten und Kunden. Sie visualisieren alle für ihren jeweiligen Zweck notwendigen Teile vollständig, eindeutig und in einer für jede technische Fachkraft verständlichen Weise, wobei sie ggf. durch Schriftfelder und Stücklisten zu ergänzen sind.

Die allgemeine Verständlichkeit technischer Zeichnungen resultiert daraus, dass die Regeln, nach denen sie erstellt werden, und die Elemente, die in ihnen verwendet werden, in DIN-Normen festgelegt sind. Die Beachtung und Verwendung von DIN-Normen ist rechtlich nicht vorgeschrieben, hat sich in der Praxis aber flächendeckend durchgesetzt, denn: Wer sich nach DIN-Normen richtet, handelt im Zweifel ordnungsgemäß.

Der Industriemeister, der in der Lage sein muss, technische Zeichnungen zu verstehen und Skizzen und Entwürfe selbst zu fertigen, hat sich in seiner technischen Ausbildung bereits ausführlich mit technischen Zeichnungen auseinandergesetzt. Deshalb soll an dieser Stelle keine ausführliche Darstellung zum technischen Zeichnen, sondern lediglich eine knappe Einführung erfolgen.

3.4.3.1 Arten von Zeichnungen

Einer Zeichnung geht im Allgemeinen eine Skizze voraus. Zudem werden zu komplexen Gegenständen (Maschinen, Produkte), die aus mehreren Teilen bestehen, auch mehrere Zeichnungen erstellt werden müssen.

Eine Auswahl der wichtigsten Begriffe im Zeichnungs- und Stücklistenwesen (nach DIN 199-1) zeigt die folgende Übersicht:

Skizze	Nicht unbedingt maßstäbliche, vorwiegend freihändig erstellte Zeichnung
Technische Zeichnung	Zeichnung in der für technische Zwecke erforderlichen Art und Vollständigkeit
Entwurf	Fassung, über deren endgültige Ausführung noch nicht entschieden wurde
Einzelteilzeichnung	Technische Zeichnung, die ein Teil, das unzerstört nicht in weitere Bestandteile zerlegt werden kann (Einzelteil), ohne die räumliche Zuordnung zu anderen Teilen darstellt (wird auch als Teilzeichnung bezeichnet)
Gruppenzeichnung	Maßstäbliche technische Zeichnung, die die räumliche Lage und die Form der zu einer Gruppe zusammengefassten Teile darstellt
Hauptzeichnung/ Gesamtzeichnung	Technische Zeichnung für die Darstellung eines Erzeugnisses in seiner obersten Strukturstufe
Konstruktionszeichnung	Technische Zeichnung, die einen Gegenstand in seinem vorgesehenen Endzustand darstellt

Begriffe aus dem Zeichnungs- und Stücklistenwesen

3.4.3.2 Anfertigen von Skizzen, Entwürfen und Zeichnungen

Der Industriemeister muss in der Lage sein, Skizzen und Entwürfe selbst anzufertigen, z. B.

- um Einzelteile, die in seinem Verantwortungsbereich gefertigt werden sollen, aus Gruppen- und Hauptzeichnungen heraus zu skizzieren,
- um nachvollziehbare Fertigungsunterlagen für erstmals anzufertigende Werkzeuge, Vorrichtungen, Hilfsmittel oder nicht fertig erhältliche Ersatzteile bereitzustellen.

Skizzen müssen zwar nicht, sollten aber maßstäblich gezeichnet sein, um die Maße des Werkstücks im Verhältnis wiederzugeben und damit ein bereits einigermaßen zutreffendes Abbild des Werkstücks zu liefern.

Skizziert wird wie folgt:

- Mittellinien werden zuerst gezogen,
- die Formen werden zunächst in dünnen Linien vorgezeichnet,
- die Linien werden nachgezogen und mit Maßen versehen,
- Maßtoleranzen und Oberflächenzeichen werden eingesetzt,
- Schnittflächen werden durch Schraffuren gekennzeichnet.

Liegt das Werkstück, das skizziert werden soll, vor, können dessen Maße mit Hilfe geeigneter Messinstrumente (Messschieber, Messschraube, Tiefenmessgerät usw.) abgenommen und in die Skizze übertragen werden.

Bei der Übertragung einer Skizze in eine Zeichnung ist ein **Zeichnungsmaßstab** zu wählen und anzugeben.

Es folgt eine Tabelle zu nach DIN ISO 5455 empfohlenen Maßstäben:

Vergrößerungsmaßstab	50:1	20:1	10:1
Natürlicher Maßstab	1:1	1:1	1:1
Verkleinerungsmaßstab	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

Empfohlene Maßstäbe nach DIN ISO 5455

Für die Anfertigung von **Zeichnungen** kommen die folgenden Verfahren in Betracht.

Manuelle Zeichnung: Zeichnung auf Transparentpapier, die mit Bleistift entworfen und mit Tusche – entweder auf demselben Bogen oder auf einem zweiten, über den Entwurf gelegten Bogen – ausgeführt wird. Bei der Ausführung als Tuschezeichnung empfiehlt sich das Einhalten einer Reihenfolge, nach der zunächst die Mittellinien, danach Kreise und Bögen, dann – links oben beginnend – erst alle waagerechten, darauf alle senkrechten und schließlich die schrägen Linien nachgezogen werden. Anschließend werden nacheinander die Maßlinien, Maßhilfslinien, Maßlinienbegrenzungen, Maßzahlen, Toleranzangaben, Oberflächenzeichen und sonstigen Angaben ausgeführt. Die Anbringung der Schraffuren und das Ausfüllen des Schriftfeldes erfolgt zuletzt. Bei der Erstellung manueller Zeichnungen werden eine Reihe von Hilfsmitteln benutzt: Zeichenplatten (für kleinere Formate) bzw. Zeichentische, Zeichenschienen, Zirkel, verschiedene Schablonen (Rundungs-, Loch-, Ellipsen-, Parabel-, Hyperbel-, Schriftschablonen) und Lineale, Bleiminienstifte, Tuschefüller und Radierer (Radiergummis, -messer, Tuscheradierer mit Lösungsmittel) sind hier vor allem zu nennen.

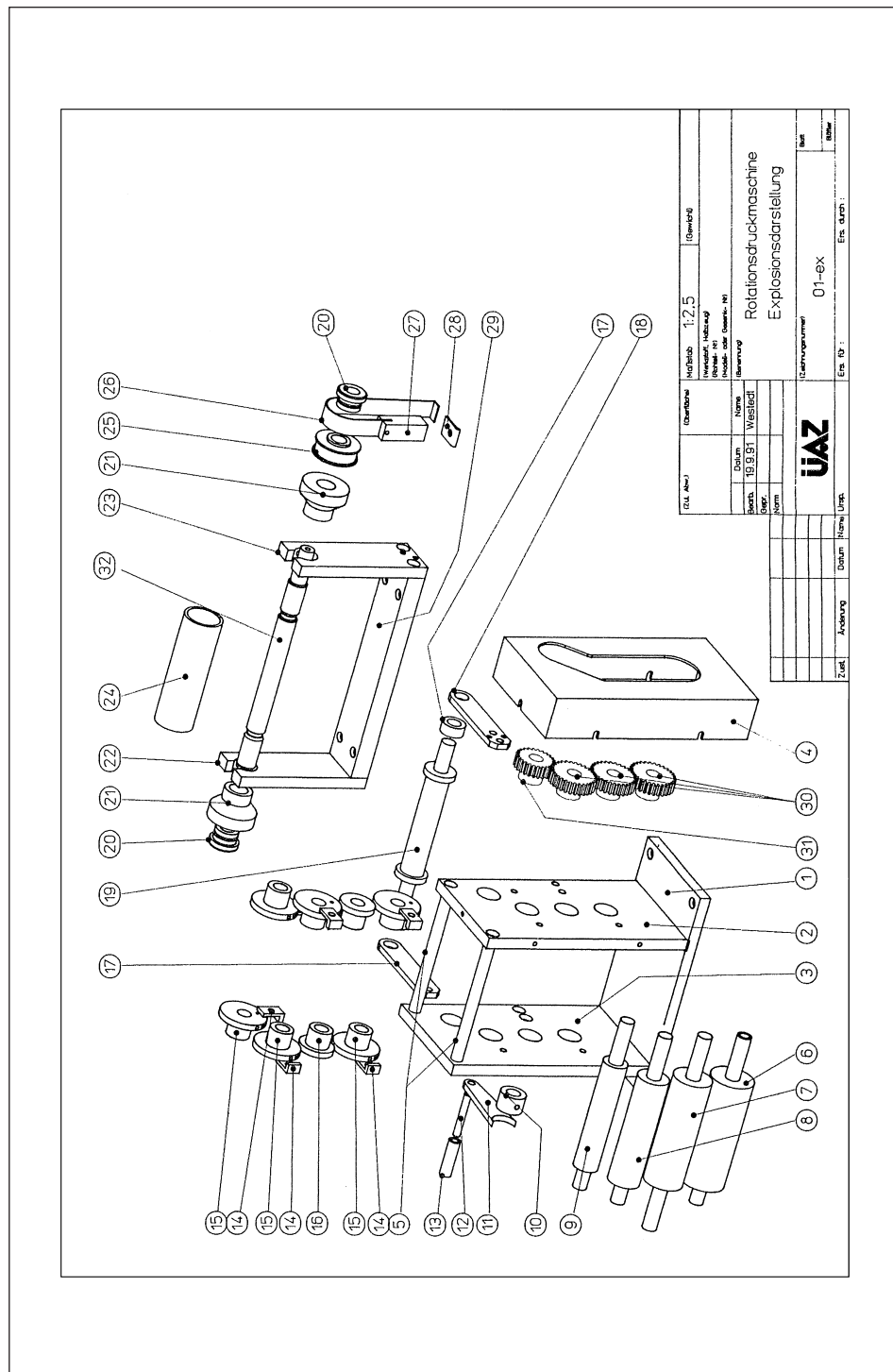
Rechnergestützt erstellte Zeichnung: Die Praxis bedient sich zunehmend elektronischer Zeichenanlagen, die als **CAD-Anlagen** bezeichnet werden. CAD steht dabei für Computer Aided Drafting (rechnerunterstütztes Zeichnen) oder auch Computer Aided Design (rechnerunterstütztes Konstruieren), wobei die Übergänge zwischen Zeichnen und Konstruieren häufig fließend sind. CAD-Anlagen sind heute meist hochleistungsfähige Personal Computer mit speziellen Peripheriegeräten, vor allem Zeichentabletts (Digitalisiertabletts) und Lichtgriffeln zur Dateneingabe und Trommel- oder Flachbettplottern zur Datenausgabe. Für verschiedene Aufgabenstellungen und Arbeitsbereiche wird inzwischen eine Fülle von CAD-Software angeboten. Mittels CAD können Zeichnungen schneller und exakter erstellt werden, als dies manuell möglich wäre. Vor allem sind die einmal gespeicherten Zeichnungen wieder- und weiterverwendbar, vergrößert- und verkleinerbar. In ihrem Informationsgehalt sollten sie sich aber nicht von manuellen Zeichnungen unterscheiden.

Gezeichnet wird in der Regel auf Bögen der Formatreihe A (DIN A0 bis DIN A4). Das ebenfalls größtengenormte Schriftfeld muss so angebracht werden, dass es nach dem Falten auf das Format A4 in Leserichtung zu sehen ist.

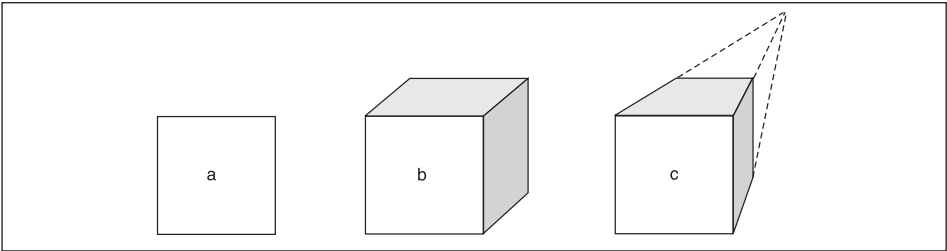
3.4.3.3 Projektionszeichnungen

Durch technische Zeichnungen werden dreidimensionale Körper in der Ebene, also auf zwei Dimensionen, dargestellt. Dabei bieten sich verschiedene Darstellungsformen und -techniken an:

- Die **orthogonale Projektion (Normalprojektion)**, die nur »flache« Seitenansichten zeigt und damit meist mehrere Zeichnungen erforderlich macht, die den Körper aus verschiedenen Ansichten darstellen;
- die axonometrische Projektion, bei der parallele Linien auch parallel gezeichnet werden;
- die aus dem künstlerischen Zeichnen und Malen bekannte Fluchtpunktperspektive.



Explosionszeichnung einer Rotationsdruckmaschine



Darstellung eines Körpers in
a) Normalprojektion, b) axonometrischer Projektion, c) perspektivischer Darstellung mit einem Fluchtpunkt

Axonometrische und perspektivische Darstellungen werden von leistungsfähigen 3D-CAD-Programmen aus Normalprojektionen erstellt. Für Montage- und Gebrauchsanleitungen wird dabei häufig die Form der **Explosionszeichnung** gewählt.

3.4.4 Statistiken und technische Tabellen

Tabellen spielen in der täglichen Praxis der im technischen Bereich tätigen Fachkräfte eine große Rolle. Sie werden zur Wiedergabe und übersichtlichen Darstellung von Maßeinheiten, Konstanten, Messwerten usw. benutzt. Technische Daten von Bauteilen, Maschinen und Produkten werden oft in **technischen Tabellen** zusammengefasst und abgebildet.

Trotz der weiten Verbreitung von Taschenrechnern und Computern sind in allen technischen Bereichen nach wie vor **Tabellenbücher** im täglichen Gebrauch, da sie mitführbar und jederzeit unkompliziert nutzbar sind. Zunächst zum Aufbau einer Standard-Tabelle:

BM-Nr. 23Z: Motor-Drehzahlen 11.4.2001		
Drehzahlen 11.4.2001		
Uhrzeit	U/Minute	Anmerkung
00:00	1500	
00:05	1600	
00:10	2000	
00:15	500	Störung
00:20	1700	
00:25	2200	
00:30	2100	
00:35	1900	
00:40	1600	
00:45	1200	
00:50	1500	
00:55	1200	
01:00	1900	
01:05	2000	
01:10	2000	
01:15	2100	
01:20	1400	
01:25	1500	
01:30	1900	
01:35	1800	
01:40	180	Abschaltung

Aufbau einer Standard-Tabelle

Für alle Tabellen gilt, dass ein klarer Aufbau mit deutlich und eindeutig bezeichneten Vorspalten und Kopfzeilen und schlüssiger Gliederung den Nutzen erhöht. Die Gestaltung **statistischer Tabellen** ist darüber hinaus in DIN 55301 festgelegt. Danach hat eine Tabelle folgende Bestandteile (siehe auch die letzte Abbildung):

- Überschrift (u. U. ergänzt um wichtige Angaben),
- Tabellenkopf (oberste Zeile ohne Vorspalte),
- Vorspalte,
- Zeilen,
- Spalten,
- ggf. Fußnoten.

Leere Felder einer Tabelle werden üblicherweise wie folgt ausgefüllt:

X = Angabe kann nicht gemacht werden

– = Nichts, der Zahlenwert beträgt genau Null

0 = Der Zahlenwert ist größer als Null, kann aber in den Einheiten der Tabelle nicht angegeben werden

.. = Angabe erfolgt später

Folgende Anforderungen sind an Tabellen zu stellen:

- Übersichtlichkeit,
- leichte Lesbarkeit,
- unmissverständliche Bezeichnungen und
- Angabe der Dimension.

Der Aufbau von Tabellen, in denen das gemeinsame Auftreten von mehr als zwei Merkmalen dargestellt werden soll, ist im Allgemeinen schwierig, wenn nicht unmöglich, weil Tabellen die dritte Dimension fehlt.

Auf Anwendungsgebiete, Erhebungsverfahren und Methoden der Datenaufbereitung wird in Abschnitt 5.4 ausführlich eingegangen.

3.4.5 Diagramme und Nomogramme

Wenn Abhängigkeiten von Sachverhalten dargestellt werden sollen, bieten sich Diagramme oder Nomogramme an.

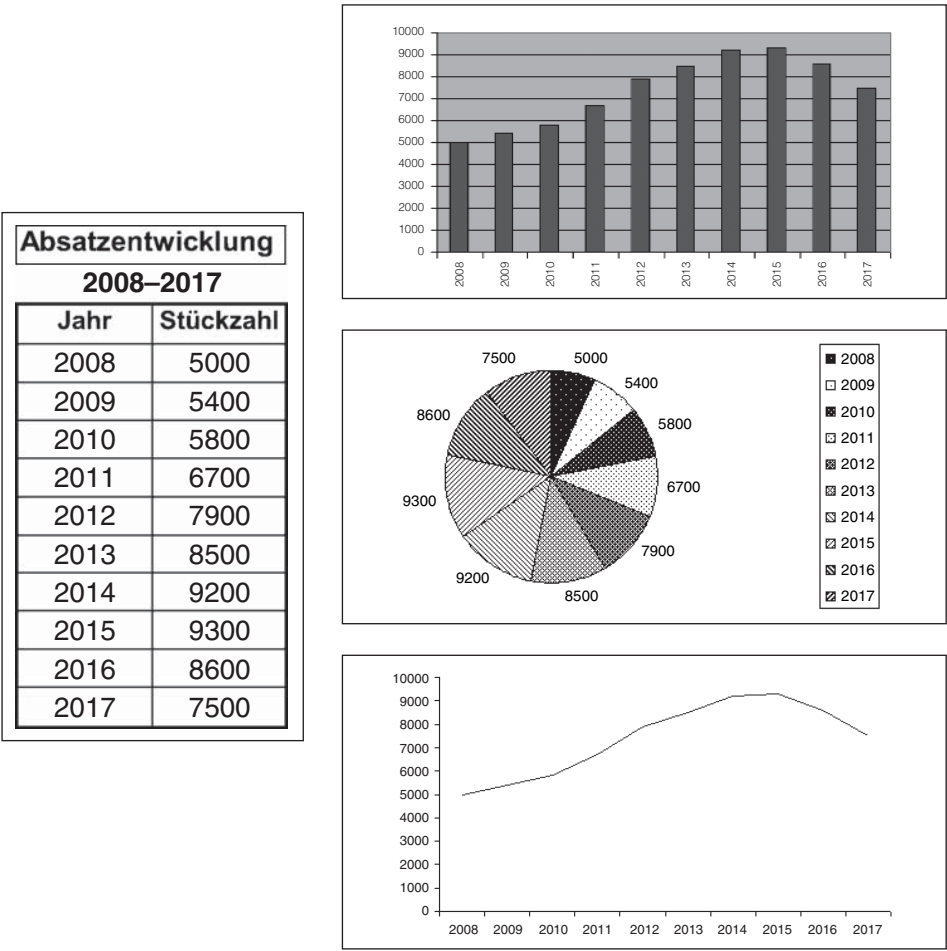
Die wichtigsten Formen von **Diagrammen** sind

- **Stab- oder Säulendiagramm:** Häufigkeiten werden durch die Höhe bzw. Länge von Stäben oder Säulen ausgedrückt.
- **Kreisdiagramm:** Häufigkeiten werden durch die sektorale Aufteilung einer Kreisfläche dargestellt.
- **Kurvendiagramm:** Grafische Darstellung von Häufigkeiten durch Kurven in einem Koordinatensystem.
- **Flächendiagramm:** Grafische Darstellung von Häufigkeiten durch Flächen (flächenproportionale Darstellung).
- **Piktogramm:** Häufigkeiten werden durch eine unterschiedliche Anzahl von Bildsymbolen oder durch unterschiedlich große Bildsymbole dargestellt.
- **Kartogramm:** Häufigkeiten werden – unter Verwendung der beschriebenen Diagrammformen – in einer Landkarte abgebildet.

Welche Diagrammform zu wählen ist, hängt davon ab, welcher Sachverhalt mit dem Diagramm dargestellt und welche Informationen der Betrachter daraus gewinnen soll. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass sinnvolle Dimensionierungen gewählt werden, also z. B. angemessene Skalen- bzw. Achsenwerte, angemessene Klassenbreiten usw.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Umsetzung einer Wertetabelle durch verschiedene Formen von Diagrammen.

Dabei wird deutlich, dass ein- und derselbe Sachverhalt je nach gewählter Darstellungsform deutlich oder weniger deutlich vermittelt werden kann bzw. bestimmte Darstellungsformen für bestimmte Sachverhalte nicht sinnvoll sind.

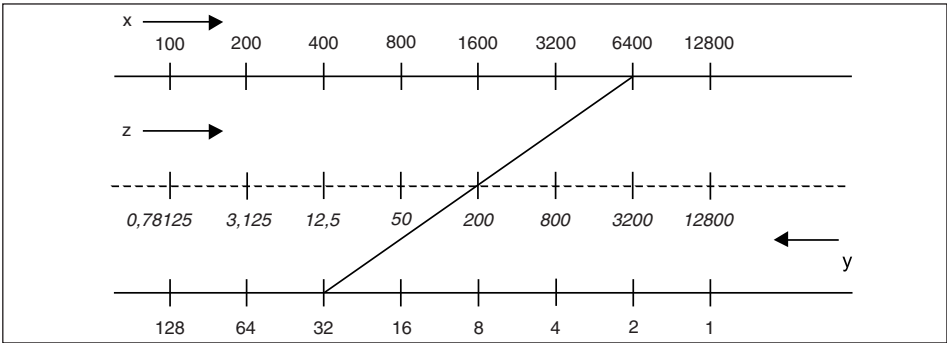


Ein Sachverhalt, drei Darstellungsformen: Säulendiagramm, Kreisdiagramm, Kurvendiagramm (von oben)

Ein **Nomogramm** ist eine Rechentafel, in der einfache Formeln grafisch so abgebildet werden, dass die Lösung einer Rechenaufgabe, die sich aus der Beziehung von Eingabewerten zueinander ergibt, aus der Darstellung abgelesen werden kann.

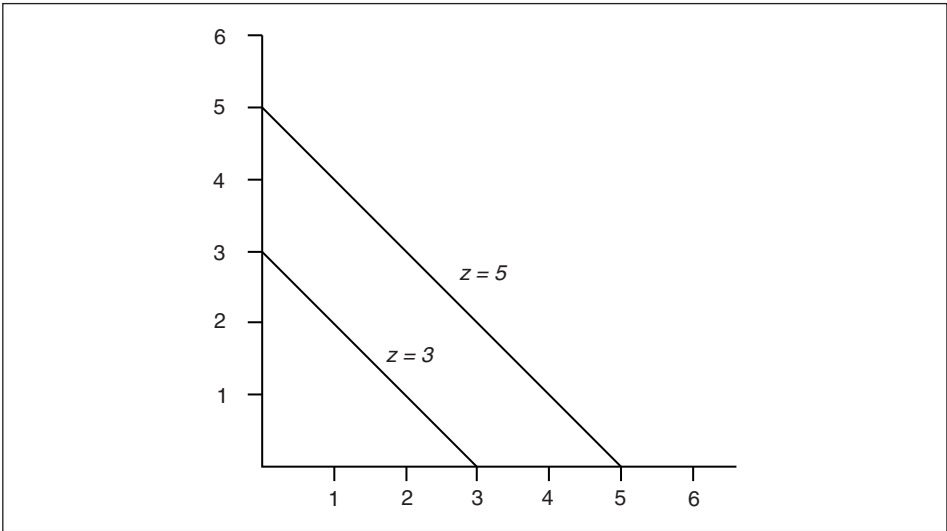
Unterschieden werden folgende Darstellungsarten:

Leitertafeln (Fluchtlinientafeln) bestehen aus Geraden, die durch ihre Unterteilungen an Leitern erinnern. Je nach Aufgabenstellung sind eine oder auch mehrere nebeneinander liegende oder stehende Geraden (Doppelleitern, Dreifachleitern) erforderlich. Zum Ablesen wird meist ein Lineal als Hilfsmittel benötigt.



Dreifachleiter für $z = x/y$; Beispiel: $6400 : 32 = 200$

Netztafeln spannen einen Lösungsraum (ein Netz) zwischen zwei senkrecht aufeinander stehenden Geraden auf.



Netztafel für $x + y = z$