

Block 4

Inhalt

1.	Einführung.....	1	5.	Die geometrischen Grundlagen des konstruktiven Zeichnens.....	119
2.	Zur Kulturgeschichte technischer Darstellungen.....	3	5.1	Anschaulichkeit und Maßgerechtigkeit.....	119
2.1	Zeichenkunst in prähistorischer Zeit und im Altertum.....	3	5.2	Parallelprojektionen.....	121
2.2	Zeichenkunst vom Mittelalter bis zur Neuzeit.....	7	5.3	Zentralprojektionen.....	123
2.2.1	Zeichenkunst und konstruktives Zeichnen.....	7	5.4	Axonometrische Projektionen.....	125
2.2.2	Konstruktives Zeichnen.....	7	6.	Technische Darstellungen im Entstehungsprozess technischer Objekte.....	127
3.	Die Zeichnung in der Technik.....	15	6.1	Entwicklung technischer Objekte als Problemlösungsprozess.....	127
3.1	Bemerkung.....	15	6.2	Darstellungen im Konstruktionsprozesses.....	129
3.2	Großes „Gewerf“ (um 1405).....	21	6.3	Arten von konstruktiven Zeichnungen.....	131
3.3	Hebekunst mit Göpelantrieb (um 1430).....	23	7.	Die technische Skizze.....	133
3.4	Bohrmühle (um 1480).....	25	7.1	Technische Skizzen im konstruktiven Prozess.....	133
3.5	Fahrrad mit Tretkurbelantrieb (um 1480).....	27	7.2	Schematische Skizzen.....	137
3.6	Schöpfgrad (um 1505).....	29	7.3	Anschauliche Skizzen.....	141
3.7	Drehbank zum Drechseln elliptischer Teile (um 1565).....	31	7.4	Parallelprojektive Skizzen.....	145
3.8	Maschine zum Ziehen sehr schwerer Lasten (um 1620).....	33	8.	Zeichnungen beim Entwerfen.....	147
3.9	Häcksel-Schneidemaschine (um 1695).....	35	8.1	Technische Entwurfszeichnungen.....	147
3.10	Dampfmaschine zur Wasserhebung (um 1706).....	37	8.2	Grobmaßstäbliche Entwurfszeichnungen.....	179
3.11	Feuermaschine von Schemnitz (1724).....	39	8.3	Maßstäbliche Gesamtentwurfszeichnungen und Entwurfszeichnungen für Einzelteile.....	153
3.12	Dampfwagen von Cugnot (um 1769).....	41	9.	Ausgearbeitete Gesamtzeichnungen.....	157
3.13	Handpresse für den Buchdruck (1772).....	43	9.1	Zeichnungsarten.....	157
3.14	Feuermaschine von Resener aus Breslau (1787).....	45	9.2	Vollständige und vereinfachte Gesamtzeichnungen.....	161
3.15	Zweite deutsche Lokomotive (1817).....	47	9.3	Baugruppenzeichnungen.....	191
3.16	Druckluftlokomotive (1822).....	49	9.4	Begleitende Informationen.....	199
3.17	Konstruktionsbeispiele für Zahnräder und Wellenkupplungen“ (1834).....	53	9.5	Besondere Ausgestaltung technischer Zeichnungen.....	201
3.18	Wasserdruckwerk (1834).....	57	10.	Zeichnungen der Einzelteile.....	203
3.19	Eisenschere für ein Hüttenwerk (1840).....	59	10.1	Zeichnungsarten.....	203
3.20	Einrichtung zur Regulierung des Kessel-Wasserstandes (1841).....	61	10.2	Integrierte Einzelteilzeichnung.....	204
3.21	Dampflokomotive (1846).....	63	10.3	Nebengeordnete Einzelteilzeichnung.....	207
3.22	Lokomobile von 10 Pferdekraft (1864).....	69	10.4	Teilegruppen-Zeichnung.....	209
3.23	Dampfzugmaschine von L. Schwartzkopff, Berlin (1864).....	73	10.5	Einzelteilzeichnung.....	213
3.24	Presspumpe (1872).....	77	10.6	Einzelteilzeichnungen nach Technologien und für Sonderfälle.....	215
3.25	„Rotierende“ Wasserhaltungsmaschinen (1881).....	79	11.	Zeichnerische Verfahren im Maschinenbaus.....	217
3.26	Hydraulischer Mechanismus einer Drehbrücke (1882).....	81	11.1	Bemerkung.....	217
3.27	Dampflokomotive, System Abt (1889).....	85	11.2	Beispiele zu den zeichnerischen Verfahren.....	218
3.28	Übungsaufgaben zum technischen Zeichnen (1897).....	87	12.	Nomographie.....	223
3.29	Wasserrohrkessel (1906).....	89	12.1	Bemerkung.....	223
3.30	Angebotszeichnung einer Lokomotive (1908).....	93	12.2	Beispiele für Nomogramme.....	224
3.31	Dampfkran (1921).....	95	13.	Modellanfertigung.....	229
3.32	Eimerkettenbagger (um 1926).....	97			
4.	Künstler, Kunstmeister, „Mechanici“ und Ingenieure.....	99			
4.1	Konstruktive Zeichner.....	99			
4.2	Lernen und Ausbildung.....	102			
4.3	Technische Lehrbücher und Periodika.....	110			
4.4	Formgebung von technischen Objekten und Stil.....	118			
4.5	Technisches Denken.....	118			

14.	Zeichnungen für Sonderzwecke.....	231
14.1	Zeichnungsarten.....	231
14.2	Proportionalzeichnung.....	232
14.3	Offertenzzeichnung.....	235
14.4	Ersatzteilzeichnung.....	239
14.5	Zeichnung für Betriebsanleitung.....	243
14.6	Lineamente.....	246
14.7	Perspektivische Zeichnungen.....	246
14.8	Geometrische Rekonstruktionen.....	246
14.9	Sonstige Zeichnungen.....	247
14.10	Präzisionszeichnungen.....	248
15.	Die Arbeitsmittel beim konstruktiven Zeichnen.....	249
15.1	Bemerkung.....	249
15.2	Zeichenwerkzeuge und Hilfsmittel.....	251
15.2.1	Zirkel.....	251
15.2.2	Lineale und Zeichendreiecke.....	257
15.2.3	Transporteure oder Winkelmesser.....	262
15.2.4	Reiß- oder Ziehfeder.....	263
15.2.5	Pikiernadel.....	265
15.2.6	Punktierädchen und Punktierziefeder.....	265
15.2.7	Zeichenstifte.....	267
15.2.8	Tuschezeichner und Tuschefüllfeder.....	268
15.2.9	Zeichenbestecke.....	269
15.3	Zeichenwerkzeuge für besondere Anwendungen.....	271
15.4	Zeichengrund und Zeichenpapiere.....	275
15.5	Zeichentinten, Zeichentuschen und Zeichenfarben.....	277
16.	Texte und Beschriftungen.....	279
16.1	Beschreibungsmöglichkeiten bei technischen Objekten.....	279
16.2	Textliche Beschreibung technischer Objekte.....	280
16.3	Ausschließlich zeichnerische Beschreibung technischer Objekte.....	282
16.4	Kombinierte Darstellungen aus Zeichnungen mit ergänzenden Angaben.....	284
16.5	Schriften für konstruktive Zeichnungen.....	288
17.	Zeichentische und Zeichenmaschinen.....	294
17.1	Bemerkung.....	294
17.2	Zeichenbrett und Zeichentische.....	296
17.3	Zeichenmaschinen.....	298
18.	Vervielfältigung konstruktiver Zeichnungen.....	300
18.1	Historische Entwicklung.....	300
18.2	Mechanische Verfahren der Vervielfältigung.....	302
18.3	Optische Verfahren der Vervielfältigung.....	303
18.4	Direkte Verfahren der Vervielfältigung mittels Licht.....	304
18.5	Fotografische Verfahren der Vervielfältigung.....	305
18.6	Umdruckverfahren der Vervielfältigung.....	305

19.	Konstruktive Zeichnungen im Betrieb und in den Werkstätten.....	305
19.1	Bemerkung.....	305
19.2	Handwerk und Manufaktur.....	305
19.3	Industrie.....	305
20.	Die Kunst des Lesens konstruktiver Zeichnungen.....	305
20.1	Bemerkung.....	305
20.2	Differenziertes Lesen konstruktiver Zeichnungen.....	305
21.	Das konstruktive Zeichnen heute.....	306
22.	Quellen und Literaturverzeichnis.....	308
22.1	Allgemeine Hinweise.....	308
22.2	Allgemeine Literaturquellen.....	308
22.3	Spezielle Literaturquellen.....	309
23.	Anhang.....	

8. ZEICHNUNGEN BEIM ENTWERFEN

8.1 Technische Entwurfszeichnungen

Das im Kapitel 6 angesprochene Modell des Konstruktionsprozesses teilt diesen Prozess in einzelne Phasen mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Darstellungsarten auf. Durch das sukzessive Durchlaufen definierter Arbeitsschritte vom Abstrakten zum Konkreten sollte die Qualität der Konstruktionen verbessert und insgesamt eine Beschleunigung der Konstruktionsarbeit erreicht werden. Die Phase des Entwerfens liegt dabei zwischen der Konzeptfindung und der detaillierten Ausarbeitung eines ausgewählten Entwurfs als Vorlage für die eigentliche Herstellung. Von dieser Strukturierung kann erst bei Konstruktionsarbeiten ab dem 20. Jahrhundert ausgegangen werden. In der Zeit davor war die Konstruktionsarbeit durch eine individuelle Vorgehensweise ohne definierte Phasen oder Arbeitsschritte geprägt. Der Prozess verlief auch nicht immer vom „Abstrakten zum Konkreteren“. Er war durch viele Rückgriffe und Vorriffe gekennzeichnet. Die Lösungswege waren in vielfältiger Weise vernetzt. In diesem Kapitel werden nur Entwurfszeichnungen ab dem 19. Jahrhundert betrachtet. Das bedeutet, dass sowohl die Arbeitsweise der Konstrukteure im 19. Als auch die strukturierte Vorgehensweise des 20. Jahrhunderts betrachtet wird. In den deutschen Ländern begann ab 1830 die Industrialisierung des Maschinenbaues mit großen Schritten voranzugehen. Parallel entwickelte sich das konstruktive Zeichnen zu einer immer umfassenderen Dokumentation der technischen Planung und Ausführung.

In dieser Zeit fällt auch eine andere, durchgreifende Veränderung im Entstehungsprozess technischer Objekte. Die konstruktive Zeichnung spielte dabei eine zentrale Rolle, insbesondere alle Arten von Entwurfszeichnungen. In der technikgeschichtlichen Literatur wird diese Veränderung meist nicht erwähnt. Um sie zu erkennen, muss man tiefer in die betrieblichen Abläufe der ersten Maschinenbaubetriebe vordringen. Während vor dem 19. Jahrhundert konstruktive Überlegungen und Entscheidungen in enger Zusammenarbeit mit den ausführenden Werkstätten sowie den Kunstmeistern und Auftraggebern entstanden, kam es danach zu einer schrittweisen Abtrennung der praktischen Tätigkeit in den Werkstätten von den „konstruktiv-schöpferischen Tätigkeit“ in den werkstattfernen Bereichen. Vor 1800 hatten die Führungskräfte der Werkstatt eine zentrale Bedeutung bei der Entwicklung technischer Objekte. Die Formgebung und z.T. die Abmessungen der Maschinenteile waren den Praktikern überlassen. Sie beschafften das erforderliche Personal, das Material und alle nötigen Hilfsmittel für den Bau. Basis der Arbeit waren einfache Skizzen selten ganze Zeichnungen auf Papier. Mit dem Wissen und Können der Mannschaft konnte fast jedes technische Problem gelöst werden. Mit zunehmender Größe und Arbeitsteilung verschwand diese Arbeitsorganisation. Eine Vielzahl mechanisierter Arbeitsschritte löste die ganzheitliche Arbeit der alten Werkstätten ab. Die Produkte konnten in großen Mengen, relativ preiswert und immer in gleicher Qualität erzeugt werden. Das Wissen und Können der alten Berufe musste aber in irgendeiner Weise in das neue System übertragen werden. Das Mittel dazu waren die technischen Zeichnungen. Aus den anfänglichen Skizzen wurden Maßzeichnungen mit Angaben zur genauen Ausführung. Aus diesen Maßzeichnungen wurden immer vollständige Informationsmittel über die einzuhaltenden Toleranzen, die Beschaffenheit von Oberflächen, Ausführungen kleinster Details usw. Später kamen noch Angaben zu den Werkstoffen, Werkstoffbehandlungen u.a.m. hinzu. Das gesamte „alte Werkstattwissen“ wurde in den neuen Zeichnungen dokumentiert. Die notwendigen Entscheidungen wurden von der Werkstatt in das „Technische Büro“ verschoben. Die Arbeitsweise war früher von der Durchgängigkeit „von unten nach oben“ gekennzeichnet. Jetzt wurde „von oben nach unten“ gearbeitet, hierarchisch, patriarchalisch und in starren Abläufen. Die technische Zeichnung wurde zum Organisationsmittel, Wissensspeicher, Handlungsanweisung für die Ausführenden in den Werkstätten, Basis der Materialwirtschaft und Planungsgrundlage für ganze

Industriebetriebe. In der Folge dieser Veränderungen entstanden eine Reihe spezieller Berufe, der Konstruktionsingenieur, der Berechnungsfachmann, der Techniker, der Arbeitsvorbereiter, der technische Zeichner u.a.m. In deren Ausbildungsgängen versuchte man lange Zeit das „Werkstattwissen“ durch einen großen Praxisbezug zu verankern. Noch nach dem 2. Weltkrieg war für angehende Ingenieure eine umfassende praktische Ausbildung unumgänglich. Im Zuge des weiteren Akademisierens der technischen Ausbildung verlor das „Handwerklich-Praktische“ aber zunehmend an Boden. Das gesellschaftliche Image handwerklicher Arbeit verlor sich auch nicht mit der Tendenz zur mehr Theorie. Nur die gute theoretische Ausbildung verlieh Status und entsprechende Einkünfte. Reibungslos verlief diese Aufteilung von Hand- und Kopfarbeit nicht. Sie war auch nicht immer erfolgreich. Eine Unmenge an „Fehlkonstruktionen“ und dramatische „Fehlfunktionen“ zeugen von den Grenzen des Verfahrens.

Basis des Entwurfs war im Allgemeinen die technische Skizze des letztendlich ausgewählten Konzepts. Als begleitende Informationen kamen Überschlagsrechnungen, Funktionsnachweise durch prinzipielle Versuche, einzelne Detailskizzen, voraussichtliche Hauptabmessungen u.a.m. hinzu. Entwürfe wurden mit Bleistift grobmaßstäblich, bei weiterer Konkretisierung insgesamt maßstäblich gezeichnet. Erstmals konnte der gesamte Aufbau des technischen Objekts in Originalgröße bewertet werden. Wichtige Details wurden gesondert heraus gezeichnet. Üblich war es, mehrere Entwürfe anzufertigen. Dabei wurde einfach Transparentpapier auf den ursprünglichen Entwurf gelegt und die unveränderten Teile durchgepaust. Es wurden systematisch Funktionen, Geometrien und Anordnungen variiert. Die Entwürfe bewertet, nochmal korrigiert usw.

Ein Schwerpunkt der Entwurfsarbeit war der der sogenannten „Auslegung“. Damit ist in der Terminologie der Konstruktion die Bestimmung der Abmessungen der Bauteile gemeint, also z.B. die Wahl der Durchmesser von Wellen, die Dimensionierung von Lagern, die Festlegung von Profilen von Trägern und Stützen etc. War zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch viele „Auslegungen“ erfahrungsabhängig, so änderte sich das in der zweiten Hälfte grundlegend. Man kann sogar von einer nationalen Tradition bei der „Auslegung“ von Maschinen sprechen. In England herrschte die empirische Vorgehensweise vor. Das war naheliegend, da dort auch die längsten Erfahrungen vorhanden waren. Nachteilig war, dass Veränderungen mit vertretbarem Risiko nur in kleinen Schritten vorgenommen werden konnten. Der technische Fortschritt war auf vielen Gebieten Ende des 19. Jahrhunderts in Frankreich zu Hause. Dort wurden Neuerungen in großen Schritten umgesetzt. Voraussetzung war eine auf physikalisch-mathematischer Basis ausgerichtete „Auslegung“. Einige theoretisch anspruchsvolle Problemlösungen aus dem Bereich der technischen Mechanik haben heute noch Modellcharakter. In den deutschen Ländern ging man einen anderen Weg. Man setzte die Theorien der technischen Mechanik soweit notwendig ein und verband sie mit den sich neu etablierenden Werkstoffwissenschaften. Durch diese Verbindung war es möglich, mit vertretbarem Aufwand Innovationen einzuführen, ohne auf große Erfahrungen zurückgreifen zu müssen. Bei bekannten Belastungen, Bauteilabmessungen und Werkstoffen konnte eine vollständige „Auslegung“ vorgenommen werden.

Ergänzt werden muss noch, dass insbesondere in der Entwurfsphase neben den mathematisch-physikalischen Berechnungen eine Reihe von graphischen Verfahren zur Bestimmung von statischen oder kinematischen Größen zum Einsatz gekommen ist. Diese Verfahren hatten einige Vorteile. Sie waren gut in die zeichnerische Arbeit des Entwerfens zu integrieren, sie waren unmittelbar verständlich, schnell und hinreichend genau.

Charakteristisch für Entwurfszeichnungen waren die Verwendung von Symbolen und Kurzzeichen, der Einsatz von Texten und Kommentaren in der Zeichnung und ein nicht durchgängig gleicher Konkretisierungsgrad in den zeichnerischen Darstellungen. Nur das Wesentliche wurde vollständig gezeichnet. In der Praxis wurden auch oft mehrere Entwürfe

8.2 Grobmaßstäbliche Entwurfszeichnungen

Diese Zeichnungen waren Vorstufen der eigentlichen Entwurfszeichnungen. Im Allgemeinen wurden mehrere Varianten mit unterschiedlichen Funktionselementen angefertigt. Sie dienten zum schnellen Überprüfen und Variieren der Konstruktion. Neue Ideen und Veränderungen aufgrund von Berechnungen konnten rasch eingearbeitet werden. Aus diesen „Grobentwürfen“ wurde nach Bewertung durch den Konstrukteur die beste Variante ausgewählt. Wenn bekannte Teile oder Baugruppen (aus eigener Herstellung oder Zukaufteile) verwendet werden sollten, so war es üblich, diese in ihren Umrissen und Anschlussgeometrien auf separates Transpapier zu übertragen. Auf der Entwurfszeichnung konnte deren Lage und Anordnung durch einfaches Verschieben variiert werden.

Bei komplizierten Mechanismen war eine zeichnerische Ermittlung von Bahnkurven und kinematischen Größen der bewegten Teile üblich. Die graphische Kinematik stellte eine Vielzahl von Verfahren für diese Zwecke zur Verfügung. Diese speziellen Konstruktionen wurden auch in den Entwurfszeichnungen ausgeführt. Häufig reichte die Ermittlung kinematischer Größen (z.B. der Geschwindigkeit oder der Beschleunigung) in den Grenzlagen aus. Insbesondere in den Umkehrpunkten nahmen bei bewegten Mechanismen die Beschleunigungen und mit ihnen die Massenkraftwerte an, die ein Mehrfaches der eigentlichen Maschinenkräfte betragen konnten. Diese Kräfte galt es bei den Auslegungen zu berücksichtigen. Wenn der gesamte Bewegungsablauf überprüft werden musste, beispielsweise bei Kollisionsbetrachtungen, wurden, je nach geforderter Genauigkeit, eine Vielzahl an Zwischenpositionen konstruiert. Diese zeichnerischen Analysen wurden entweder in der Entwurfszeichnung ausgeführt, oder, bei umfangreicheren Analysen, auf einer gesonderten Zeichnung. An dieser Stelle wird der Rahmen traditioneller Maschinenwissenschaften verlassen und das Fachgebiet der klassischen Getriebelehre betreten (siehe Kapitel 11).

In die Phase des Entwerfens und der Anfertigung von Entwurfszeichnungen gehören auch das Abschätzen von Dimensionen und die Durchführung von Berechnungen. Insbesondere Anfang des 19. Jahrhunderts waren die mathematisch-physikalischen Modelle zur Berechnung von Maschinen- und Maschinenteilen noch nicht weit entwickelt. Man half sich durch die Nutzung von Erfahrungswerten und den Einsatz graphischer Verfahren. Diese Verfahren sind weitgehend in Vergessenheit geraten. Sie wurden von den Ingenieuren jener Zeit beherrscht und ausgiebig genutzt. Die zeichnerische Ausführung dieser graphischen Verfahren gehörte selbstverständlich zur Arbeit eines Konstrukteurs (siehe Kapitel 11). Die folgenden Beispiele zeigen eine kleine Auswahl an grobmaßstäblichen Entwurfszeichnungen. Eine Erläuterung der dargestellten Funktionen erübrigt sich. Die Beispiele sind chronologisch geordnet.

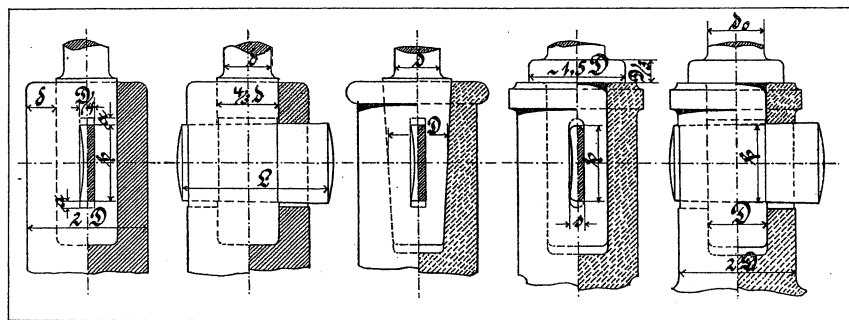


Bild 8.2/1: Systematisch ausgearbeitete Entwurfsvarianten für Keilverbindungen (um 1840)

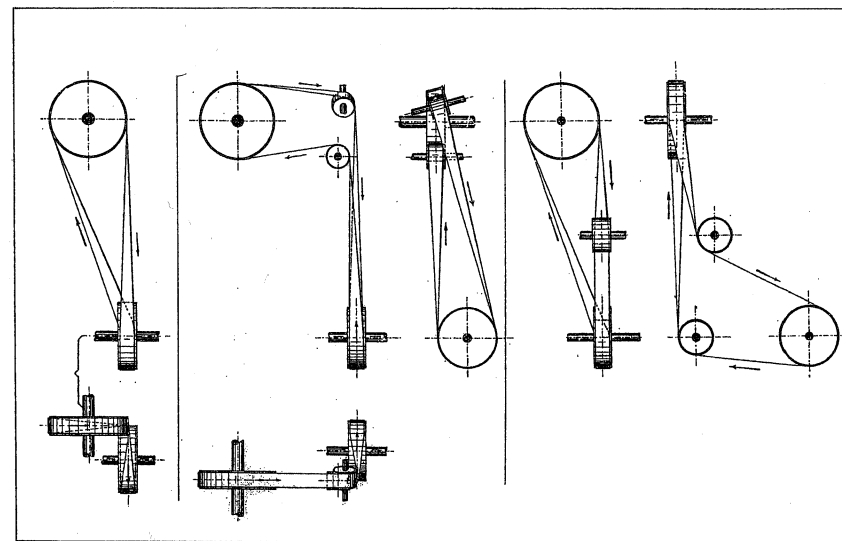


Bild 8.2/2: Grobmaßstäbliche Prinzipentwürfe für einen Riementrieb mit Achsversatz (um 1860)

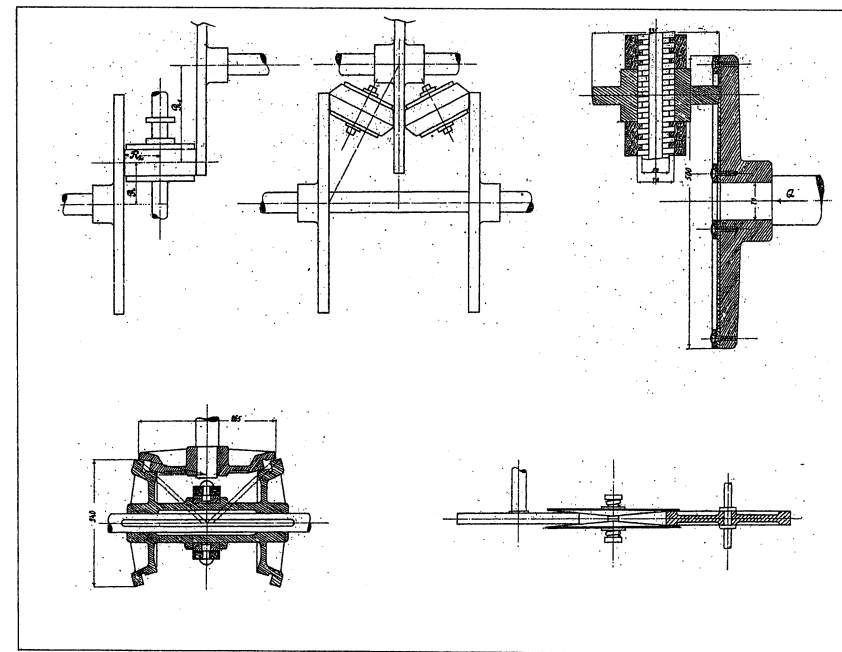


Bild 8.2/3: Entwurfszeichnungen unterschiedlicher Konkretisierungen für Reibradgetriebe (um 1890)

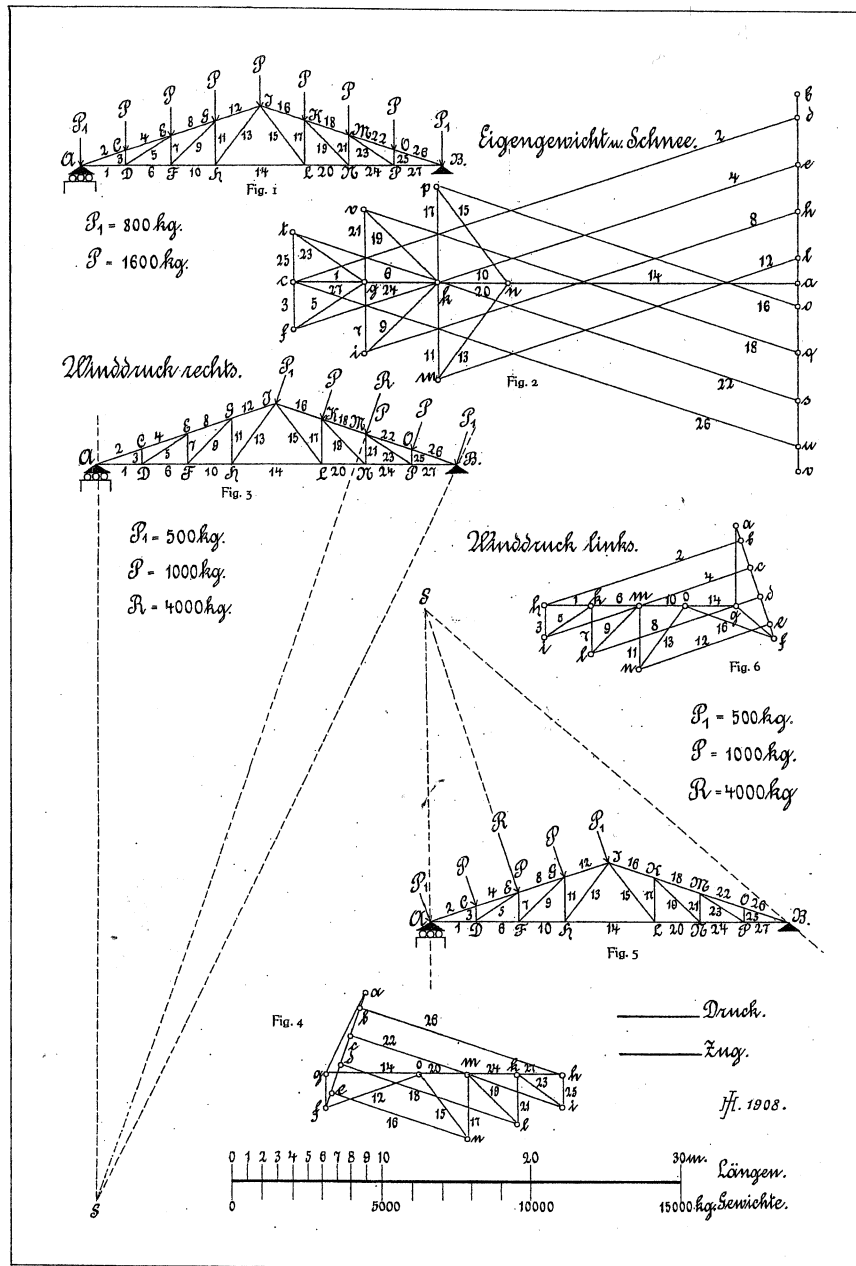


Bild 8.2/8: Graphische Ermittlung der Stablasten eines Dachbinders (Cremonaplan) unter Berücksichtigung des Winddrucks (um 1880)

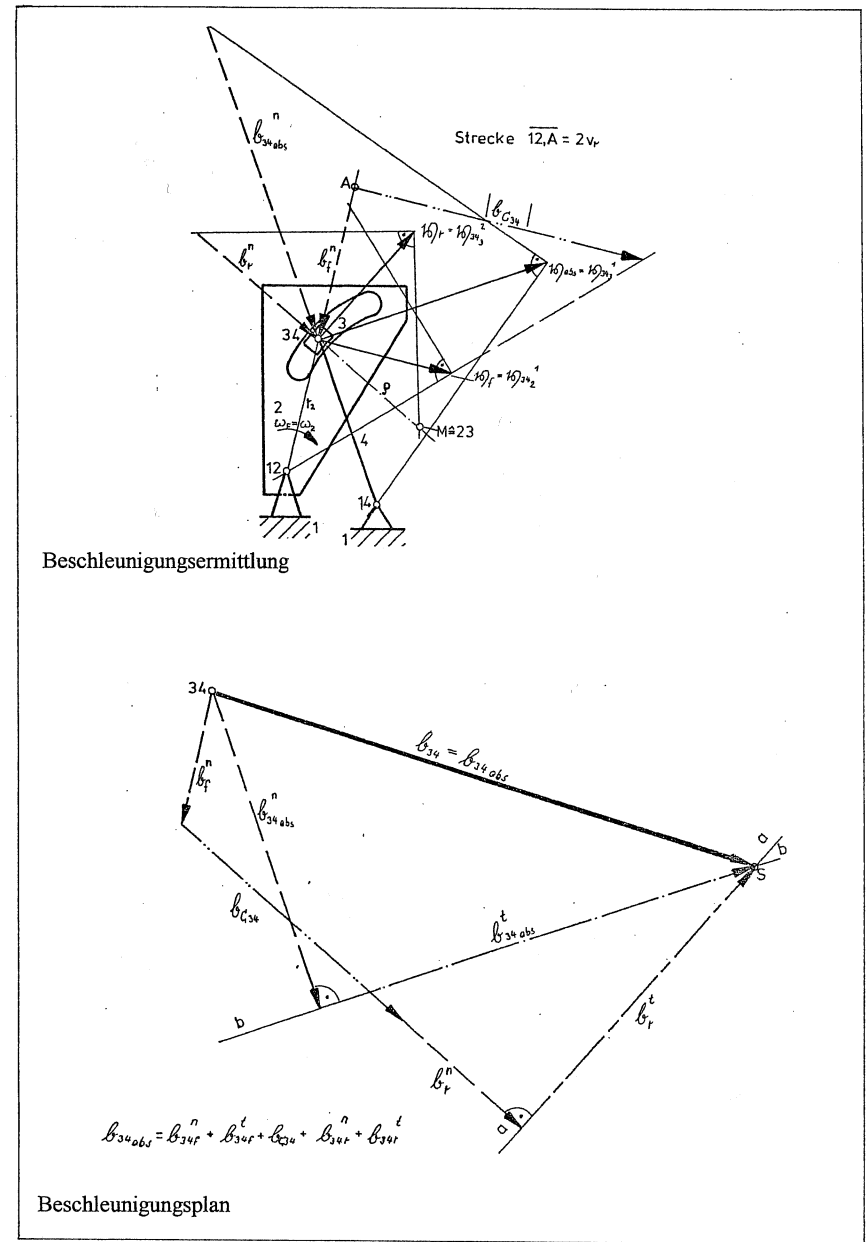


Bild 8.2/9: Graphische Ermittlung der Beschleunigungen bei einem Getriebemechanismus Gegeben: Winkelgeschwindigkeit ω_2 . Gesucht: Absolutbeschleunigung b_{34} . (um 1910)

8.3 Maßstäbliche Gesamtentwurfszeichnungen und Entwurfszeichnungen für Einzelteile

Diese Zeichnungen waren die Grundlage für die später auszuarbeitenden Gesamtzeichnungen und Einzelteilzeichnungen. Sie wurden vollständig gezeichnet, mit Hauptmaßen, Einzelteilen und ggf. dem Stücklistenentwurf. In einigen Fällen enthielten die Entwurfszeichnungen noch zusätzliche Bemerkungen zur Funktion oder Herstellung, die dann in der nachfolgenden Zeichnungsbearbeitung in eine normgerechter Form gebracht werden musste. Des Weiteren konnten sie Konstruktionen zur graphischen Statik bzw. zu den dynamischen Verhältnissen enthalten. Es war unüblich, einfache Einzelteile als Entwurfszeichnung anzufertigen. Diese wurden von den Konstrukteuren und Zeichner in nachfolgenden Schritten aus der Gesamtentwurfszeichnung abgeleitet. Entwurfszeichnungen sind in der Regel „in Blei“ gezeichnet worden. Mit „in der Regel“ ist gemeint, dass es in der Praxis sowohl vorkam, einfache „Bleizeichnungen“ direkt als Werkstattzeichnungen einzusetzen, als auch „in Tusche“ vorgezeichnete Entwurfszeichnungen für die weitere Ausarbeitung zu verwenden. Im ersten Fall reichten die Gründe von Terminknappheit (das „Auszeichnen“ mit Tusche dauerte seine Zeit), über Kostengesichtspunkte bis zur Tradition im Unternehmen. Ein Gesichtspunkt ob eine Zeichnung „in Blei“ oder „in Tusche“ als Werkstattzeichnung angefertigt werden musste war die sichere Möglichkeit zur Vervielfältigung. Mit den modernen Pausverfahren im 20. Jahrhundert waren auch Entwurfszeichnungen in Blei relativ gut zu vervielfältigen. Allerdings hatten Bleizeichnungen einen entscheidenden Nachteil, insbesondere bei Transparentpapier verwischten die Bleistriche leicht. Je mehr mit der Zeichnung gearbeitet wurde, umso problematischer wurde dieser Effekt. Zeichnungen waren als verbindliche Dokumentationen des technischen Standes oft Jahrzehntlang in Gebrauch. Unlesbare oder auch nur fehlerhaft lesbare Passagen konnten zu unangenehmen Falschbearbeitungen führen. Eine gut ausgeführte Tuschezeichnung war problemlos pausfähig, gut lesbar und relativ fälschungssicher.

Im Folgenden werden einige Beispiele von Entwurfszeichnungen wiedergegeben. Überschneidungen zu anderen Zeichnungsarten lassen sich nicht immer vermeiden. Die Beispiele sind wieder chronologisch geordnet.

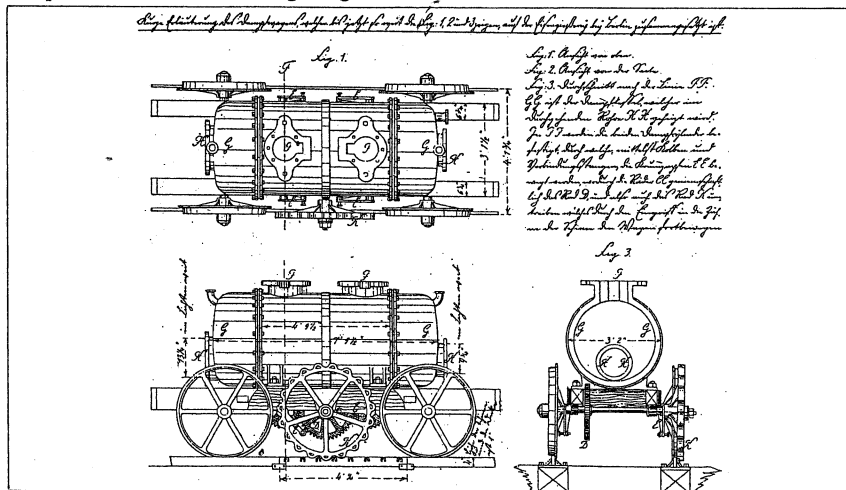


Bild 8.3/1: Gesamtentwurfszeichnung der zweiten in Deutschland gebauten Lokomotive (Kessel und Unterbau mit Antrieb, 1817)

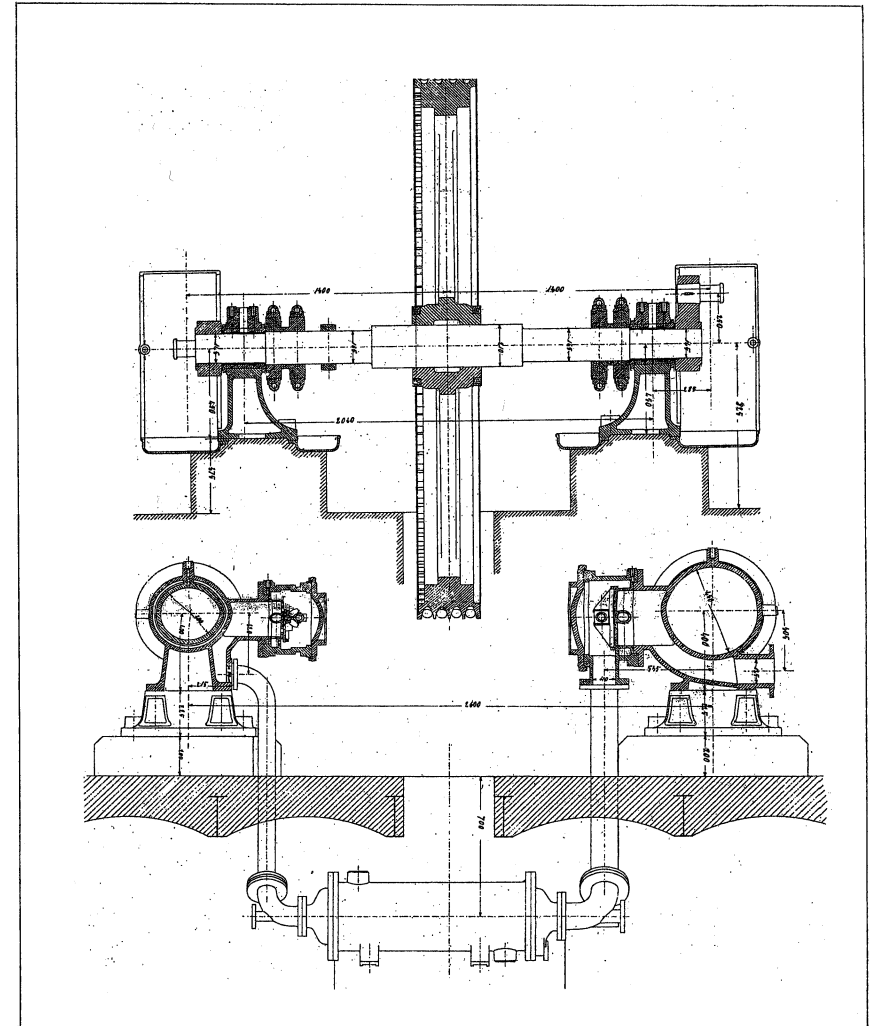
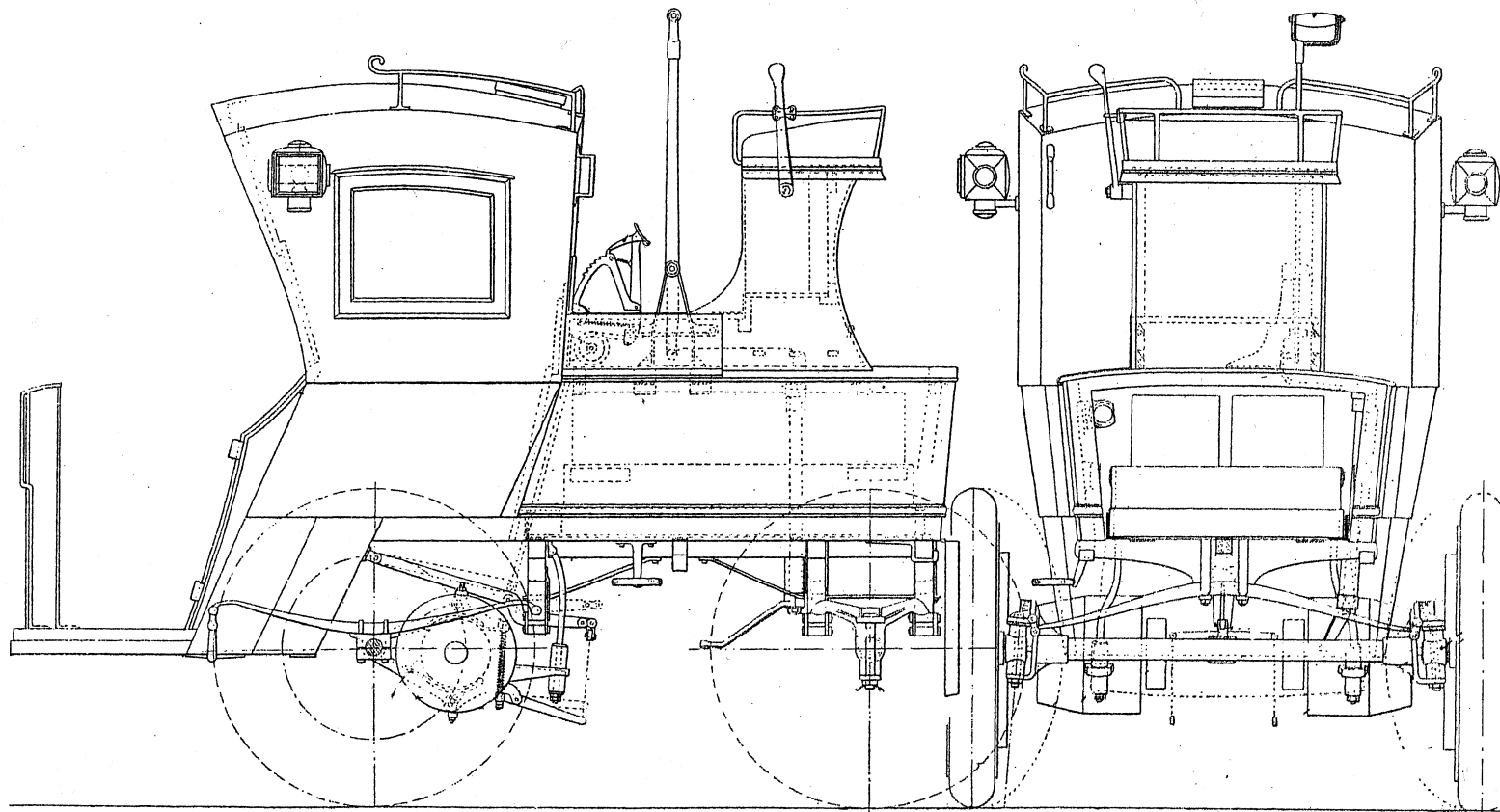


Bild 8.3/2: Entwurfszeichnung der Schwungradwelle und der Zylinder einer großen Compound-Dampfmaschine, HD-Zylinder 300 mm, ND-Zylinder 450 mm, Hub 500 mm (in Tusche gezeichnet, um 1860)

Bemerkung:

Es gab Ende des 19. Jahrhunderts eine Phase, in der spezielle „Bleizeichnungen“ als sicher pausfähig und relativ fälschungssicher galten. Die Entwürfe wurden wie üblich auf Transparentpapier gezeichnet. Die Konstruktionslinien des Entwurfs wurden dann mit Hilfe eines extrem harten Bleistifts nachgezeichnet. Das führte dazu, dass sich die Linien sehr tief in das Transparentpapier eingruben. Die Begriffe Aufriss, Seitenriss usw. bekamen bei der Betrachtung dieser Zeichnungen einen unmittelbaren Sinn. Die „eingerissenen“ Linien waren pausbar, sie konnten nicht verwischt werden und waren auch mit Hilfe von Radiermesser oder Glaspinsel nicht zu entfernen.



Tafel 8.3/3: Entwurfszeichnung einer Droschke mit elektrischem Akkumulator-Antrieb (um 1900)

9. AUSGEARBEITETE GESAMTZEICHNUNGEN

9.1 Zeichnungsarten

Die Darstellung des Zusammenbaus eines technischen Objekts wurde Gesamtzeichnung oder Zusammenstellungszeichnung genannt. Im Laufe der Zeit haben sich die verwendeten Bezeichnungen mehrfach geändert. Die Bezeichnung „Dispositionszeichnung“ wies auf eine Anordnungszeichnung bei größeren Anlagen hin. „Werkszeichnung“ stand beispielsweise für eine offiziell freigegebene Zeichnung. Gemeinsames Merkmal aller Gesamtzeichnungen war, dass alle Bauteile, die funktionalen Zusammenhänge und baulichen Zuordnungen in einem Plan dargestellt wurden. Bei sehr umfangreichen Maschinen gliederte man den Maschinenaufbau in einzelne Baugruppen. Jede Baugruppe wurde in einer eigenen „Baugruppen-Gesamtzeichnung“ dargestellt. Die übergeordnete Gesamtzeichnung war nur noch eine Zusammenbauzeichnung der einzelnen Baugruppen. In dieser Zeichnung wurden die Baugruppen oft vereinfacht dargestellt, oft nur in Form ihrer Umrisse. Nur die Verbindungen der Baugruppen selbst waren ausführlich gezeichnet. Man nannte diese Gesamtzeichnungen, im Gegensatz zu den vollständigen Gesamtzeichnungen, „vereinfachte oder unvollständige Gesamtzeichnung“. Die Kriterien für die Abgrenzung der Baugruppen waren unterschiedlich. Baugruppen konnten funktionale Einheiten sein, herstellungsbezogene Gruppen repräsentieren oder aus montage-technischen Einheiten bestehen. Das besondere Merkmal dieser Strukturierung war die von Anfang an geplante, d.h. schon beim Entwurf festgelegte, Aufteilung.

Im hier betrachteten Zeitraum, also etwa ab dem Beginn des 19. Jahrhunderts, hat sich bei der formalen Ausgestaltung der Gesamtzeichnungen eine Reihe von Veränderungen ergeben. Diese Veränderungen können nicht bestimmten Phasen zugeordnet werden. Zu groß waren die Einflüsse der jeweiligen Branche oder des einzelnen Herstellers. Aber einige Charakteristika sind erkennbar. Üblich war es lange Zeit, Gesamtzeichnungen und die Zeichnungen der Einzelteile wenn möglich auf einer gemeinsamen Zeichnung darzustellen. Alle für die Herstellung notwendigen Informationen befanden sich auf einem Plan. Bei komplexeren Maschinen versuchte man eine Zeit lang, tendenziell mit möglichst wenigen Zeichnungen auszukommen. Es gab mehrere Gründe für diese Vorgehensweise. Basis der betrieblichen Organisation war in vielen Fällen das Werkstattprinzip. Es war von Vorteil, mit nur einer einzigen, verbindlichen Arbeitsgrundlage zu arbeiten. Auch die Zeichnungsverwaltung gestattete sich einfacher. Es gab auch einfache praktische Gründe für die Verwendung nur einer Zeichnung. Beispielsweise steckten die Vervielfältigungsverfahren für technische Zeichnungen Anfang des 19. Jahrhunderts noch in den Kinderschuhen. Am Anfang musste noch von Hand kopiert werden.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ging man insbesondere bei größeren technischen Objekten dazu über, die Gesamtzeichnung und die Zeichnungen der Einzelteile zu trennen. Die einzelnen Bauteile brauchten dabei nicht in allen Details in der Gesamtzeichnung dargestellt werden. Diese Art der Aufteilung entsprach den Anforderungen der stark arbeitsteiligen Organisation in den Industriebetrieben. Nicht in jeder Stufe der Fertigung waren Informationen zum Gesamtprodukt notwendig und hilfreich. Ein weiterer, wesentlicher Einfluss auf die Ausführung der Gesamtzeichnung machte sich in dieser Zeit ebenfalls bemerkbar. Am Anfang des 19. Jahrhunderts war es in den Betrieben des Maschinenbaus üblich, alle Teile eines technischen Objekts selbst zu fertigen, von den „Normalien“ bis zu den kompliziertesten Teilen. Die Betriebe waren im wahrsten Sinne des Wortes „Maschinenbauanstalten“. Die Gesamtzeichnungen enthielten nur die notwendigsten zeichnerischen und textlichen Angaben. Die Erfahrungen und das Können der Werkmeister und der Arbeiter in den Werkstätten waren entscheidende Faktoren für die Umsetzung und erfolgreiche Durchführung eines Auftrags.

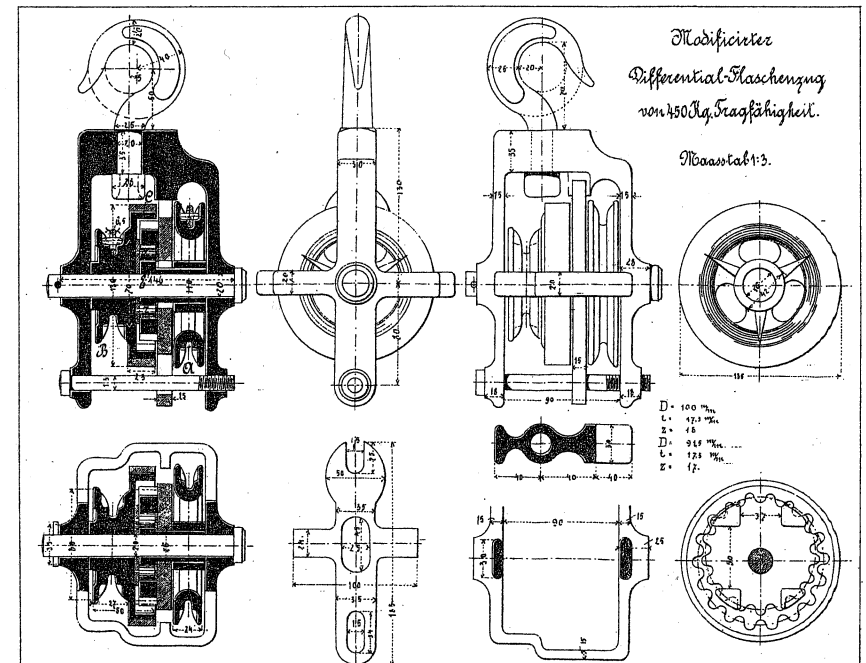


Bild 9.1/1: Ältere Gesamtzeichnung eines Differential-Flaschenzugs (um 1840)

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts nahmen mit rasch steigender Tendenz spezialisierte Betriebe in eng begrenzten Produktsegmenten die Fertigung auf. Die Spezialisierung auf einzelne technische Gebiete lohnte sich. In der Folgezeit entstand eine leistungsfähige „Zulieferindustrie“. Diese Entwicklung hatte auch einen Einfluss auf die zeichnerische Dokumentation. Es musste bei der Konstruktion entschieden werden, was selbst gefertigt werden sollte und was zugekauft. Jedes Zukaufteil erhielt eine eigene Zeichnung. Die Anforderungen an die zeichnerischen Vorgaben bei komplizierten Zulieferteilen waren auch andere als bei der Eigenfertigung, sie mussten genauer, eindeutiger und vollständiger sein. Bei Eigenfertigung konnte man sich auf das Basiswissen und die Erfahrungen der Werkstätten verlassen, bei den fremden Betrieben der Zulieferindustrie nicht.

Basis der Gesamtzeichnungen waren die Entwurfszeichnungen „in Blei“. Sie wurden beim Ausarbeiten ergänzt, ggf. korrigiert, in eine „lesbare“ (normgerechte) Form gebracht und in Tusche „ausgezogen“. Die Zeichnungen wurden oft Jahrzehnte benutzt. Sie mussten dauerhaft haltbar sein und durften nicht einfach verändert werden können.

Es wurde schon erwähnt, dass im Zuge der Mechanisierung der Arbeit und der Industrialisierung das gesamte „Werkstattwissen“ nach und nach in die technischen Zeichnungen eingeflossen war. Sie wurden zu Trägern des gesamten Wissens eines Herstellers.

In alten Gesamtzeichnungen waren die schriftlichen Informationen, z.B. der Name des Herstellers, Bezeichnung der Maschine, Datum der Zeichnungserstellung, Name des Konstrukteurs u.ä. frei auf der Zeichenfläche in üblicher Handschrift vermerkt. Da jeder Konstrukteur seinen eigenen „Stil“ hatte, war das Lesen einer Zeichnung nicht ganz einfach. Man ging ab etwa 1860 vermehrt dazu über, einen eigenen Bereich auf der Zeichnung für diese Basisinformationen freizuhalten. Im Laufe der Zeit bildete sich daraus die heute noch übliche Lage des „Schriftfeldes“ in der unteren, rechten Ecke der Zeichnung heraus. Der Inhalt dieses Schriftfeldes war am Anfang von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich. Die allgemein gültige Form gab es ab 1920. Formen und Inhalte wurden genormt.

Zeich.	Stück	Legenstand	Dat.	Mod.Dz.	Zeich.	Stück	Legenstand	Dat.	Mod.Dz.
a	1	Cylinder	g.		f	1	Stoßbüchse z. Kollenzange	g.	
b	1	Obere Cylinderdeckel	g.		g	1	Büchse zu Stoß	g.	
c	1	Edraube	g.		h	2	Grundringe	g.	
d	1	Schieberkastenrückel	g.		i	2	Stoßbüchsen	g.	
e	1	Grundring zu Kollenzange			k	2	Büchsen zu Stoß	g.	

Zeich.	Stück	Legenstand	Dat.	Mod.Dz.
l	1	Grundring	g.	
m	1	Stoßbüchse	g.	
n	1	Büchse zu Stoß	g.	

Datum	Em.Dz.	Bemerkungen
1. 4. 98	1128	Erstmalige Ausführung

Drischung, den 6. 6. 98.

Bild 9.1/2: Schriftliche Informationen auf einer Gesamtzeichnung (um 1898)

Bild 9.1/3: Schriftliche Informationen auf einer Gesamtzeichnung (um 1930)

1	Lagerplatte	18		
1	Lagerplatte	17	Ms Blech 25 DIN 1751	
2	Palschuhe	16	Wellstahl 38-13 DIN 580	
1	Distanzbalzen	15	Rad St 2 DIN 668 St 38-13	
2	Linsensenkenschraube	14	M 3 x 5 DIN 88 Ms 58	vern.
2	Stellring	13	Rad St 13 DIN 668 St 38-13	
1	Schraubenfeder	12	St Draht 7 DIN 777	
1	Zylinderstift	11	Präz Rad St 3-12 DIN	
1	Kupplungshülse	10	Rad St 25 DIN 668 St 38-13	
1	Achse	9	Rad St 8 DIN 667 St 38-13	
1	"	8	M 2 x 7	
1	Zylinderschraube	7	M 2 x 4 DIN 84 Ms 58	vern.
3	Scheiben	6	21 DIN 134 Ms Blech	
1	Isolierscheibe	5	" " 5 #	
1	Isolierbüchse	4	Hartgummi 3 #	
1	Kontaktstück	3	Rad St DIN 668 St 38-13	
1	Isolierbüchse	2	Hartgummi 5,5 #	
1	Anker	1	Stahlguß DIN 1081	
1	Anker	1	bestehend aus 8 Teilen	
Stück	Benennung	Teil	Werkstoff Dl-Normen	Bemerkung

Kurbelinduktor				
Maßst.	Dat.	Name	Blatt	
1:1	2.1.30	J.P.	1	1
	Gezeichnet	2.1.30	J.P.	1
	Geprüft	2.1.30	J.P.	1

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren aus den anfänglich sehr einfachen „zusammenfassenden Gesamtzeichnungen“ sehr komplexe Informationssysteme für alle betrieblichen Stellen eines Unternehmens geworden. Sie enthielten nicht nur die zeichnerischen Darstellungen, sondern auch eine Vielzahl an schriftlichen Informationen zur Herstellung und Beschaffung, Abkürzungen, Symbole, Ordnungsinformationen u.a.m. Mit der Entwicklung der Betriebe zu immer größeren Unternehmen mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Produkten wurde die Organisation des Zeichnungswesens zu einem Problem. Nicht nur das Ablegen und Wiederfinden von Tausenden von Zeichnungen musste organisiert werden, sondern auch:

- die Gültigkeitsdauer,
- der Status der Zeichnung (nur Entwurf oder schon Werkstattzeichnung?),
- die „Freigabe“ (für Versuche, für die Fertigung, für die Materialbeschaffung?),
- der Änderungsstatus (woran ist erkennbar, dass die Zeichnung aktuellen Stand hat?),
- die Steuerung der Zeichnungen in den Werkstätten und den betrieblichen Stellen,
- die Steuerung der ungültigen Zeichnungen (Einziehen, Kennzeichnen),
- u.a.m.

Das Problem der Aktualität der Zeichnung war am Anfang des 19. Jahrhunderts von untergeordneter Bedeutung. Die Werkstätten in den Betrieben arbeiteten autonom nach allgemeinen zeichnerischen Vorgaben. Das änderte sich mit der Aufteilung der Arbeit in einen praktischen Werkstattteil und einen „theoretischen“ Konstruktionsteil. Das Wissen der Werkstatt wurde in die Zeichnung übernommen, der Informationsgehalt der Zeichnung nahm rapide zu und mit der Zunahme die Änderungshäufigkeit. Damit wurde die Aktualität der Zeichnung ein Problem. Die Aktualität war in zwei Bereichen wichtig. Zum einen mussten die in den Betrieb weitergegebenen Zeichnungen den neuesten Stand aufweisen, zum anderen mussten alle überholten Zeichnungen vollständig zurück gezogen werden. Der erste Teil war bei einem überschaubaren Zeichnungsvolumen relativ einfach zu lösen. Die aktuellen Originalzeichnungen wurden ja meist in den Konstruktionsabteilungen vervielfältigt. Ein leitender Ingenieur prüfte vor Weitergabe den Stand und stempelte beispielsweise die Zeichnung ab. Auf älteren gepausten Zeichnungen findet man häufig einen Stempelabdruck „Werkstatt“ oder „Frei für Werkstatt“, manchmal noch mit einem Datumstempel versehen. Bei technischen Objekten, die über längere Zeit hergestellt wurden, reichte dieses einfache System aber nicht aus. Die genaue Einzeländerung eines Merkmals in der Zeichnung war damit nicht verfolgbar. Die in der Zeichnung geänderte Position musste gekennzeichnet und die Änderung beschrieben werden. Ein einfaches Verfahren war, die geänderte Position mit einem Kennzeichen (z.B. einer Zahl oder einem Buchstaben) zu versehen. Im Schriftfeld oder einem separaten „Änderungsbuch“ wurden die Änderung, der Grund der Änderung und das Datum vermerkt. Wenn eine Zeichnung insgesamt überholt war erhielt sie einen Ungültigkeitsvermerk. Ungültige Zeichnungen durften nicht einfach vernichtet werden. Im Allgemeinen gab es vertragliche Regelungen mit den Abnehmern der Produkte über Garantien und Ersatzteillieferungen.

Der andere Bereich im Informationsfluss der Zeichnungen, die vollständige Entfernung ungültiger Zeichnungen aus dem Betrieb, war sehr viel schwieriger zu organisieren. Häufig hatten die Betriebe dafür nur ein unvollkommenes System. Man verließ sich darauf, dass der Werkstattleiter alte Zeichnungsstände einzog. Bei geringen Zeichnungsbeständen war dieser Ablauf zwar riskant, aber Fehler wurden im Allgemeinen bei der Fertigung oder beim Zusammenbau bemerkt. Bei großen Maschinenbauunternehmen gab es nach 1900 eine eigene Organisation für die Freigabe von Zeichnungen und die Verfolgung von Änderungen.

Um bei großen Zeichnungsbeständen die Ablage bzw. das Auffinden von Zeichnungen zu erleichtern reichten einfache Angaben, beispielsweise die Bezeichnung der Maschine auf der Zeichnung, nicht aus. Als Lösung wurden für die Zeichnungen Nummernsysteme entwickelt. Die Anzahl des Systeme, ihre Vor- und Nachteile, sind kaum zu überschauen. Häufig

9.2 Vollständige und vereinfachte Gesamtzeichnungen

In diesem Abschnitt wird die Entwicklung der Gesamtzeichnungen wieder anhand einiger Beispiele, beginnend mit dem Anfang des 19. Jahrhunderts, dargestellt. Die Ausführung der Zeichnungen war zu dieser Zeit weitgehend unabhängig von der Art der technischen Objekte. Größere Unterschiede gab es vornehmlich zwischen einzelnen Unternehmen. Die Zeichnungen waren am Anfang aufwendig mit Tusche und Feder gezeichnet. Kolorierungen von Hand waren in besonderen Fällen üblich. Sie waren nicht nur Ausdruck für den technischen Inhalt, sondern auch Mittel zur Präsentation des Besonderen der dargestellten Idee. Im Verlauf der Entwicklung wurden die Zeichnungen immer nüchterner und durch formalisierte Darstellungen ergänzt. Der individuelle Charakter und der repräsentative Anspruch verschwanden. Entsprechend der Segmentierung der Technik in abgegrenzte Fachgebiete entstanden im Laufe der Zeit unterschiedliche zeichnerische Darstellungsformen bei den Gesamtzeichnungen. Stahlbauzeichnungen, Kesselbauzeichnungen, Schiffbauzeichnungen u.a.m. unterschieden sich deutlich von denen des allgemeinen Maschinenbaus. Es sind daher Zeichnungen unterschiedlicher Fachgebiete aufgenommen worden. Als Wiedergabeformat wird die „ganzseitige Tafel“ gewählt. Durch eine Verkleinerung würden Einzelheiten nicht mehr lesbar sein. Die Reihenfolge ist wieder chronologisch. Die Erläuterungen zu den Tafeln sind kurz gefasst. Wesentlich ist hier die Darstellung selbst, nicht die technische Funktion.

Die Tafel 9.2/1 zeigt die Idee eines neuartigen Transportsystems. Übliche Fuhrwerkswagen sollten damit auf „eisernen Schienen“ ohne Umladung der Fracht befördert werden. Es handelt sich um das erste „Huckepack-Transportsystem“. Die außerordentlich sorgfältig angefertigte Zeichnung gibt die Konstruktion vollständig wieder. Sie diente mehr der Präsentation der Idee als zu deren technischer Umsetzung. Es sind keine Hauptmaße angegeben. Die Zeichnung wurde durch eine textliche Erläuterung ergänzt. Die einzelnen Ansichten und Details des Systems sind nach den technischen Standards der Zeit gezeichnet. Die ausführenden Handwerker mussten das notwendige Wissen und Können besitzen, um derartige Konstruktionen umzusetzen. Die Kombination aus anschaulicher Darstellung, beispielsweise bei der „Verladerampe“ für die Fuhrwerkswagen, sowie der technischen Zeichnung für die Rädergestelle, ist typisch für die Zeit um 1800. Das Beispiel ist der folgenden Veröffentlichung des Joseph Ritter von Baader entnommen: Neues System der fortschaffenden Mechanik. München 1822.

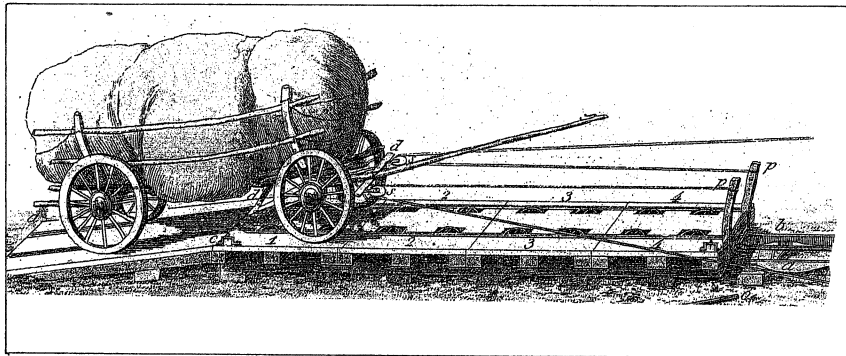
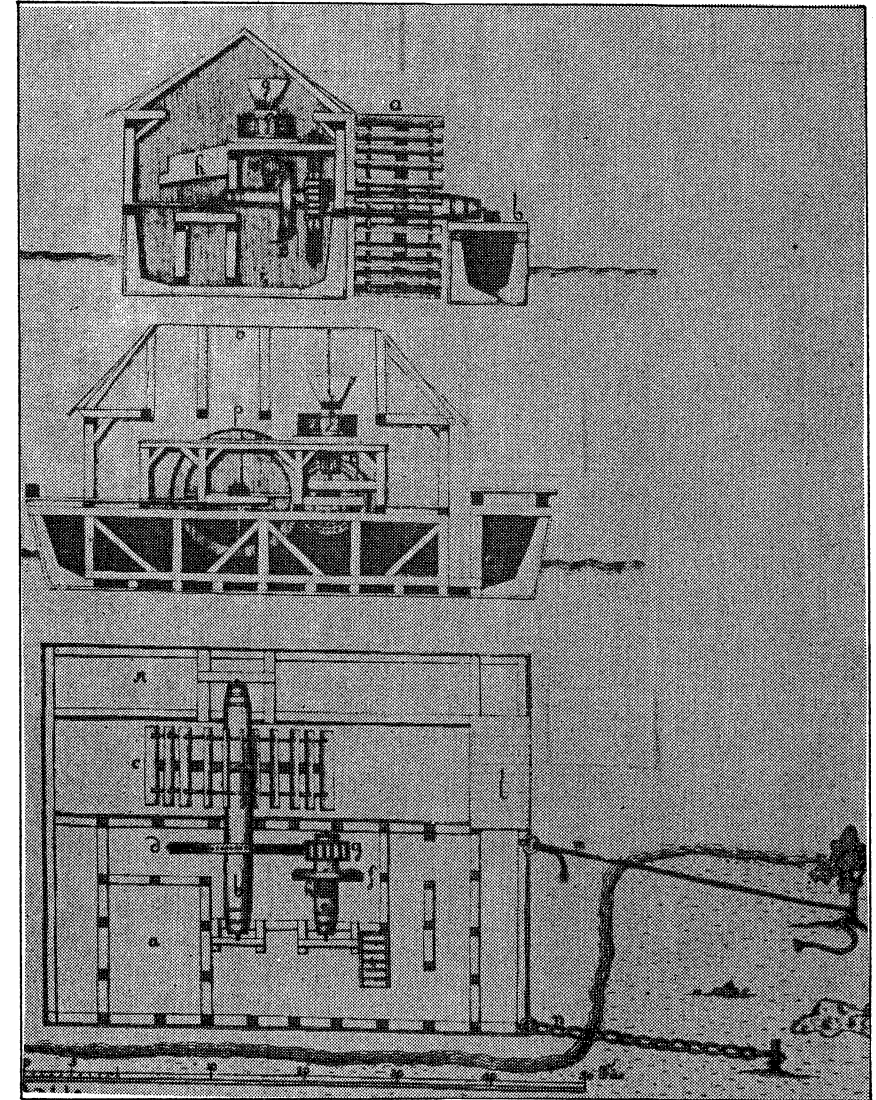
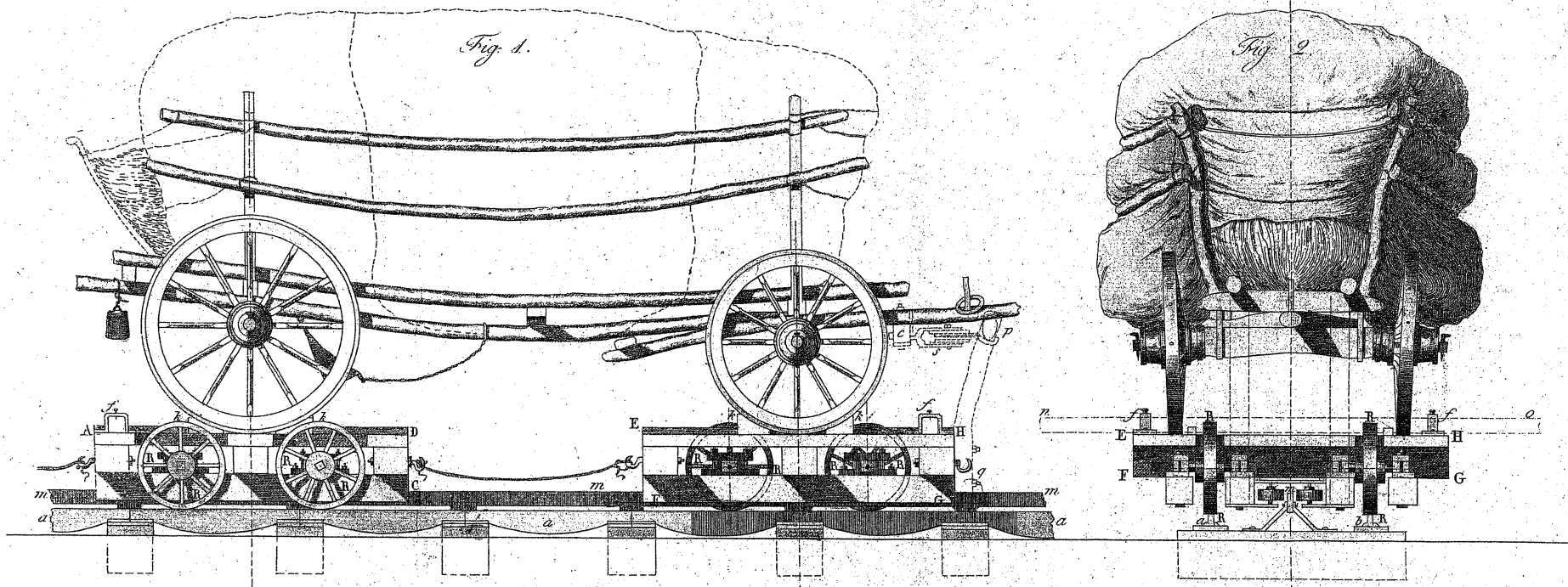


Bild 9.2/0: Verladerampe mit Schienenwagen

Bemerkung:

Zur Entwicklung des konstruktiven Zeichnens sei zum Vergleich die Darstellung einer Schiffsmühle herangezogen. Die Darstellung stammt etwa aus dem Jahr 1730. Sie wurde fast 100 Jahre vor der Zeichnung in Tafel 9.2/1 angefertigt. Im Original war die Zeichnung der Schiffsmühle farbig mit lavierten Verläufen angelegt. Sie enthielt viele Elemente aus der umgebenden Natur. Insgesamt war sie wesentlich aufwendiger gearbeitet als die Zeichnung in Tafel 9.2/1. Die Schatten waren sorgfältig ausgearbeitet und verstärkten den räumlichen Eindruck. Die technischen Funktionen wurden durch einigen künstlerischen Elemente hervorgehoben.





Tafel 9.2/1: Gesamtzeichnung eines Lasten-Transportsystems (um 1820)

In der Tafel 9.2/2 ist eine einfache Handwinde dargestellt, wie sie in ähnlicher Form in tausendfachen Ausführungen zum Einsatz kam. Die Darstellung zeigt zwei ähnliche Winden. Eine schwerere Ausführung rechts oben und eine leichtere links unten. Die Darstellung ist in üblicher Weise als Seitenansicht und Hauptansicht gezeichnet. Einige Bauelemente, beispielsweise das große Zahnrad der schwereren Winde, sind „freihand“ gezeichnet. Im Gegensatz dazu steht das vollständig konstruierte große Zahnrad der kleineren Winde. Die wesentlichen Abmessungen sind eingetragen. Die Zeichnung enthält eine Maßskala. Nicht eingetragene Größen können problemlos abgenommen werden. Typisch für die konstruktiven Zeichnungen in der Zeit war der Einsatz von perspektivischen Darstellungen, um das technische Objekt anschaulich zu machen. Das Lesen der orthogonalen Projektionen (Ansichten) bereitete noch Probleme. Die links oben gezeichnete kleine Winde war sehr sorgfältig als Zentralprojektion ausgeführt. Ergänzt wurde die Gesamtzeichnung noch durch eine Detailskizzen von Bauelementen, deren Ausführung in der Gesamtzeichnung nicht zu erkennen war. Die Zeichnung ist als Vorlage für die Anfertigung der Winde geeignet. Die Literaturquelle des Beispiels ist - Le Blanc: Choix de Modèles, Dessin des Machines, Paris 1830.

Bemerkung:

In Gesamtzeichnungen wurden in der Praxis im Allgemeinen die Hauptmaße des technischen Objekts eingetragen, zumindest eine Maßstabsskala um Maße abzugreifen. Der Umfang der Vermaßung war zum einen von der technischen Entwicklungsphase abhängig, zum anderen sehr stark auch von der Branche und den jeweiligen betrieblichen „Traditionen“. Es gab auch Gesamtzeichnungen mit vollständiger Vermaßung der Teile, beispielsweise im Stahlbau oder im Lokomotivbau. Der Vorteil war, man hatte „für alles“ nur eine Zeichnung. Die Zeichnungen wurden durch die Eintragung der Maße schnell unübersichtlich. Das folgende Beispiel zeigt den Unterschied.

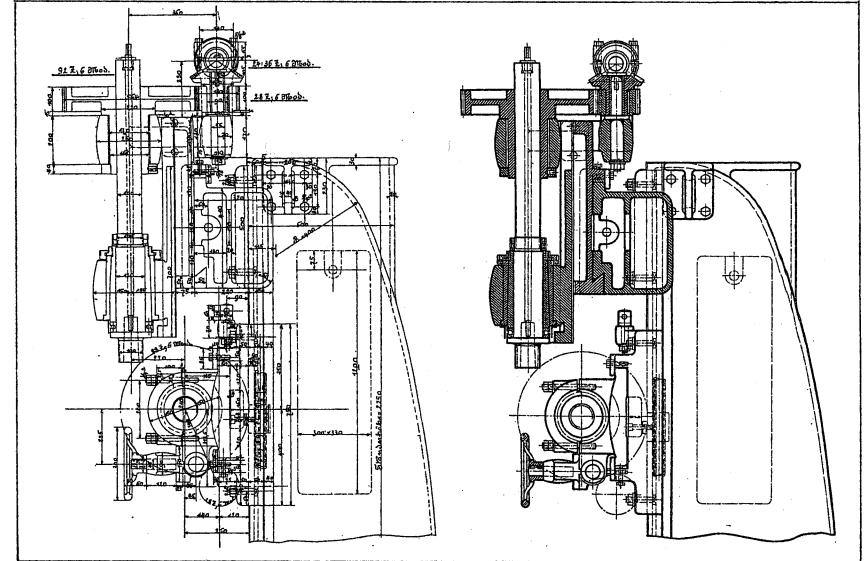


Bild 9.2/01: Gesamtzeichnung einer Bohrmaschine mit allen Maßen und ohne Maße (um 1906)

Bemerkung:

Vereinfachte Gesamtzeichnungen gab es auch als „Skelett-Zeichnungen“. Bei ihnen stellte man den inneren Aufbau in einer Ansicht mit den Außenformen dar.

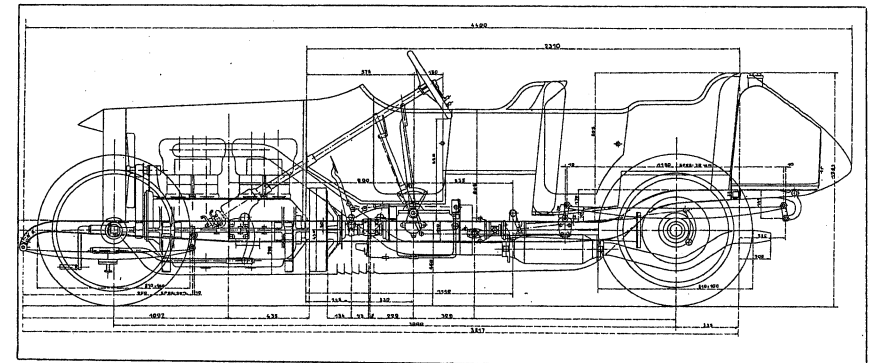
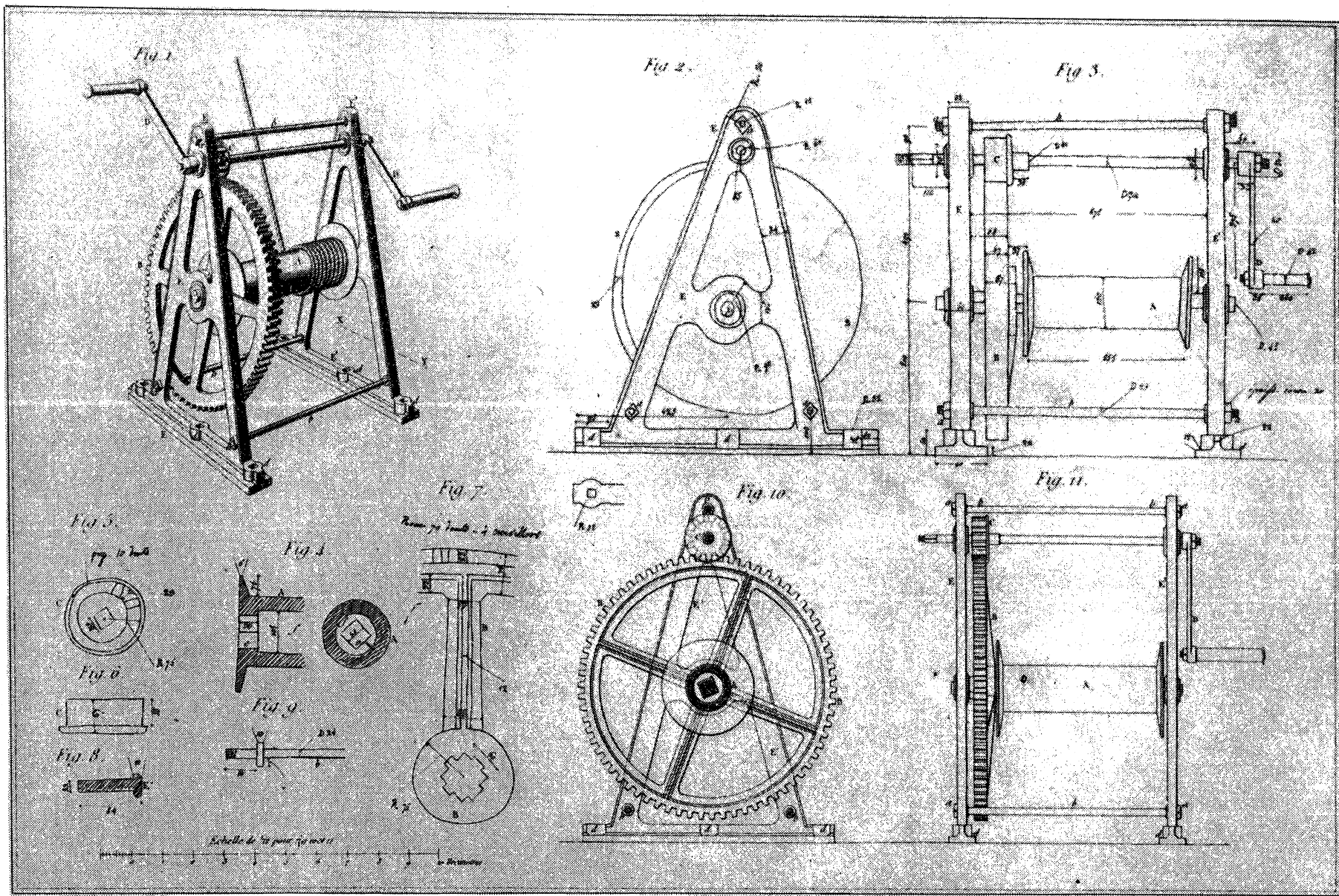


Bild 9.2/02: Vereinfachte Gesamtzeichnung eines PKW (um 1920)



Tafel 9.2/2: Gesamtzeichnung einer Winde mit Handantrieb (um 1830)

Die Dampfzugmaschinen von Dietz waren die ersten in Kontinentaleuropa gebauten und im praktischen Einsatz genutzten Maschinen dieser Art. Sie waren ihrer Zeit weit voraus. Im Gegensatz zu den Dampfschleppern, die als universell einsetzbare Maschinen auch diverse Antriebsaufgaben übernehmen konnten, waren die Dampfzugmaschinen reine Einzweckmaschinen. Sie dienten nur zum Ziehen von Rollwagen auf befestigten Straßen. Riemenscheiben, Seilwinden u.ä. besaßen sie nicht. Dargestellt wird die Gesamtzeichnung der Maschine im Bild 9.2/1 und in der Tafel 9.2/3 die Einzelansicht des Längsschnitts. In der Einzelansicht sind die technischen Details besser lesbar. Die Dampfzugmaschine war die verbesserte Ausführung einer um 1834 gebauten ersten Version. Hergestellt wurden sie in Belgien, eingesetzt in Frankreich. Die Maschine konnte fünf Anhängewagen ziehen. Es wurden Personen als auch Fracht befördert. Probefahrten fanden in Paris und Umgebung statt. Die Dampfzugmaschine war kurzzeitig in der Nähe von Bordeaux im Linienbetrieb im Einsatz.

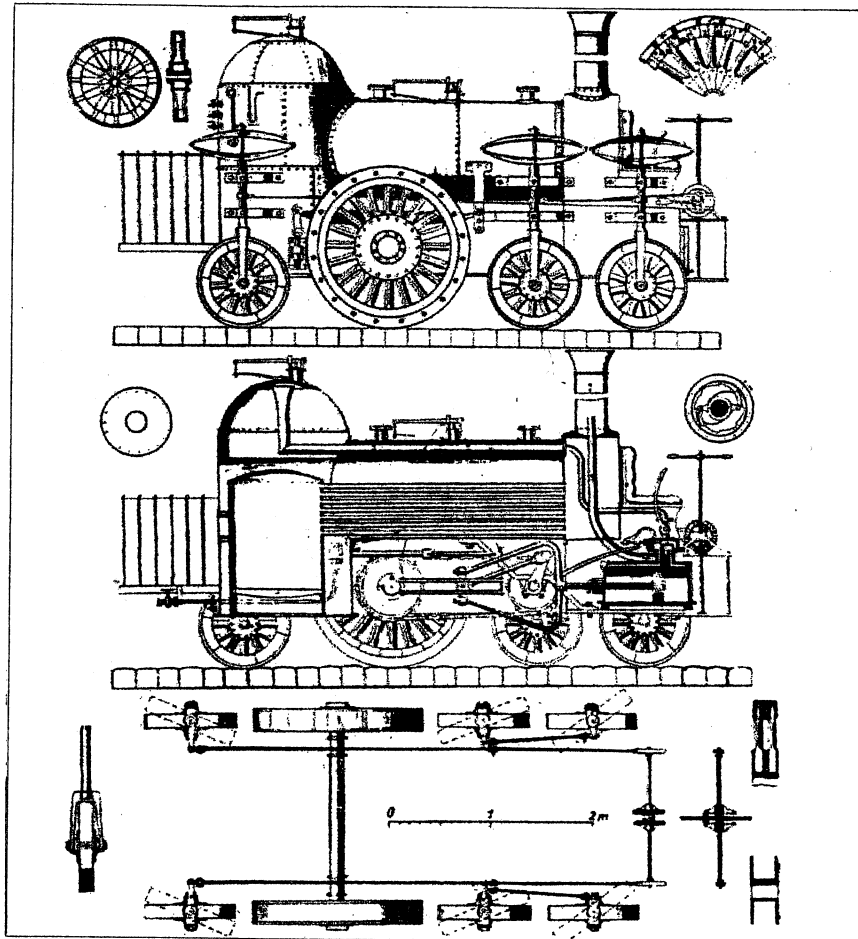
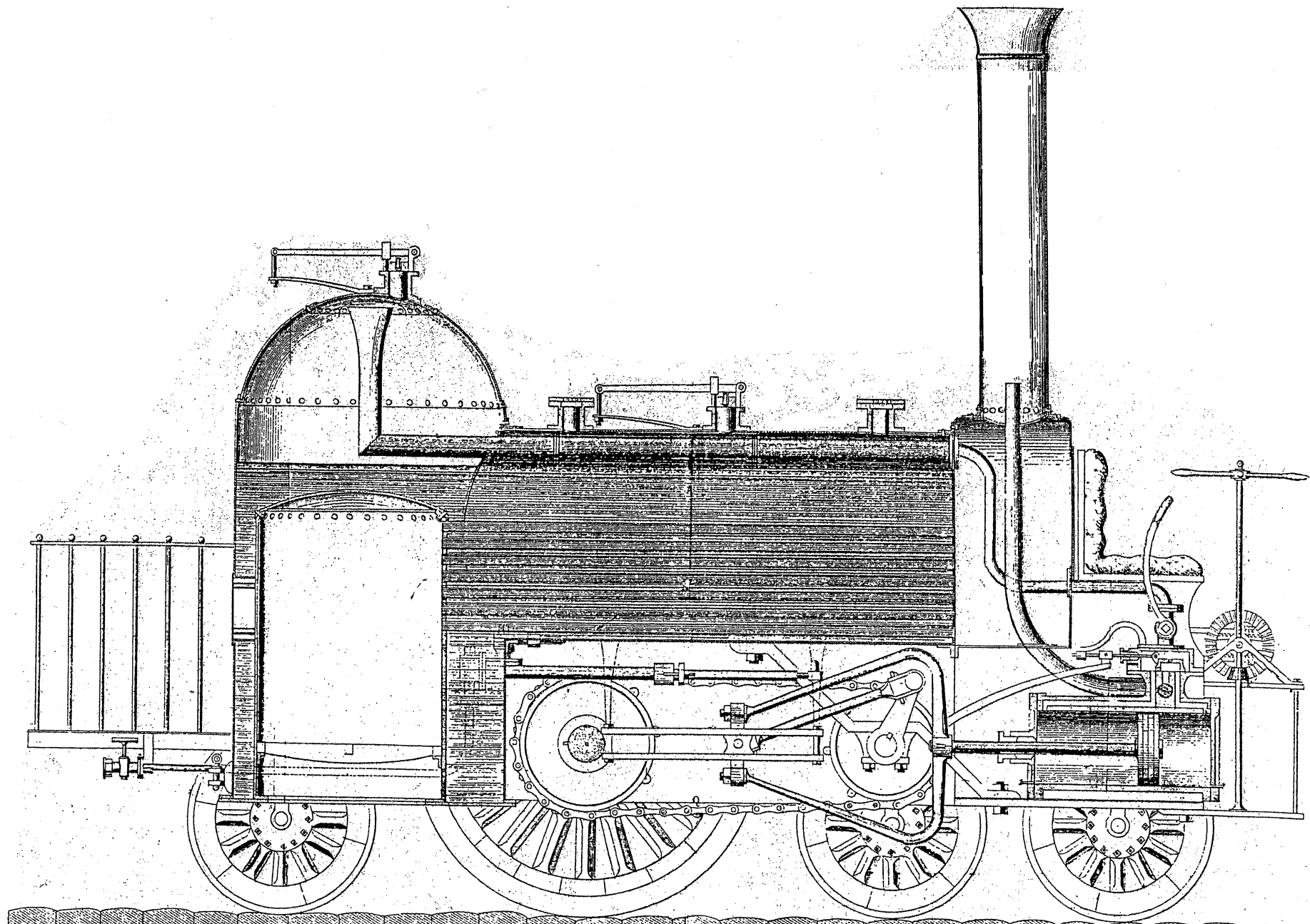


Bild 9.2/1: Gesamtzeichnung der Dampfzugmaschine von Carl Dietz (1839)

Die Gesamtzeichnung zeigt in der Seitenansicht, im Längsschnitt und in einem Ausschnitt die Draufsicht auf die Achsanordnung mit dem komplizierten Lenkmechanismus. Einige Details sind gesondert herausgezeichnet. Die sehr genau angefertigte Zeichnung diente zur Veranschaulichung der Gesamtmaschine und zur Darstellung der Funktionen. Schattierungen sind sparsam eingesetzt worden. Die Zeichnung war keine Anleitung zum Bau. Die Zeichnung enthielt keine Hauptmaße. Größen und einige Erläuterungen befanden sich in einem begleitenden Text. Auf eine anschauliche Darstellung (Perspektive) wurde verzichtet. Die Zeichnung ist typisch für den Zeichnungsstil in der Mitte des 19. Jahrhunderts, wenn die Verbreitung der Ideen in gedruckter Form erfolgen sollte (Kupferstich, Holzstich u.ä.). In der Tafel 9.2/3 ist der Längsschnitt durch die Maschine zu sehen. Die technischen Funktionen sind eindeutig erkennbar. Die Darstellung ist als orthogonale Parallelprojektion vollständig.



Tafel 9.2/3: Gesamtzeichnung (Längsschnitt) der Dampfzugmaschine von Carl Dietz (1839)

In der Tafel 9.2/9 ist die Gesamtzeichnung einer Dampf-Feuerspritze für den Gespannzug wiedergegeben. Es handelt sich bei der Maschine um eine französische Konstruktion „System A. Thirion“. Der schnell aufheizbare Kessel stand gut zugänglich im Heck. Der Kessel besaß keine große Zahl an Quersiedern wie im vorangegangenen Beispiel, sondern eine Vielzahl tief in den Feuerraum reichende U-förmig gebogene Kupferrohre, in denen eine lebhaft Zirkulation des Kesselwassers für eine rasche Erwärmung sorgte.

Die Zweizylinder- Dampfmaschine und der Pumpenzylinder lagen als ein Block quer vor der hinteren Achse. Die Kurbelwelle mit den Kurbeln für die Maschine und Pumpe lag quer über der vorderen Achse. Im Bild 9.2/8 ist der Längsschnitt der Dampfspritze mit dem Kessel und einem Pumpenzylinder wiedergegeben.

Zur Gesamtzeichnung gehörten mehrere Blätter, die die Konstruktion im Detail beschrieben. Sie lagen als Blaupausen vor. In der Tafel 9.2/9 ist nur die Hauptansicht aufgenommen worden, da hier nicht die technischen Einzelheiten im Vordergrund stehen. Die Zeichnung enthält die wesentlichen Maße. Maßlinien und Maßhilfslinien sind noch gestrichelt gezeichnet. Mittellinien sind wie heute noch üblich als Strich-Punkt-Linien ausgeführt. Auffällig ist die ungemein sorgfältige Zeichnung aller Standardteile wie Nieten, Schrauben, Armaturen etc.

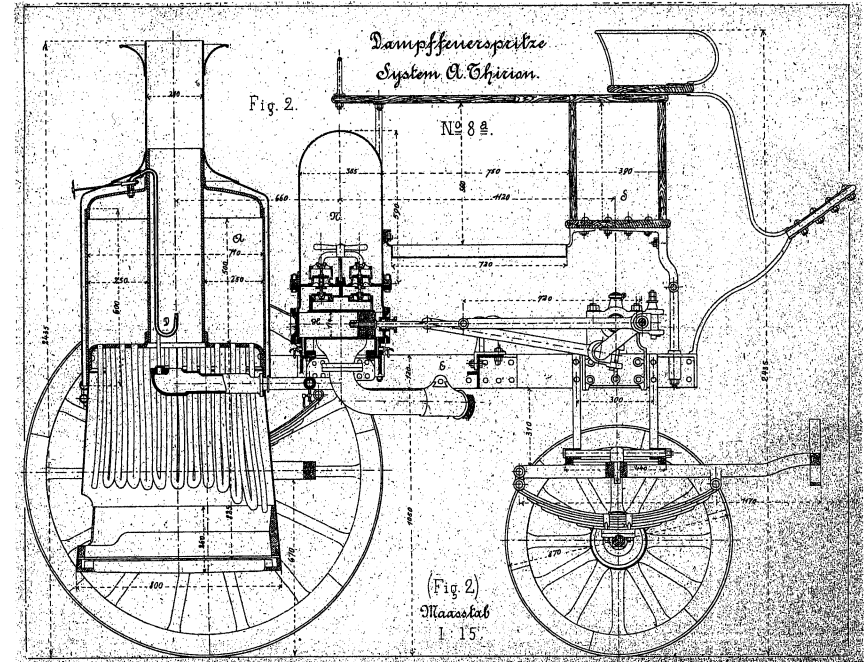
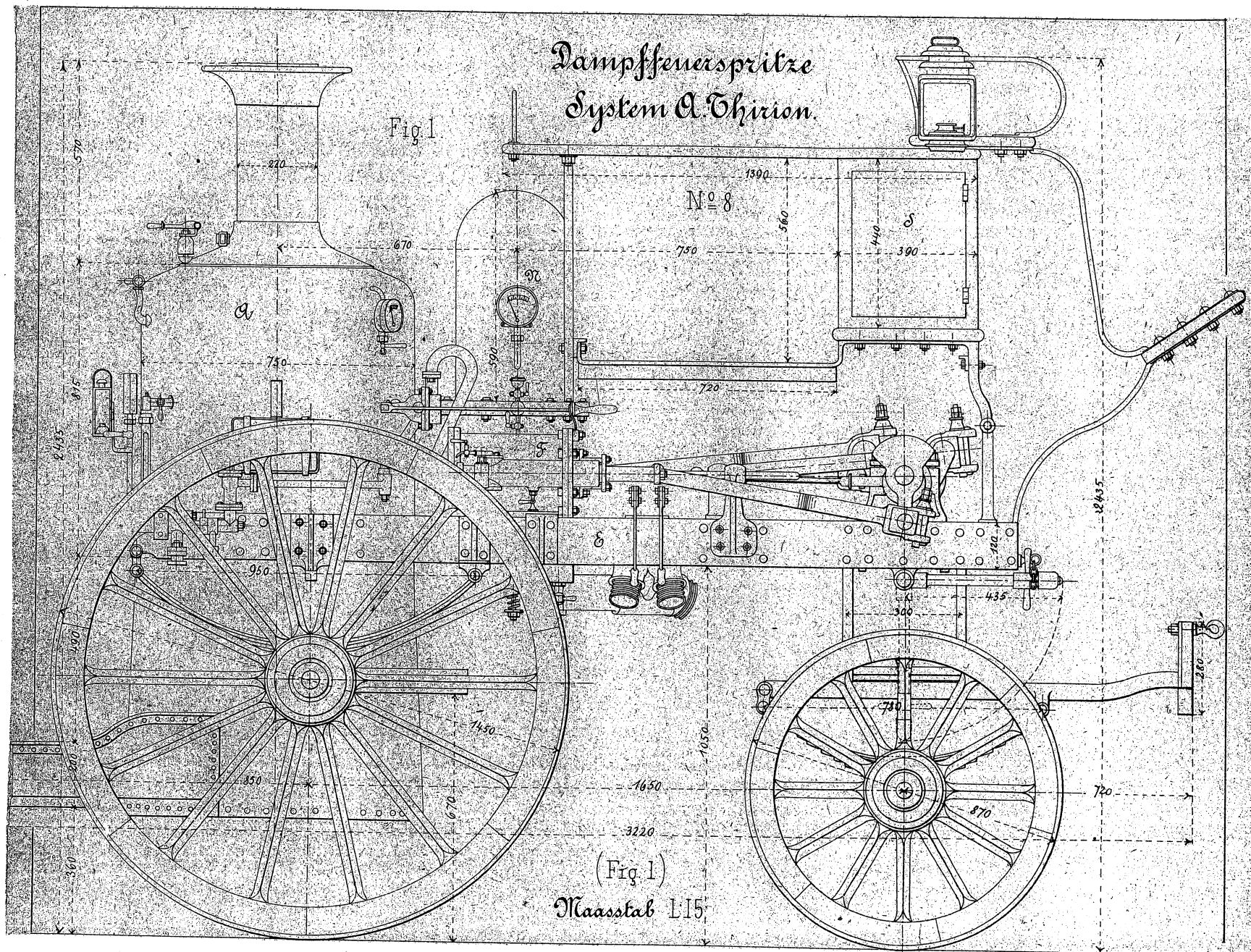


Bild 9.2/8: Längsschnitt durch die Dampf-Feuerspritze



Tafel 9.2/9: Gesamtzeichnung einer Dampf-Feuerspritze (um 1884)

In der Tafel 9.2/10.1 ist der erste von Rudolf Diesel (1858 – 1913) konstruierte Dieselmotor dargestellt. Es war noch ein Versuchsmotor, der aber funktionierte und längere Zeit eine konstante Leistung abgeben konnte. Er wurde 1897 bei der MAN in Augsburg gebaut. Diesel hatte die Maschine, nach vielen Versuchen und mehreren Fehlschlägen, mehrfach verändern müssen.

Die Gesamtzeichnung ist typisch für die Zeit nach der Jahrhundertwende. Die Konstruktion ist vollständig mit allen wesentlichen Teilen maßstäblich gezeichnet. Sie enthält, neben den Hauptmaßen, auch eine Reihe schriftlicher Eintragungen zur Funktion des Motors. Rechts neben der Hauptansicht ist der Hebel eines Pronyschen Zausms angedeutet. Er diente zur Messung der Leistung. Die Zeichnung ist vollständig in Tusche ausgeführt.

Das untenstehende Bild zeigt den ersten Motor auf dem Prüfstand. Der Konstruktionsstand ist nochmal verändert worden.

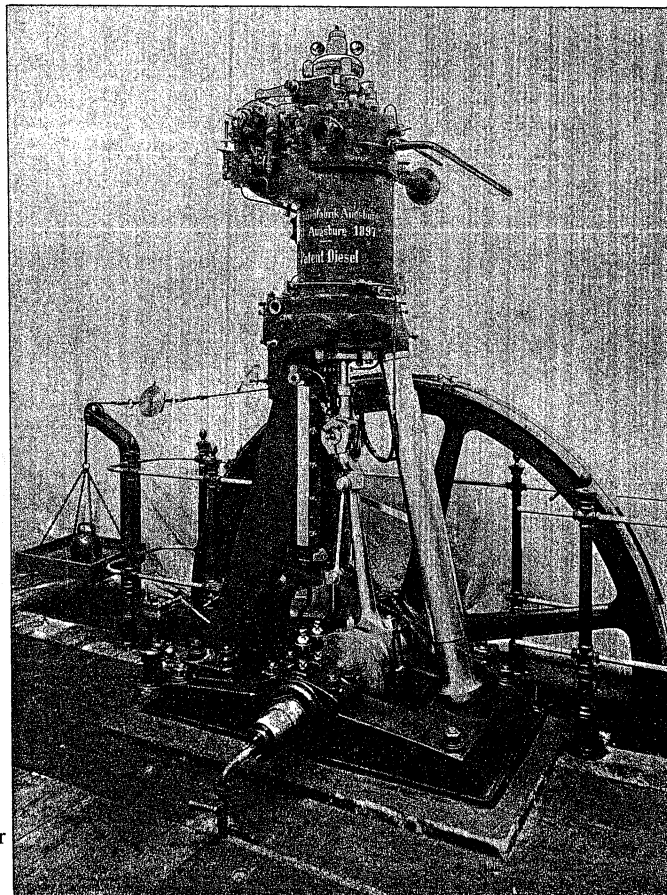


Bild 9.2/8a:
Versuchsdieselmotor
aus dem Jahr 1897
auf dem Prüfstand

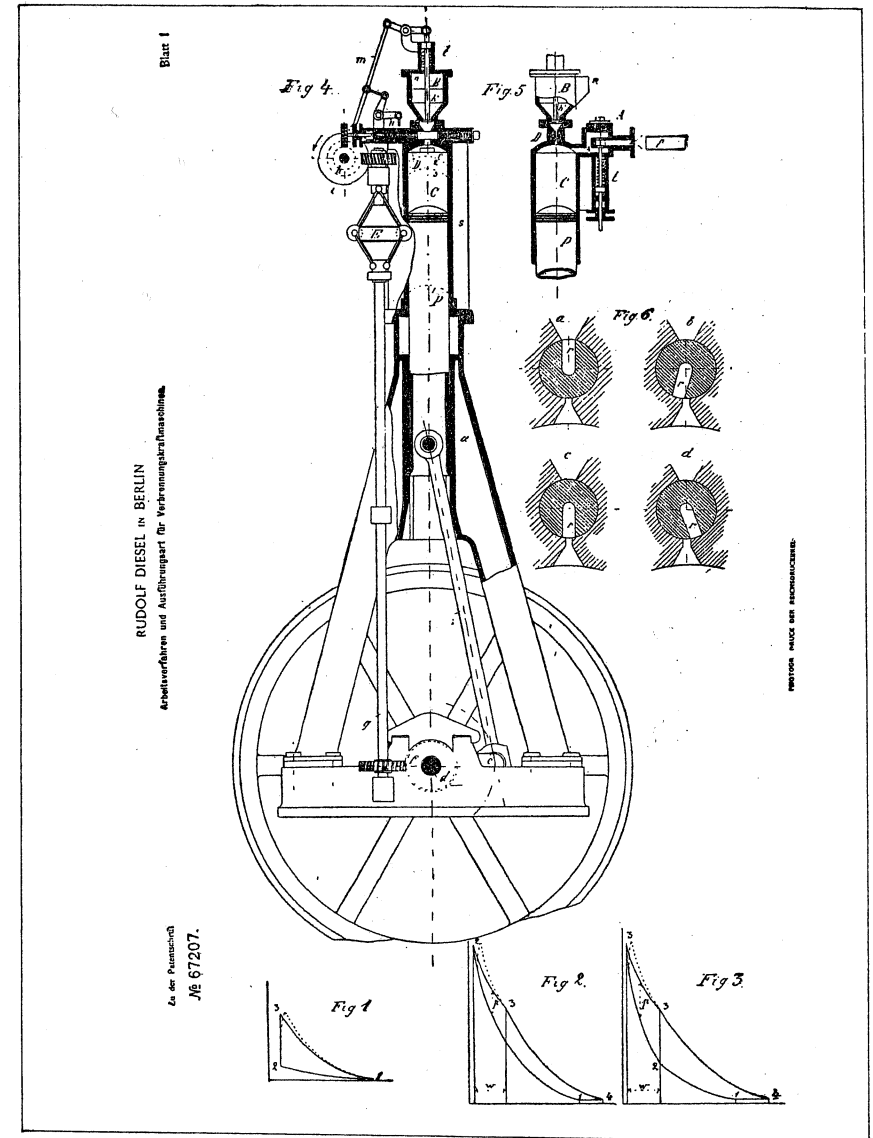
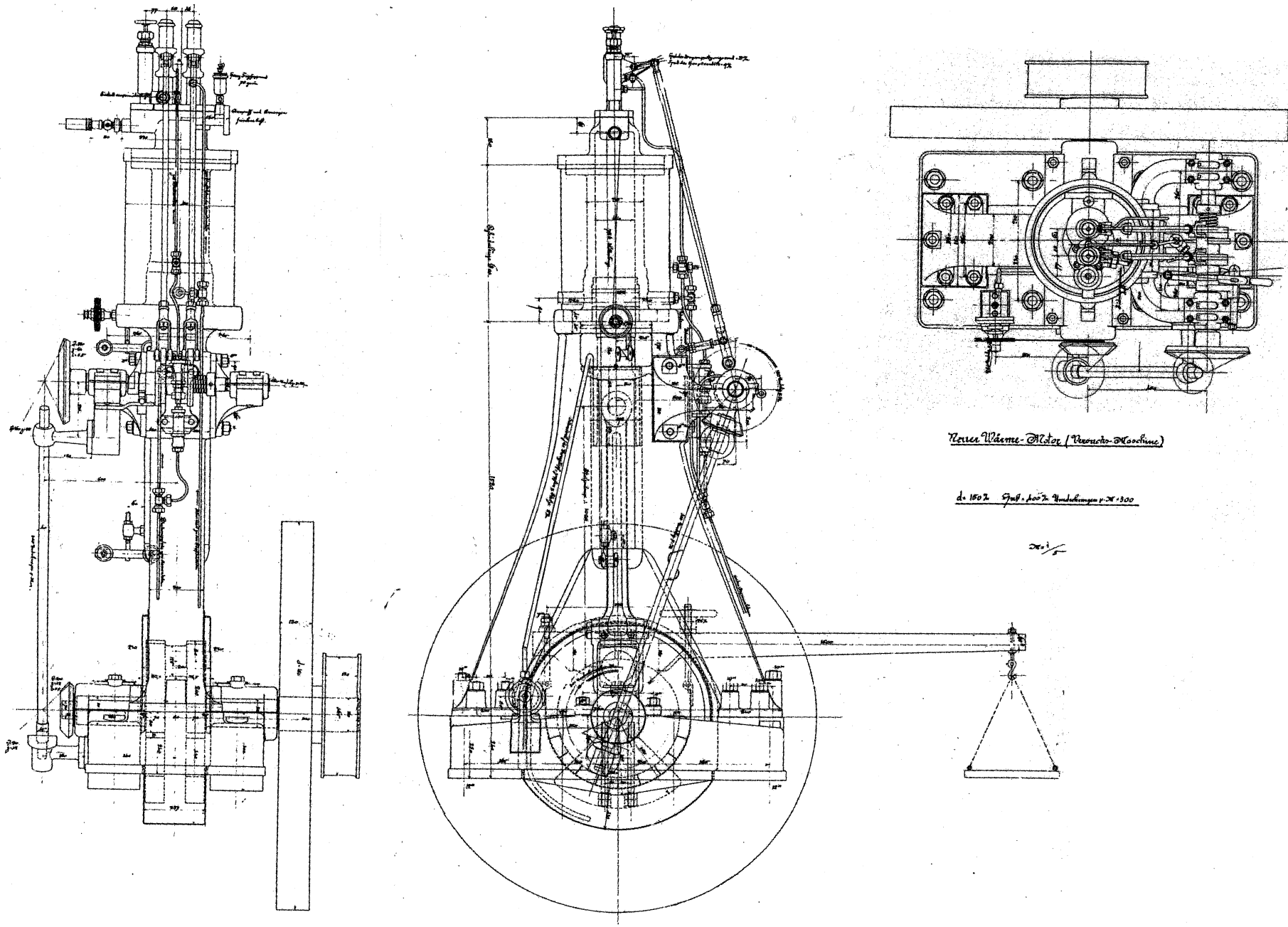


Bild 9.2/8b: Patentzeichnung des „Rationalen Wärmemotors“ aus dem Jahr 1892
(mit Arbeitsdiagrammen)



Tafel 9.2/10.1: Gesamtzeichnung des ersten „Rationellen Wärmemotors“ von Rudolf Diesel (1897)

Das abschließende Beispiel einer Gesamtzeichnung ist neueren Datums. Es zeigt den Längsschnitt durch einen landwirtschaftlichen Traktor, der um 1944 von der Gebr. Sachsenberg A.G. aus Roßlau a.d. Elbe. Die Maschine konnte im Kurzstreckenverkehr in den Städten und in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Die Leistung lag bei 25 PS.

Das Besondere war der Antrieb. Aufgrund des Mangels an flüssigen Treibstoffen am Ende des zweiten Weltkriegs und des Engpasses an zivilen Zugmaschinen wurden von einigen Unternehmen Maschinen mit Antrieben entwickelt, die einheimische feste oder gasförmige Brennstoffe verarbeiten konnten (Holzgas, Industriegas, Kohlen, Holz u.a.m.). Der dargestellte Traktor wurde mit Kohlen befeuert und hatte einen Dampftrieb. Der Stehkessel mit Quersiederrohren und Überhitzer war, wie der Kohlevorrat, vorne untergebracht. Der Dampfmotor war ebenfalls eine Besonderheit. Es war eine Vierzylinder-V-Maschine mit hängenden Zylindern. Zwei Gänge, ein Straßengang und ein Ackergang, konnten eingelegt werden. Der Traktor besaß eine Riemenscheibe und schon eine moderne Zapfwelle.

Das Beispiel zeigt eine typische Gesamtzeichnung der Zeit, alle Details des Schnitts sind sorgfältig gezeichnet, die Hauptmaße sind angegeben. Die Zeichnung ist Teil eines umfangreichen Zeichnungssatzes.

Neben den technischen Besonderheiten ist die Formgebung der Maschine von Bedeutung. Der differenzierte Innenaufbau wurde durch eine glatte, flächige Außenstruktur verdeckt. Die Formensprache zeigt eine klar gegliederte, sehr harmonische, funktionale Struktur, die auch heute noch als „modern“ bezeichnet werden kann.

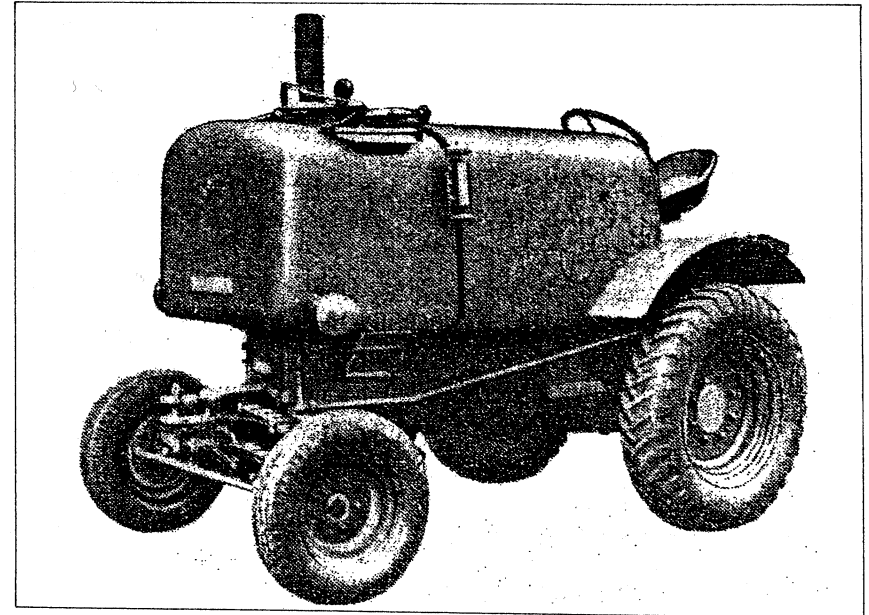


Bild 9.2/9: Gesamtansicht des Dampftraktors

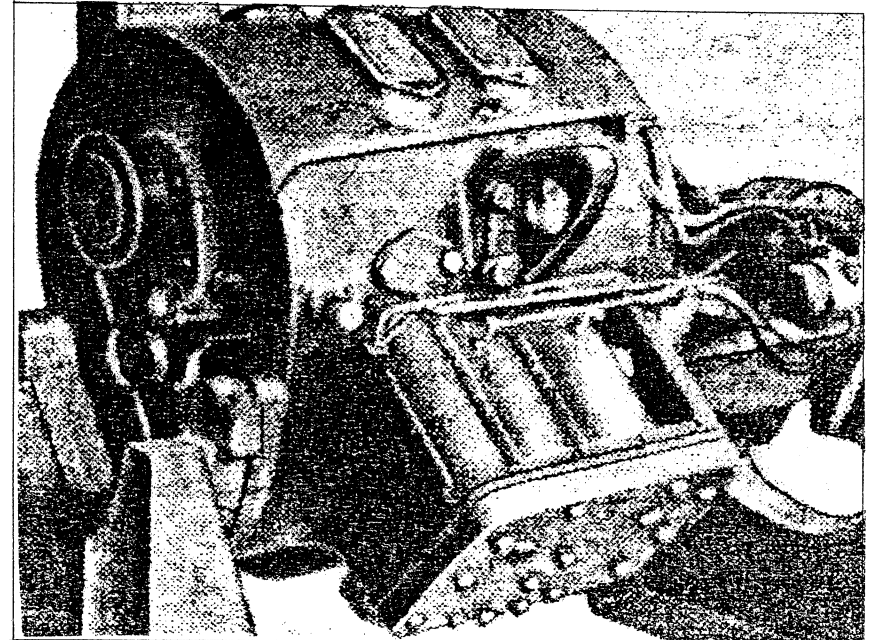
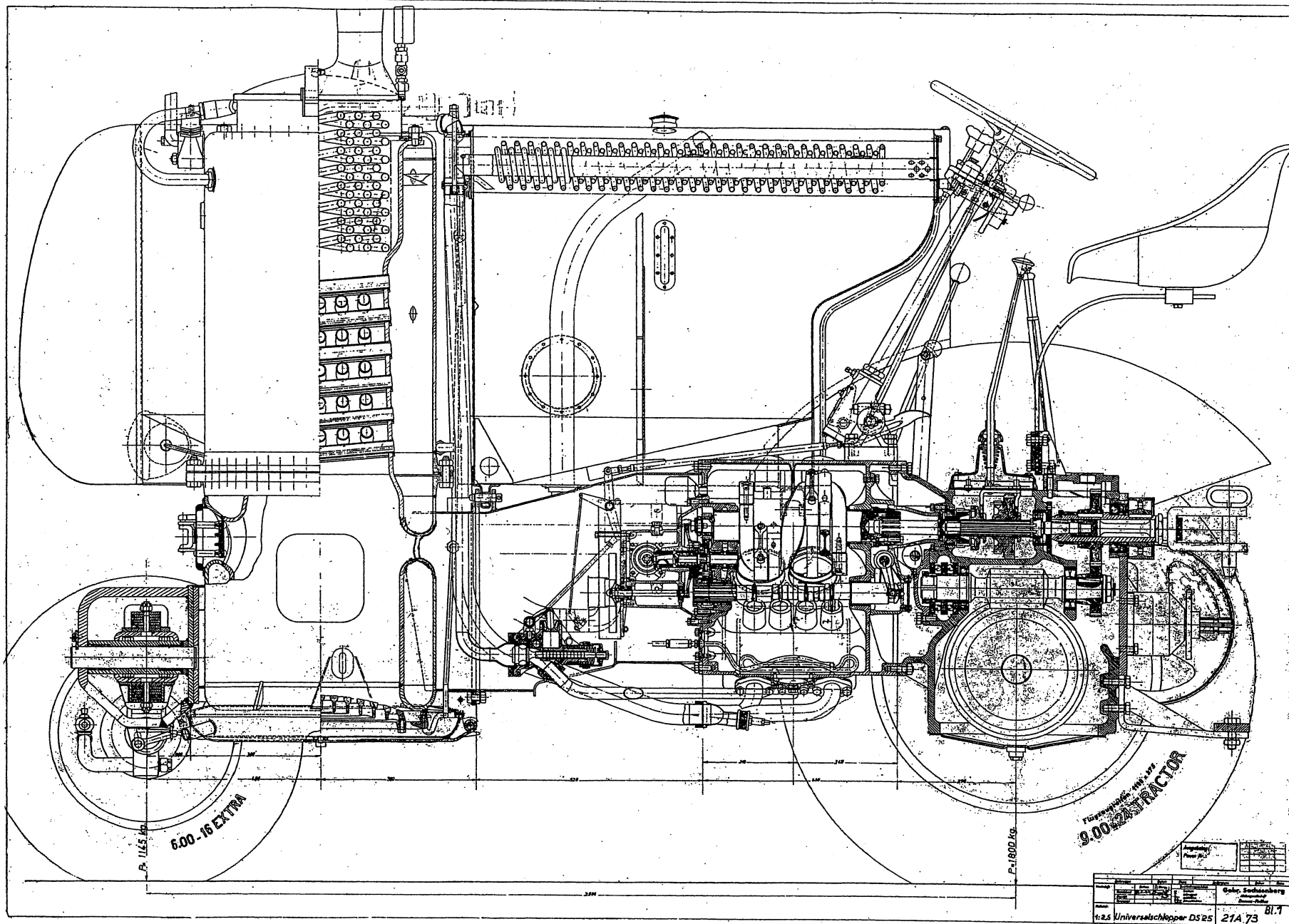


Bild 9.2/10: Antriebsmaschine mit vier Zylindern, hängend, in V-Anordnung



Tafel 9.2/15: Gesamtzeichnung eines Traktors mit Dampftrieb (1944)

9.3 Baugruppenzeichnungen

Baugruppenzeichnungen sind im Prinzip Gesamtzeichnungen für eine abgegrenzte bauliche Einheit eines größeren technischen Objekts. Zur Abgrenzung der Einheiten werden im Allgemeinen funktionale oder montagetechnische Gesichtspunkte zugrunde gelegt. Eine Aufteilung in Baugruppen wird dann vorgenommen, wenn der Umfang des technischen Objekts so groß ist, dass die Darstellung auf einer einzigen Gesamtzeichnung nicht möglich ist oder zu unübersichtlich wird. Die zugehörige Gesamtzeichnung enthält dann nur noch die einzelnen Baugruppen in vereinfachter Darstellung oder als „Linearumriss“. Nur die Elemente der Verbindung der Baugruppen untereinander werden detailliert dargestellt. Die verschiedenen Darstellungsarten der Baugruppenzeichnungen entsprechen denen Gesamtzeichnungen (siehe Abschnitt 9.2). Auch die zeichentechnische Entwicklung im Betrachtungszeitraum ist der bei Gesamtzeichnungen ähnlich. Zur Erläuterung reichen daher wenige Beispiele.

Stehlager waren schon am Anfang des 19. Jahrhunderts als Standardteile verfügbar. Sie wurden bei Bedarf einfach zugekauft. Das dargestellte Lager aus dem Jahr 1830 ist typisch für diese Phase. Das Oberteil mit der oberen Lagerschale war für die Wellenmontage bzw. Reparatur abnehmbar. Die achteckige Außenkontur der Lagerschale war üblich. Die Lagerschale selbst war zweiteilig. Als Lagermaterial verwendete man spezielle Bronzen. Das Lagerspiel zwischen Welle und Lagerschale wurde beim Zusammenbau durch Passbleche zwischen dem Lagerober- und unterteil sowie durch „passen“ der Lagerpaarung erreicht. Diese Passarbeiten (Feilen, Schaben, Schmiegeln) konnten sowohl an dem entsprechenden Wellenteil als auch an der Lagerschale durchgeführt werden. Die Baugruppenzeichnung ist sehr einfach mit wenigen Schattierungen gezeichnet. Eine Teilleiste war nicht vorgesehen. Die Ausführung ging aus der Zeichnung hervor.

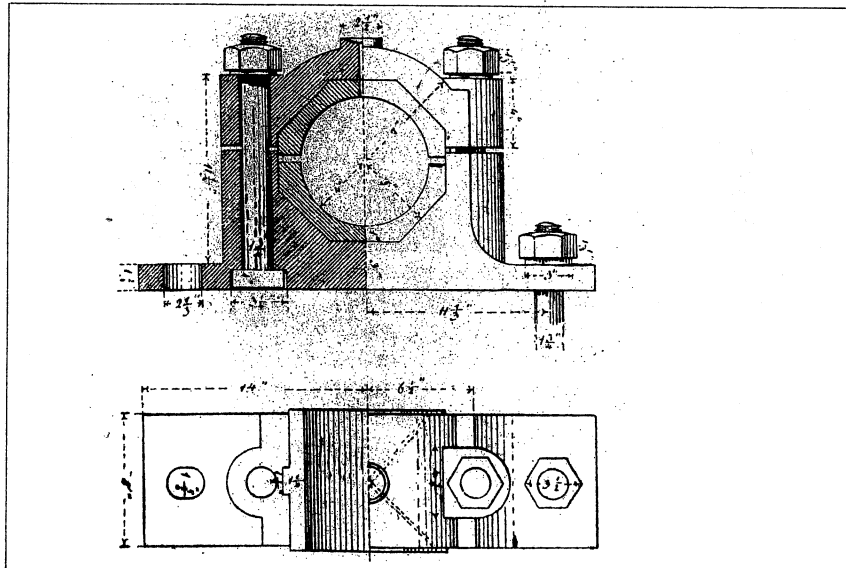


Bild 9.3/1: Baugruppenzeichnung eines Stehlagers (um 1830)

Das folgende Bild zeigt die Baugruppenzeichnung eines „Druckregulators“ für sogenannten „Prozessdampf“. Der hohe Druck des Dampfkessels wurde mit Hilfe dieses Ventils auf einen niedrigeren Druck, beispielsweise für Koch- oder Heizapparate, gebracht. Der Hersteller bezeichnete die Baugruppe auch als „Patent-Dampfdruck-Reducierungs-Ventil“. Derartige Armaturen waren typische Zuliefer-Baugruppen. Die Zeichnung ist für den Verkaufszweck sehr sorgfältig gearbeitet. Durch den intensiven Einsatz von Schattierungen wurde der räumliche Eindruck verstärkt. Zur Zeichnung gehörte eine Beschreibung der Funktion. Hersteller des „Druckregulators“ war die Fabrik von Schäfer und Budenberg in Buckau bei Magdeburg.

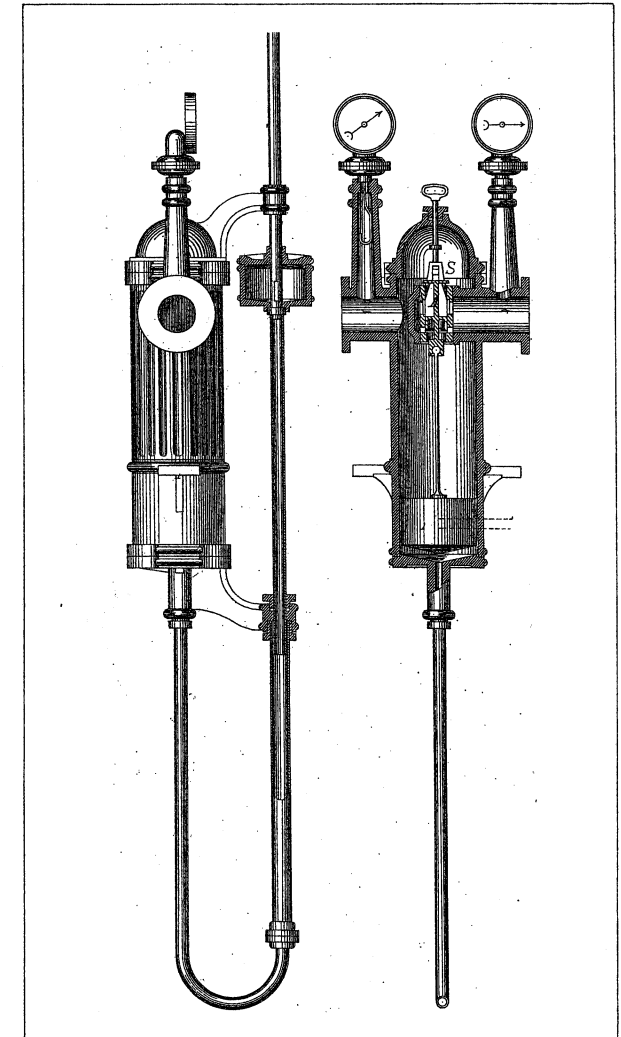


Bild 9.3/2:
Baugruppenzeichnung
eines Druckregulators
(um 1858)

In der Tafel 9.3/1 ist die Baugruppenzeichnung des Grundkörpers eines Dampfzylinders mit ($D = 250 \text{ mm}$, $\text{Hub} = 450 \text{ mm}$) wiedergegeben. Die Baugruppe ist hier allerdings nicht funktional oder montagetechnisch abgegrenzt, sondern durch einen technologischen Gesichtspunkt: das Gießen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war die gezeigte Darstellung weit verbreitet. Ein Grund war, dass die zusammenhängenden Gussteile einer Baugruppe in einer Zeichnung für den Gebrauch in der Werkstatt Vorteile hatte. Modelltischler, Former, Gießer und die Bearbeitungswerkstätten sollten den funktionalen Zusammenhang kennen. Das vereinfachte die Planung der Lage des Teils beim Gießen, die Festlegung von Formteilungen, Formschrägen, Bearbeitungszugaben, Bearbeitungsfolgen u.a.m.

Der Grundkörper des Dampfzylinders bestand aus dem Zylinder mit Fuß und Flanschen, dem Schieberkasten mit Schieberkastendeckel, den Zylinderdeckeln, den Stopfbuchsen und einer Vielzahl an Kleinteilen. Alle Teile sind komplett gezeichnet und vermaßt. Die Zeichnung enthält zwei Ansichten in Schnittdarstellung und mehrere verkleinerte Teilansichten bzw. Ansichten einzelner Bauteile des Dampfzylinders. Nicht nur die einzelnen Bauteile sind sehr kompliziert, sondern auch die Art der Darstellung ist aus heutiger Sicht ungewöhnlich und unübersichtlich. Einige Jahrzehnte später stellte man die Gussteile einzeln in Einzelteilzeichnungen dar. Zur Zeichnung gehörte noch eine separate Stückliste. Üblicherweise war diese auf der Zeichnung untergebracht. Dafür war hier allerdings kein Platz mehr.

9.4 Begleitende Informationen

Der Informationsgehalt in konstruktiven Zeichnungen bestand schon immer aus zwei Gruppen. Zum einen den zeichnerischen Darstellungen mit allen direkt zugeordneten Angaben, Symbolen und schriftlichen Bemerkungen sowie den die Zeichnung begleitenden, nicht der zeichnerischen Darstellung direkt zugeordneten schriftlichen Informationen auf der Zeichnung. Bei den technischen Skizzen und Entwurfszeichnungen waren schriftliche Informationen entweder nicht notwendig oder sie waren direkt als umfangreichere Hinweise in der zeichnerischen Darstellung enthalten. Begleitende schriftliche Informationen in Gesamtzeichnungen haben sich im Verlauf der Entwicklung stark verändert. In älteren Gesamtzeichnungen findet man schriftliche Informationen selten. Die Zeichnungen waren nach heutigem Verständnis sehr unvollständig. Damals reichten sie offensichtlich selbst zur Herstellung komplizierter Mechanismen aus. Der Grund liegt im Wissen und Können der angeschlossenen Werkstätten. Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts war das „Gewusst wie“ der Werkmeister und Handwerker in den Betrieben von ausschlaggebender Bedeutung für die Herstellung technischer Objekte. Es gab frühe Maschinenbauanstalten, in denen die Eigentümer eine genaue Konstruktion der Maschinen kategorisch ablehnten. Man vertraute mehr den Fähigkeiten der Werkstätten als den isoliert und theoretisch arbeitenden „Konstrukteuren“. Einfache Prinzipzeichnungen reichten für alle betrieblichen Abläufe, von der Materialbeschaffung bis zur Auslieferung, aus.

Mit zunehmender Größe der Betriebe kam das System an seine Grenzen. Die Komplexität der Erzeugnisse stieg und damit die Anforderungen an die Fertigung. Der Einsatz der Dampfmaschine als Antriebsmaschine veränderte alle betrieblichen Abläufe. Die handwerkliche Arbeit wurde durch die Maschinenarbeit verdrängt. Die Abläufe in den Betrieben folgten jetzt dem Werkstattprinzip. Das umfassende, dezentrale Wissen der Werkstätten wurde nach und nach in spezielle Bereiche außerhalb der Fertigung verlagert. Es entstanden zentrale Abteilungen, in denen die betrieblichen Erfahrungen gesammelt wurden, z.B. das Konstruktionsbüro, die Arbeitsvorbereitung, die Materialwirtschaft u.a.m. Das Medium des Konstruktionsbüros war die technische Zeichnung. In dieses Medium musste das gesamte Wissen der alten Werkstätten zur Herstellung eines Bauteils integriert werden. Der Weg, der beschritten wurde, war die immer, vollständiger Beschreibung und Vorgabe der Arbeitsgänge für die Werkstätten. Die technische Zeichnung veränderte das gesamte betriebliche Geschehen. Eine ausschließliche zeichnerische Umsetzung des alten (und neuen) Wissens reichte nach kurzer Zeit nicht mehr aus. Es wurden Systeme für die begleitenden Informationen entwickelt, die alle Aspekte der Fertigung umfassten, von der mechanischen Bearbeitung bis zur Ausführung der Oberflächen der Bauteile. Ergänzend kamen noch Angaben zu funktionalen Eigenschaften hinzu. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kam es zuerst in den großen Unternehmen sukzessiv zur Abtrennung der schriftlichen Informationen von den zeichnerischen und zur Vereinheitlichung der Angaben. Dieser Prozess war in den 1930er Jahren weitgehend abgeschlossen. Der überwiegende Teil der schriftlichen Informationen in den Zeichnungen und der abgetrennte, zeichnungsbegleitende Teil wurden formalisiert und später genormt. Am deutlichsten wird das am Beispiel der „Teilleisten“ und den Anforderungen an die Funktion der Bauteile. Teilleisten waren am Anfang in freier Form beliebig auf der Zeichnung vermerkt. Die Bezeichnung des Teils und die Angabe des Grundwerkstoffs (z.B. Grauguss, Lagerbronze etc.) reichten. Mit zunehmender Betriebsgröße wurde diese Form immer mehr zu einem Problem. Die dezentralen Inhalte mussten zusammengetragen und mehrfach mühsam von Hand für andere betriebliche Bereiche verwendbar gemacht werden. Sie waren ja die Basis der Materialbeschaffung, Lagerwirtschaft, Arbeitsplanung usw. Die Lösung brachten zentrale, die Zeichnung begleitende Stücklistensysteme, mit genauen und vollständigen Angaben, die insgesamt einem technischen Objekt zugeordnet waren. Bei den Anforderungen an die

Funktion wurde es noch schwieriger. Sie waren meist in schriftlicher Form auf den Zeichnungen nicht unterzubringen. Es entstanden separate Anforderungskataloge für die entsprechenden Teile, die über Nummernsysteme einer Zeichnung zugeordnet waren. Daraus entstanden im 20. Jahrhundert die bekannten Funktions- Anforderungskataloge und Qualitätsvorschriften.

Um die Komplexität des Systems „technischer Zeichnungen“ zu verdeutlichen, werden im Folgenden nur einige Stichworte für die beiden Gruppen von Informationen der Zeichnungen aufgeführt.

1. Integrierte schriftliche Informationen technischer Zeichnungen

1.1 Bezeichnung der Konstruktion (Maschine, Baugruppe, Einzelteil)

Das das gezeichnete Objekt mit entsprechender Bezeichnung auf der Zeichnung vermerkt werden muss, ist heute eine Selbstverständlichkeit. Bei älteren konstruktiven Zeichnungen war das nicht üblich. Man sah ja, was dargestellt war. Bei vielen Zeichnungen des 18. Jahrhunderts schrieb man beispielsweise die Bezeichnung in Handschrift einfach auf eine freie Stelle, irgendwo direkt neben die zeichnerische Darstellung. Im Laufe der Zeit entstand daraus eine feste Position in der rechten unteren Ecke der Zeichnung. Daraus entwickelte sich das formalisierte und genormte Schriftfeld.

1.2 Ersteller der Zeichnung, Datum der Erstellung

In den älteren konstruktiven Zeichnungen, beispielsweise in den ersten Zeichnungsbeispielen des Kapitels 3, ist der Zeichner im Allgemeinen nicht erkennbar. Diese Information war bei dem Charakter der Darstellungen als „Anschauungsstücke“ oder als grobe Andeutungen für eine handwerkliche Herstellung auch nicht wichtig. In größeren Unternehmen war es von Vorteil (wenn nicht zwingend), dass wichtige Rückmeldungen zum technischen Objekt an den zurückließen, der die Konstruktion ausgeführt hatte. Dieser Informationsrücklauf betraf die gesamte Prozesskette, von der Fertigung, Montage, Transport bis zur Nutzung. Mit zunehmender Arbeitsteilung in den „Konstruktionsabteilungen“ bildeten sich für die unterschiedlichsten Konstruktionsarbeiten Spezialisten heraus, z.B. für das Entwerfen, das Auszeichnen, die Zeichnungsprüfung, die Prüfung auf Normgerechtigkeit usw. Diese Arbeiten wurden von den Durchführenden mit Unterschrift und Datum auf den Zeichnungen bestätigt. Die Form dieser Angaben war lange Zeit frei. Jedes Unternehmen hatte seine eigenen Regeln. Mit zunehmender Vereinheitlichung der Zeichnungsausführung wurden diese Informationen mit erfasst und in eine allgemein verbindliche Form gebracht. Daraus entwickelten sich die genormten „Schriftfelder“.

Maschine: D.T.	
Gegenst. KUPLUNG.	
gewähltes Stk.	
TEILBLATT ZU ZEICHNUNG MB 50884	
<input checked="" type="checkbox"/> (Stk.) Auf Mgl. bearbeiten mit Schanzspanner (nach Mgl. ab)	
<input checked="" type="checkbox"/> (Stk.) Auf genaues Mgl. sauber bearbeiten mit Schlißklappe (nach Schloßens Maßmaß Kaliber u. s.w.)	
Einbaugang: 12 Größe: 12 Maßprüfung: 12 Bürovermerk: 12 Gestellbüro: 12	MB 50885 Gruppe 12 v 12

Bild 9.4/1: Beispiel eines firmenspezifischen Schriftfelds um 1900

1.3 Zeichnungsnummer

Die Identifizierung einer bestimmten Zeichnung war in kleineren Unternehmen kein Problem. Die Zeichnung war z.B. durch die Bezeichnung einer Maschine zugeordnet. In größeren Unternehmen mit einer Vielzahl an Produkten musste ein System geschaffen werden, das die Zeichnungen ordnete und einen raschen Zugriff gestattete. Dieses System war ein entsprechendes Nummernsystem. Am Anfang verwendete man einfache Nummernsysteme, beispielsweise die einfache Durchnummerierung je Maschine. Die Zeichnungsnummer schrieb man an beliebiger Stelle auf die Zeichnung. Diese Systeme waren unbefriedigend, wenn nicht nur technische Aspekte zu organisieren waren, sondern auch administrative von der Materialwirtschaft bis zum Kalkulation. Im Laufe der Zeit wurde eine Vielzahl an unternehmensspezifischen Ordnungssystemen für Zeichnungen entwickelt. Sie waren zumeist hierarchisch rein numerisch oder alphanumerisch aufgebaut. Häufig wurde als übergeordnetes Ordnungskriterium eine Produktgruppe gewählt. Sie erhielt eine entsprechende Ordnungsnummer. Danach wurde tiefer gegliedert, z.B. nach einzelnen Produkten der Gruppe, darunter beispielsweise nach Leistungsklassen, Baugruppen, Bauteilen u.a.m. Es gab eine kaum zu überblickende Anzahl unterschiedlicher Systeme. Von Vorteil waren Systeme, die für betriebliche Fachleute „selbstsprechend“ waren. Anhand einer Zeichnungsnummer waren sie in der Lage, z.B. den Verwendungsort eines Bauteils genau zu identifizieren. Die Zeichnungsnummer erhielt ihren festen Platz in der rechten, unteren Ecke der Zeichnung. Später dann im Schriftfeld.

In die betriebliche Praxis haben auch Zeichnungsnummernsysteme mit völlig anderem Strukturierungsansatz gefunden. Ein Beispiel sind Systeme mit Kennung der Zeichnungsart (z.B. Werkstattzeichnung, Angebotszeichnung, Dispositionszeichnung u.a.m.), mit Kennungen für logistische Zwecke (Eigenfertigungsteil, Zukaufteil u.ä.), Kennung der Fertigungstechnologie (Gussteil, Schmiedeteil, mechanisch bearbeitetes Teil u.ä.) usw.

Häufig wurden in den Zeichnungsnummernsystemen auch Kennungen für die Zeichnungsformate mit aufgenommen. Da die Zeichnungen je nach Format unterschiedlich abgelegt wurden, erleichterten derartige Kennungen das Auffinden.

Die systematische Nummerierung war in großen Unternehmungen ein so wichtiges Organisationselement, dass besondere Stellen mit dieser Funktion beauftragt wurden. In großen Unternehmen konnten die Nummernsysteme für Zeichnungen (und die begleitenden Informationen) bis zu 20 Stellen aufweisen. Die Anpassung an die laufenden Entwicklungen war eine „Wissenschaft für sich“.

1.4 Teilelisten und Stücklisten auf technischen Zeichnungen

Teilelisten als integrierte schriftliche Informationen auf Zeichnungen sind sehr alt. Noch bis zum Ende des 19. Jahrhundert gab es sie in freier Form mit handschriftlichen Eintragungen (siehe Abschnitt 9.1). Aus diesen Formen entstanden zuerst firmenspezifisch einheitliche Stücklistenfelder auf Zeichnungen und später dann die genormten Formen mit vollständigem Inhalt.

1.4 Sonstige integrierte Informationen

Eine halbwegs vollständige Aufzählung dieser Informationen würde den Rahmen sprengen. Diese Informationen reichten von Hinweisen zur Bearbeitung, den Oberflächenbehandlungen den Werkstoffen selbst und ihren Behandlungen, Montageanweisungen usw. Sie waren entweder an den betroffenen Teilen oder als allgemeine Vermerke am oder im Schriftfeld untergebracht. Von besonderer Wichtigkeit waren Informationen zum Änderungsstand und zum Status (gültig, ungültig, gültig für Werkstatt, gültig für Bestellung etc.) der jeweiligen Zeichnung.

2. Begleitende Informationen technischer Zeichnungen

Diese Informationen gehen weit über den Rahmen des technischen Zeichnens hinaus und sind nicht Gegenstand dieser Schrift. Was mit diesen begleitenden Informationen gemeint ist, kann aus der folgenden (sicherlich unvollständigen) Aufzählung entnommen werden:

- separate Stücklisten,
- Hinweise auf zugeordnete Arbeits- und Montagepläne,
- Angaben zu Gewichten, Gesamtgewicht,
- allgemeine Toleranzgrenzen,
- allgemeine Oberflächengüten,
- Vorschriften für Wärmebehandlungen, Prozessvorschriften u.a.m.,
- Vorschriften für Oberflächenausführungen,
- Sicherheitsvorschriften,
- Hinweise auf übergeordnete Regelwerke (z.B. beim Stahlbau, Schiffbau, Rohrleitungsbau, Bau elektrischer Anlagen etc.),
- Anforderungen an die Lebensdauer,
- Prüfanforderungen,
- Qualitätsvorschriften,
- allgemeine Funktionsanforderungen,
- Änderungsinformationen,
- Status der begleitenden Informationen
- u.a.m.

The image shows two technical drawing templates. The left one is titled 'Stückliste' (Bill of Materials) and has columns for 'Anzahl', 'Gezeichnet', 'Menge', 'Einheit', 'Zu-Teil', 'Menge', 'Anzahl', and 'Bemerkung'. The right one is titled 'Bestellerliste' (Purchase List) and has columns for 'Best.Nr.', 'Ausführender Gezeichnet', 'Besteller', 'Menge', 'Einheit', 'Menge', 'Anzahl', and 'Bemerkung'. Both templates have a 'Gruppe Nr.' field at the bottom right. There are also some handwritten notes and a small table at the bottom right of the 'Bestellerliste' template.

Bild 9.4/2: Begleitende Informationen auf einer Zeichnung: getrennte Stückliste und Bestellerliste für die Kaufteile (um 1919)

9.5 Besondere Ausgestaltung technischer Zeichnungen

Mit besonderer Ausgestaltung ist in erster Linie der Einsatz von Farben, Lavierungen (verlaufende Farbflächen), Schattierungen, fließenden Übergängen, besonderen Schraffuren u.ä. gemeint. Der Einsatz von Farben in konstruktiven Zeichnungen ist sehr alt. Es wurden ganze Flächen technischer Objekte durch Farben hervorgehoben oder Linearumrisse mit farbigen Linien gezeichnet. Bei den konstruktiven Zeichnungen des Mittelalters und der Renaissance war die Verwendung von Farben zur Hervorhebung bestimmter Funktionen oder Materialien weit verbreitet. Diese Zeichnungen dienten allerdings weniger als Anleitungen zum Bau der dargestellten Objekte, sondern mehr der Repräsentation und zum akademischen Studium der gezeigten Funktionen. Die Kolorierung konstruktiver Zeichnungen wurde nach dem Zeichnen der Linearumrisse durch einen zusätzlichen Arbeitsgang von Hand vorgenommen. Der Übergang zur Zeichenkunst war fließend. Insbesondere wenn mit Farbverläufen zur Betonung von Schatten oder gekrümmten Flächen gearbeitet wurde. Die Zeichnung erhielt dann eine große plastische Wirkung. Bei Vervielfältigungen wurden nur die Linearzeichnungen kopiert. Das aufwendige Kolorieren war ein zusätzlicher Arbeitsgang. Beispiele für diese Vorgehensweise sind farbige Kupferstiche, Holzstiche u.a.m. Auch der Buchdruck änderte daran nichts. Buchdruck war Liniendruck. Mehrfarbige Liniendrucke, auch das gab es, waren aufwendig und teuer.

Im 18. Jahrhundert setzte sich bei den konstruktiven Zeichnungen die projektive Darstellung durch. Es dominierte die senkrechte Orthogonalprojektion das gesamte Zeichenwesen. Mit dieser Projektionsart veränderte sich auch der Einsatz von Farben, Schraffuren und Linienarten entscheidend. Für den flächigen Farbeinsatz bildeten sich einige Regeln heraus. Sie waren zwar nicht verbindlich, aber verbreitet. Es gab konstruktive Zeichnungen, bei denen mit einheitlicher Farbe bestimmte Teile oder Teilegruppen hervorgehoben wurden. Wenn sich einzelne Teile berührten, so verwendete man sogenannte „Lichtränder“ um die Trennung zu kennzeichnen. Verbreitet war auch die Kennzeichnung unterschiedlicher Medien (z.B. Dampf, Wasser, Öl u.a.m.) durch verschiedene Farben. Die Charakterisierung unterschiedlicher Werkstoffe durch verschiedene Farben war im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts ebenfalls sehr weit verbreitet. Im Kapitel 3 sind einige Beispiele wiedergegeben. Diese Kennzeichnung war später sogar Gegenstand einer Norm (DIN 201). Der große Vorteil dieser farblichen Darstellungen war, dass beispielsweise die besonders hervorgehobenen Materialien auf „einen Blick“ aus der zeichnerischen Darstellung ersichtlich waren. Die Nutzung begleitender Informationen (z.B. einer Stückliste) war nicht notwendig. Der hohe Aufwand bei der Anfertigung war allerdings nachteilig.

Zwei Beispiele sollen einen Eindruck vom Stand des Einsatzes von Farben (und Schraffuren) in technischen Zeichnungen zeigen. Das erste Bild zeigt den Stand um 1890, das zweite den Stand um 1930.

Bemerkung:

Es war eine Selbstverständlichkeit, dass Zeichner und Konstrukteure die Kunst beherrschen mussten, wie man Farben in den Zeichnungen einsetzen konnte. Die Farben waren im Allgemeinen wasserlöslich, gezeichnet wurde auf entsprechenden Papieren oder behandeltem Leinen. Die Ausführung von Lavierungen, also von kontinuierlich verlaufenden Farbflächen, die Schatten oder runde Formen hervorheben sollten, erforderte viel Erfahrung und war eine sehr anspruchsvolle Arbeit.

Eine andere Selbstverständlichkeit war, dass man die Farben entsprechend anmischen konnte. Es gab für diverse Grundfarben zwar geeignete käufliche Pigmente, aber das reichte nicht für die Vielzahl an Materialfarben. Im Bild 9.5/1 findet man unter der Bezeichnung für das Material in Klammern die Basisfarben, die zur Mischung der entsprechenden Kennfarbe des Materials notwendig waren.

Bemerkung:

Eine farbige Kennzeichnung in technischen Zeichnungen ist in einigen Spezialgebieten des Maschinenbaus noch heute üblich. Beispielsweise werden verschiedene Medien bei Zeichnungen für den Anlagenbau, der chemischen Industrie etc. durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet.

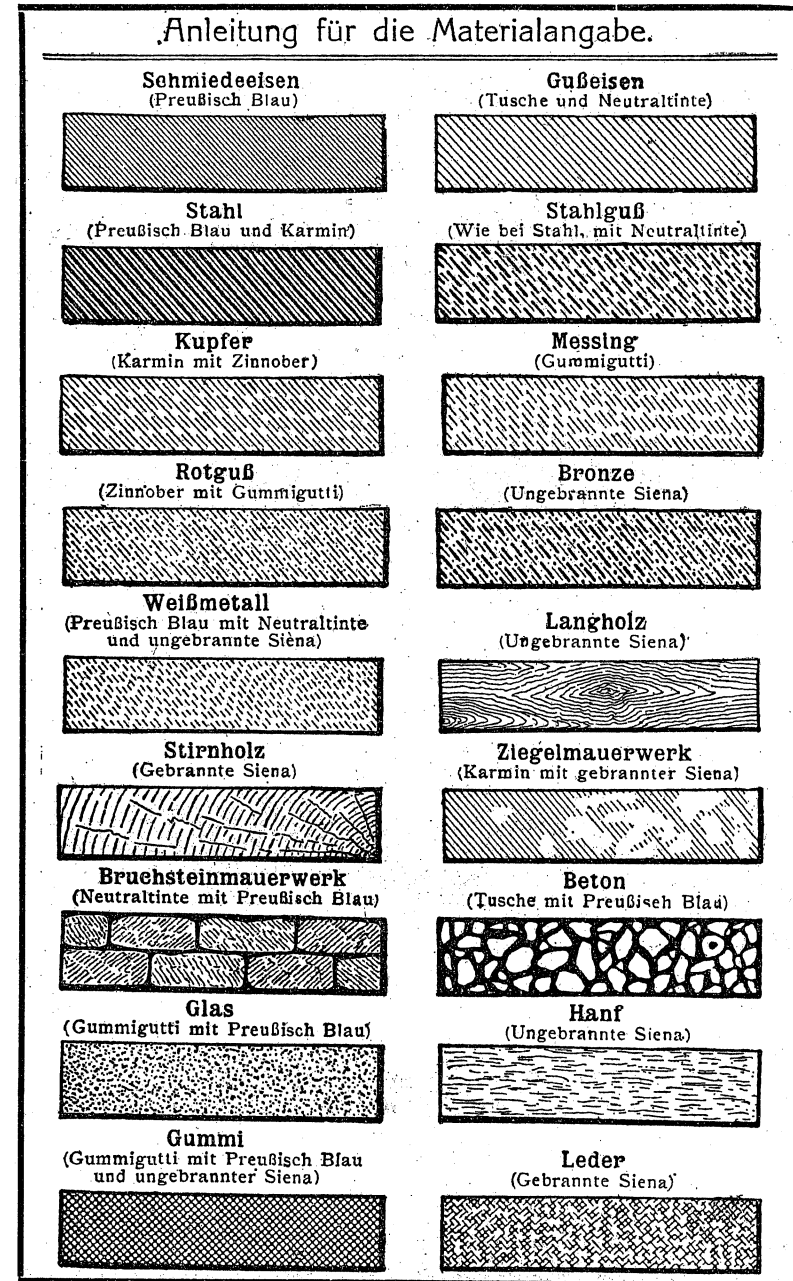


Bild 9.5/1: Farbliche Materialkennzeichnungen (und Schraffuren) in technischen Zeichnungen (um 1890)

10. ZEICHNUNGEN DER EINZELTEILE

10.1 Zeichnungsarten

Einzelne Bauteile technischer Objekte sind in den frühen Epochen sehr selten gezeichnet worden. Die Notwendigkeit bestand bei „handwerklicher Arbeitsweise“ nicht. Die einzelnen Teile wurden „an Ort und Stelle“ gebaut und angepasst. Im Mittelalter und in der Renaissance gab es zwar Vorstellungen vom gesamten technischen Objekt, auch grobe Pläne, aber die Kunstmeister der Zeit erarbeiteten die Formen (und Abmessungen) auf der Ebene einzelner Teile mit Hilfe ihrer Erfahrungen heraus. Das Können der Handwerker und die enge Abstimmung untereinander ergänzte diese Arbeitsweise. Veränderungen wurden in kleinen Schritten vorgenommen. Wenn sie nicht erfolgreich waren, wurden sie wieder zurückgenommen. Spätestens auf der Ebene der Einzelteile kommt der genauen Bestimmung der Abmessungen große Bedeutung bei. Berechnungsverfahren mit Bezug zur wahren Beanspruchung gab es nicht. Es gab aber eine Vielzahl an Regeln zur Auslegung. Sie muten heute sehr ungewöhnlich an. In diesen Regeln wurden die seltsamsten Größen ohne Rücksicht auf ihre Einheiten in Beziehung gesetzt. Man versuchte mit diesen einfachen Regeln das Erfahrungswissen bei veränderten Größen oder Belastungen übertragbar zu machen.

Mit dem Auftreten der ersten Manufakturen änderte sich das Vorgehen. Die arbeitsteiligen Abläufe in den Manufakturen machten ein genaues konstruktives Vorausdenken der Bauteile notwendig, die nicht im unmittelbaren Herstellungsprozess „vor Ort“ gefertigt wurden. Im 18. Jahrhundert war die Entwicklung so weit fortgeschritten, das auf der Ebene von ausgewählten Einzelteilen vollständige zeichnerische Darstellungen vorlagen. Es gab für häufig verwendete „Normalien“ schon gezeichnete „Kataloge“. Bekannt geworden sind die eisernen „Normalien“, die von großen Kutschenmanufakturen von speziellen Schmieden bezogen worden sind.

Am Anfang des 19. Jahrhunderts war eine einheitliche Form bei der Darstellung einzelner Maschinenteile unbekannt. So unterschiedlich wie die Herstellung der Bauteile in den einzelnen Gewerken war deren „vorgedachte“ Ausführung. Die Spanne reichte von der groben Skizze auf dem Boden oder an der Wand bis zur detaillierteren Darstellung auf Papier. Gemeinsam war allen, dass sie für den direkten Gebrauch in den Werkstätten gedacht war. Daher stammt auch der nicht immer klar abgegrenzte Begriff „Werkstattezeichnung“. Auch die Anforderungen an die Zeichnungsinhalte waren anders als bei den Gesamtzeichnungen. Einzelteilzeichnungen mussten von den Ausführenden, den Kunstmeistern und Handwerkern „vor Ort“ gelesen werden können. Darüber hinaus gab es Zeichnungsarten, die speziell auf bestimmte Fertigungstechnologien zugeschnitten waren und nur in diesen besonderen Betriebsbereichen verwendet wurden. Die zeichnerische Ausführung der Einzelteilzeichnungen war generell wesentlich einfacher und schlichter als der der Gesamtzeichnungen. Freihändig gezeichnete Partien wechselten mit genau mit Lineal und Zirkel gezeichneten. Die Beschriftungen waren mit üblicher Handschrift ausgeführt. Trotz der Vielfalt an Zeichnungsarten und der Unmöglichkeit einer zeitlichen Abgrenzung der Verwendung einzelner Arten, lassen sich einige Grundtypen unterscheiden. Es gibt allerdings Überschneidungen untereinander und mit anderen technischen Darstellungen. Im Einzelnen können folgende Arten unterschieden werden:

- alle Einzelteile des technischen Objekts werden in der Darstellung der Gesamtzeichnung mit aufgenommen (integrierte Einzelteildarstellung (mit Maßen)),
- alle Einzelteile des technischen Objekts werden als gesonderte Zeichnung in der Gesamtzeichnung dargestellt (nebengeordnete Einzelteildarstellungen),
- die Einzelteile werden in mehreren Gruppen aufgeteilt und jede Gruppe wird in einer Zeichnung dargestellt (Teilegruppen-Zeichnung),
- jedes Teil wird einzeln gezeichnet (eigentliche Einzelteilzeichnung),

- Einzelteil werden je nach Fertigungstechnologien in Gruppen oder einzeln gezeichnet,
- Sonderfälle.

In den folgenden Abschnitten werden diese sechs Grundtypen anhand einiger Beispiele vorgestellt.

Bemerkung:

Auf der Ebene der Einzelteile wurden von den Maschinenbauern und Zeichnern auch fundierte Kenntnisse der Darstellenden Geometrie erwartet. Insbesondere bei komplizierten Gussteilen oder Blechkonstruktionen kamen sogenannte „Durchdringungen“ räumlich schiefer, komplizierter Körper häufiger vor. Bei Blechkonstruktionen im Kesselbau mussten beispielsweise genaue „Abwicklungen“ der Restoberflächen ermittelt werden. Dafür gab es damals nur zeichnerische Verfahren. Diese Verfahren sind heute nicht mehr bekannt. Sie waren geometrisch und zeichnerisch anspruchsvoll. Das Beispiel zeigt den Ausschnitt für den Entwurf einer Abwicklung eines Umdrehungsparaboloids bei der Durchdringung einer Kugel. Theoretische Details spielen keine Rolle. Es soll nur der Eindruck unterstützt werden, dass diese zeichnerischen Verfahren der Darstellenden Geometrie im 19. Jahrhundert in der Praxis im Einsatz waren. Sie hatten einige unschätzbare Vorteile: sie waren (gut ausgeführt) hinreichend genau, schnell und man verstand unmittelbar, was man machte (wenn man die Verfahren beherrschte).

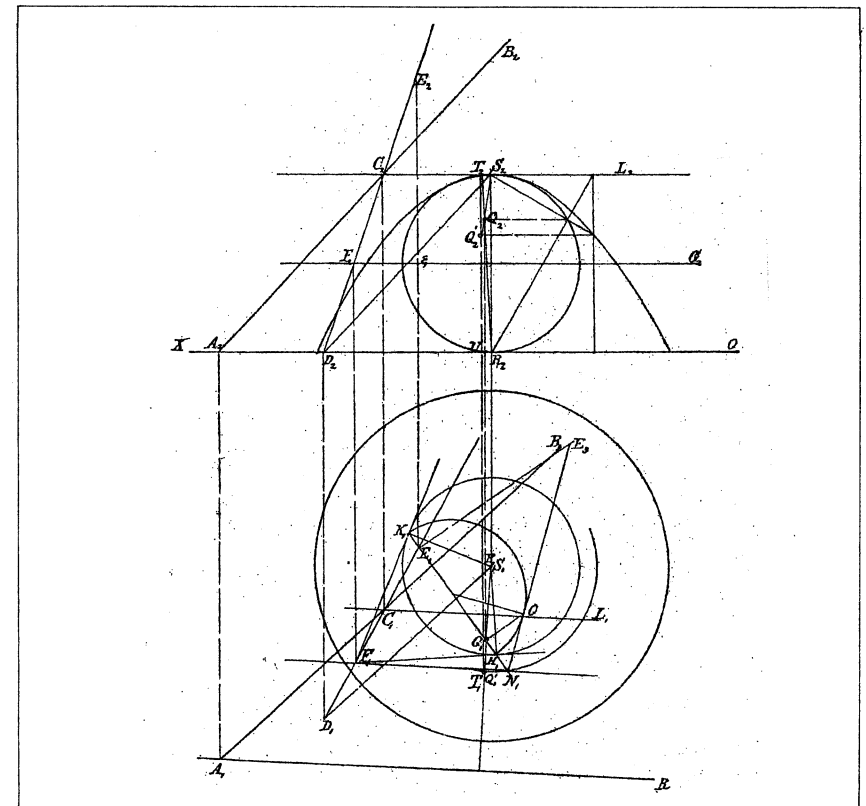


Bild 10.1: Konstruktion einer Durchdringung und Abwicklung (Ausschnitt, um 1890)

10.2 Integrierte Einzelteilzeichnungen

Die Integration aller Einzelteile, einschließlich genauer Formangaben der Teile und zumeist aller zur Herstellung notwendigen Maße, hatte den Vorteil, dass nur eine einzige Gesamtzeichnung für die Herstellung des technischen Objekts notwendig war. Ein weiterer Vorteil war der geringere zeichnerische Aufwand. Alle Teile waren in der Gesamtzeichnung auch vermaßt. Es gab unterschiedliche Grade der Integration. Sie reichten von vollständiger Integration mit kompletter Darstellung und kompletter Vermaßung der Teile bis zu unvollständiger Integration. Dabei wurden entweder nicht alle Teile genau beschrieben oder die einzelnen Teile nicht vollständig vermaßt.

Der große Nachteil derartiger Zeichnungen war ihre Unübersichtlichkeit. Bei komplexen Objekten kam man bei der zeichnerischen Darstellung und auch bei der Fülle an Maßen schnell an eine Grenze. Im allgemeinen Maschinenbau war die Integration der Einzelteilzeichnungen nur bei einfachen Objekten und vor allem bei wenig umfangreichen Baugruppen üblich.

Ausnahmen gab es in einigen Branchen, z.B. im Anlagenbau, Stahlbau und Lokomotivbau. Auffällig bei älteren Gesamtzeichnungen von Lokomotiven ist beispielsweise die sehr differenzierte Vermaßung, die weit über die Eintragung von Hauptmaßen hinausgeht. Es sind Gesamtzeichnungen mit unvollständiger Integration der Einzelteilzeichnungen. Ein Grund für diese Art der zeichnerischen Darstellung lag in der Herstellungsart der Lokomotiven. Sie wurden meist an einem festen Ort „aufgebaut“ („Baustellenfertigung“).

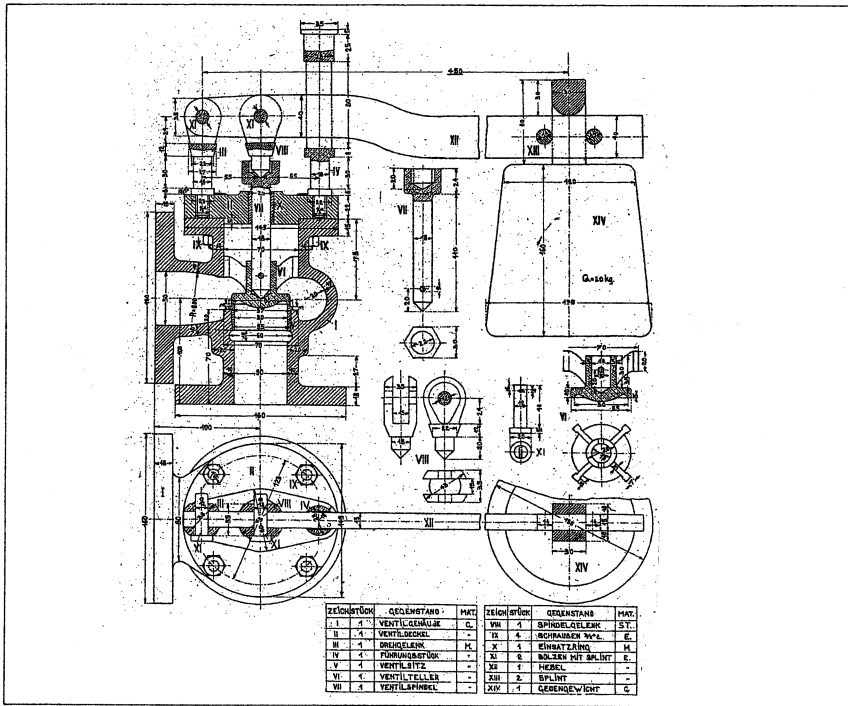


Bild 10.2/1: Integrierte Einzelteilzeichnungen mit vollständiger Vermaßung aller Einzelteile in einer Gesamtzeichnung eines Sicherheitsventils (um 1870)

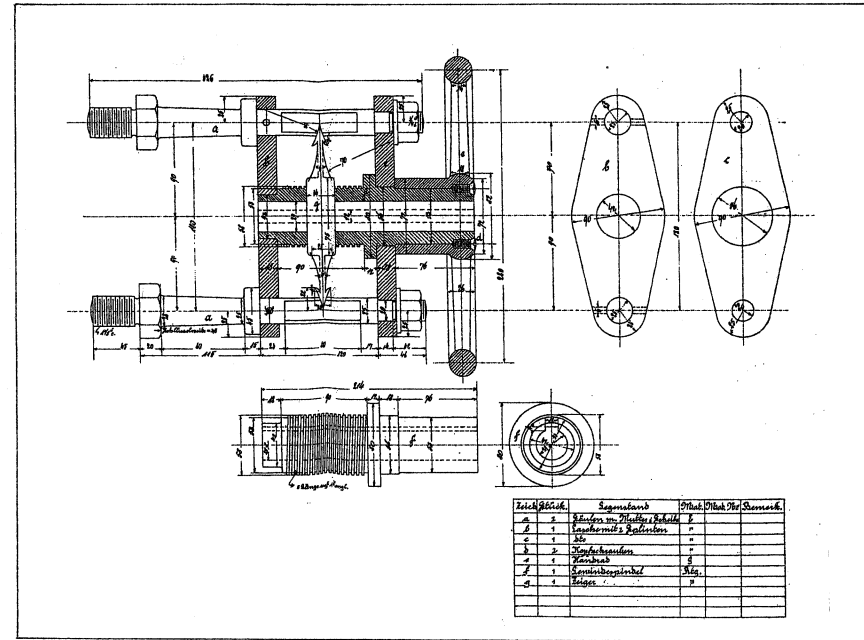


Bild 10.2/2: Integrierte Einzelteilzeichnungen mit vollständiger Vermaßung aller Einzelteile in einer Gesamtzeichnung einer Stellvorrichtung (um 1880)

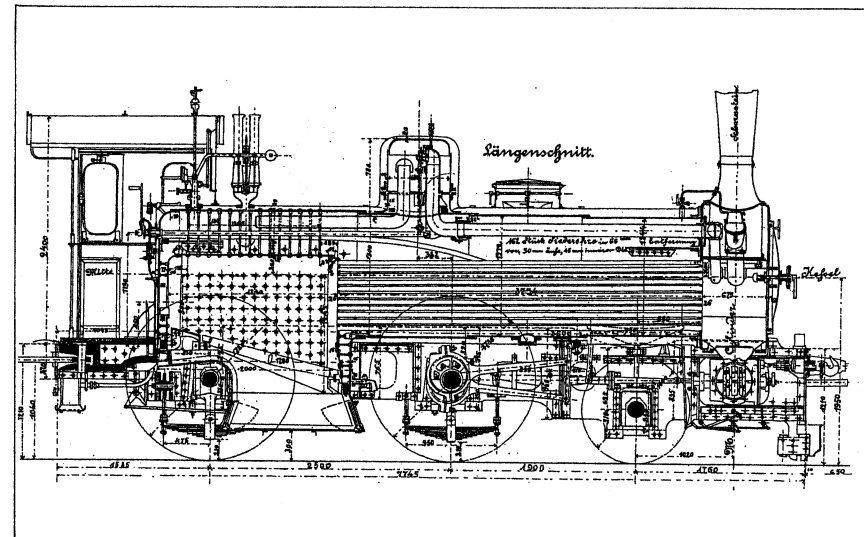
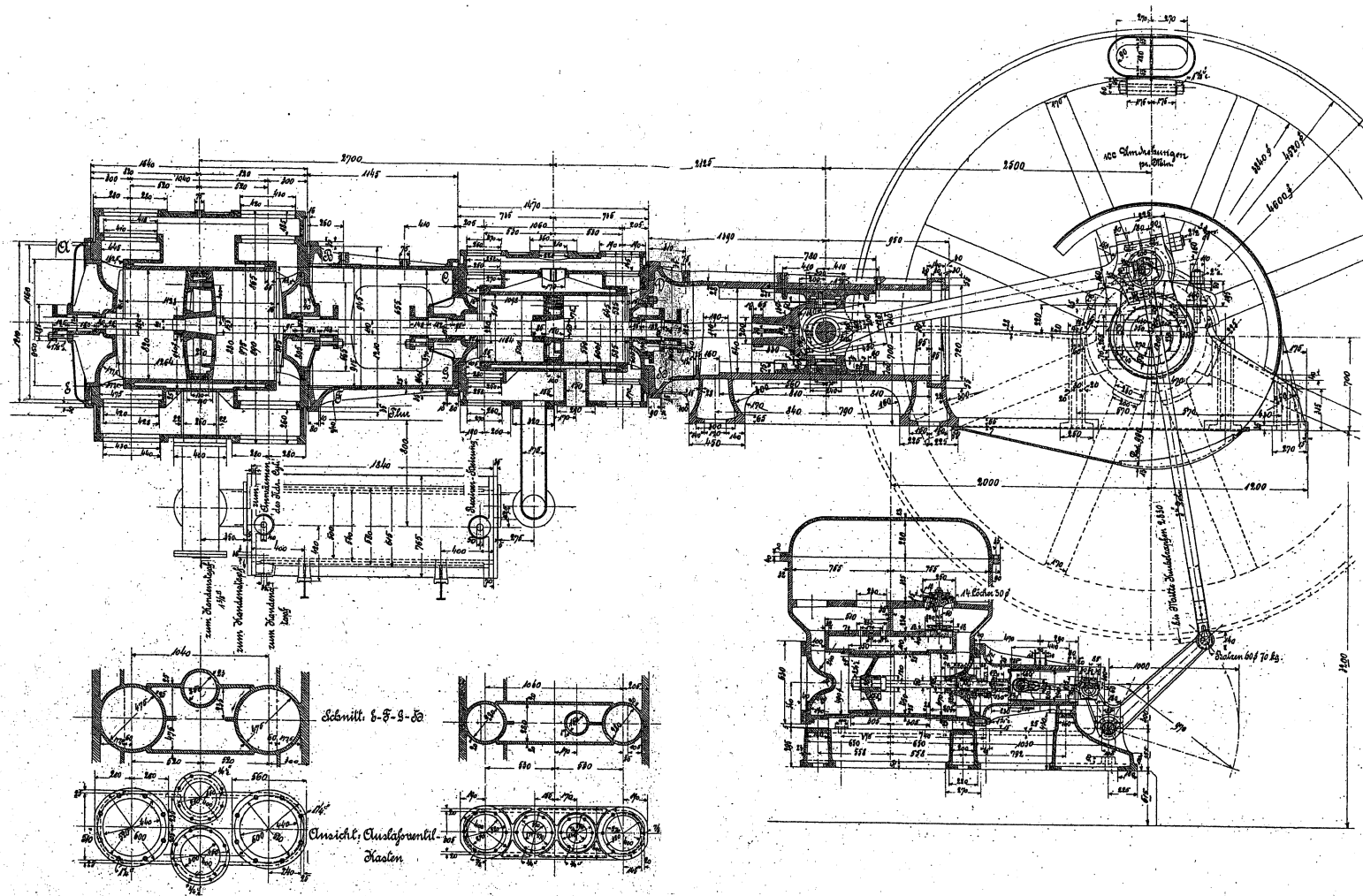


Bild 10.2/3: Unvollständige, integrierte Einzelteilzeichnung einer Lokomotive (um 1884)



Tafel 10.2/1: Zeichnungsausschnitt mit unvollständigen Einzelteilzeichnungen aus der Gesamtzeichnung einer Tandem-Dampfmaschine (um 1890)

10.3 Nebengeordnete Einzelteilzeichnungen

Basis dieser Art der Einzelteildarstellung war die Gesamtzeichnung des technischen Objekts. Die einzelnen Teile wurden neben der Darstellung des Gesamtobjekts einzeln gezeichnet. Der Vorteil bei dieser Art der zeichnerischen Darstellung war, dass man mit einer einzigen Zeichnung in den Werkstätten arbeiten konnte. Ferner war die Übersichtlichkeit der Gesamtdarstellung nicht beeinträchtigt.

Die Grenze der Verwendung nebengeordneter Einzelteilzeichnungen war durch den baulichen Umfang des technischen Objekts gegeben. Wenn eine große Anzahl an Einzelteilen dargestellt werden musste, so wurden die Zeichnungsformate zu groß. Das erschwerte die Handhabung in den Betrieben. Einige Konstrukteure lösten das Problem durch eine Verbindung von nebengeordneten Einzelteilzeichnungen und separaten Einzelteilzeichnungen.

In der Tafel 10.3/1 ist als Beispiel die Baugruppenzeichnung eines doppelten Exzenterantriebs für die Flachschiebersteuerung einer Dampfmaschine dargestellt. Der untere Exzenter treibt den Grundschieber, der obere den Expansionsschieber. Die nebengeordneten Einzelteilzeichnungen stellen nur die für beide Exzenter gleiche Exzenterstange und die beiden Schieberstangen dar.

Das Beispiel des Lagerbocks im unteren Bild ist neueren Datums. In der kleinen Gesamtzeichnung sind sowohl der Zusammenbau als auch alle Einzelteile (in nebengeordneter Darstellung) aufgenommen worden.

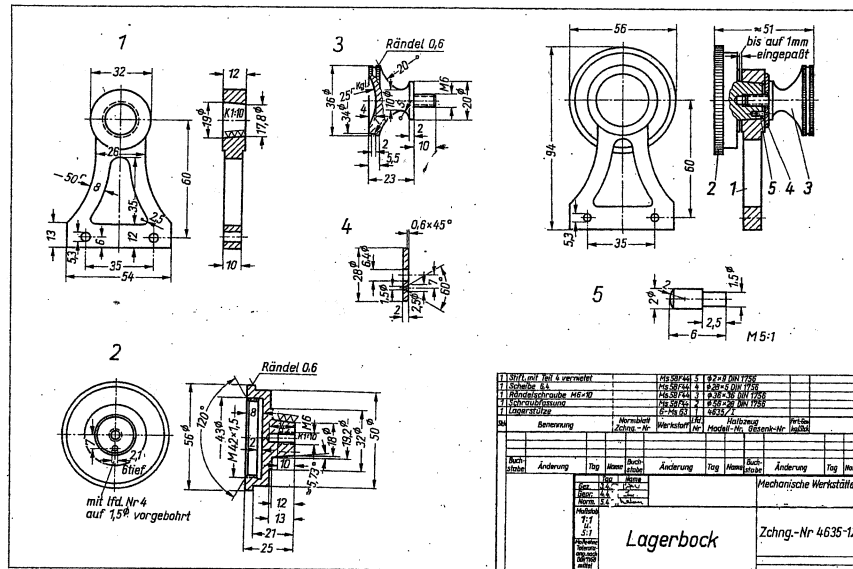
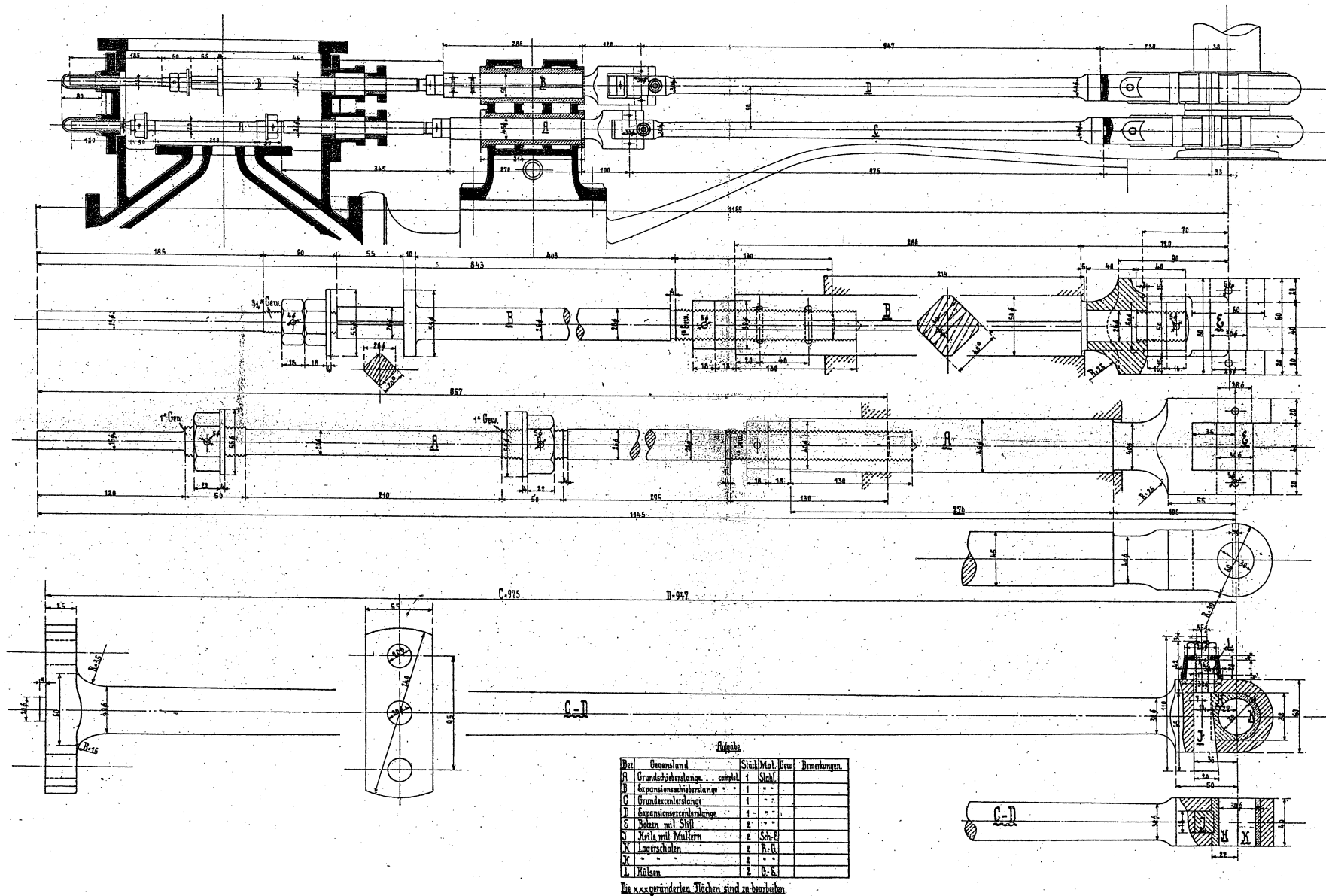


Bild 10.3/1: Lagerbock als Gesamtzeichnung mit nebengeordneten Einzelteilzeichnungen (um 1930)

Bemerkung:

Für das Verständnis technischer Zeichnungen ist der Zweckbezug, der Inhalt, das Wesen des Dargestellten von entscheidender Bedeutung. Das wird nirgendwo deutlicher als auf der Ebene der Einzelteilzeichnungen. Man bezeichnete sie früher auch als „Werkstattzeichnungen“. Das Wesen dieser Zeichnungen liegt nicht darin, ein für jedermann verständliches Abbild des zu fertigenden Gegenstandes zu geben. Wäre das gewünscht, so müsste der Gegenstand in perspektivischer Darstellung oder in der Manier einer Fotografie dargestellt werden, also als Offertenzzeichnung oder als Katalogdarstellung. Bei Einzelteilzeichnungen sind drei Aspekte wesentlich: die Technologie des Ausgangsmaterials, die Bearbeitung in die gewünschte Form und die für die Funktionserfüllung notwendigen Folgeoperationen. Diesen Aspekten ist die zeichnerische Darstellung unterzuordnen, und zwar maßgerecht, proportional stimmig, eindeutig und vollständig. Hierbei ist in vielen Fällen der Herstellungsaspekt dominierend.

Das ist auch einer der Gründe für die verschiedenen Arten, nach Technologien geordneten Einzelteilzeichnungen, beispielsweise Drehteilzeichnungen, Schmiedezeichnungen, Schweißzeichnungen, speziellen Gusszeichnungen etc.



Tafel 10.3/1: Schieberstangen und Exzenterstangen als nebengeordnete Einzelteilzeichnungen in einer Baugruppenzeichnung (um 1870)

10.4 Teilegruppen-Zeichnung

Bei dieser Art der Zeichnung wurden die einzelnen Bauteile in „Bauteil-Gruppen“ geordnet und in einer oder mehreren separaten Zeichnungen zusammengefasst. Diese Zeichnungen bezeichnete man als Teilegruppen-Zeichnungen. Die Gruppenbildung konnte nach verschiedenen Ordnungskriterien vorgenommen werden. In der Regel waren diese Kriterien branchen-, betriebs-, technologie- oder produktabhängig.

Deutlich wird das an den folgenden, einfachen Beispielen. In der Tafel 10.4/1 sind für eine Maschine die betriebsspezifischen Teile gleicher Art, in diesem Fall Schrauben und Muttern, zusammengefasst. Die erforderliche Menge je Position ist ebenfalls angegeben. In den frühen Maschinenbauanstalten zu Beginn des 19. Jahrhunderts war die Fertigungstiefe sehr hoch. Da eine Vereinheitlichung selbst wiederholt verwendeter Teile noch nicht existierte, wurden alle Teile, die zum Bau einer Maschine erforderlich waren, besonders angepasst und konstruiert. Diese Teile wurden dann im eigenen Betrieb gefertigt. Eine leistungsfähige Zulieferindustrie stand noch nicht zur Verfügung. Dieses Vorgehen galt auch für einfachste „Normalien“ wie Schrauben, Muttern etc. Um die Arbeit in den Werkstätten so einfach und rationell wie möglich zu organisieren, wurden Teile einer Art in einer Teilegruppen-Zeichnung zusammengefasst. Interessant ist, dass sich aus diesen Gruppenzeichnungen die ersten betriebsbezogenen Standardisierungen entwickelten. Aus der Sammlung ähnlicher Teile entstanden sogenannte gebundene „Teilehefte“ (z.B. das „Schraubenheft“ einer Maschine). Aus den „Teileheften“ mehrerer Maschinen entwickelten sich dann die ersten innerbetrieblichen Normungen für dies Teilegruppe.

Ein im Wesentlichen technologisches Ordnungskriterium liegt der Teilegruppenzeichnung eines Stehlagers der Tafel 10.4/2 zugrunde. Es wurde um 1870 gebaut. Die Hauptteile sind aus Grauguss. Sie sind vollständig vermaßt. Von den „Nebenteilen“ sind die wichtigsten Maße angegeben. Man beachte den Hinweis auf der Zeichnung zu den Flächen, die bearbeitet werden müssen. Sie sind durch xxxx gekennzeichnet. Die Kennzeichnung ist wichtig, da die Bearbeitungszugaben von den Fachleuten der Gießerei festgelegt wurden. Die Zeichnung war Basis für den Modellbau, die Gießerei und die mechanische Bearbeitung. Das Beispiel der Tafel 10.4/3 zeigt die Gussteile eines großen Pumpenkörpers. Die einzelnen Hauptteile sind ebenfalls aus Grauguss.

Eine andere, einfache Teilegruppen-Bildung war die nach Maschinen oder Baugruppen. Dabei wurden alle Einzelteile des technischen Objekts auf einer Zeichnung dargestellt. Am Beispiel einer Spezialkupplung wird das im Bild 10.4/1 dargestellt. Bei Objekten mit geringer Komplexität reichte eine Teilezeichnung aus. Bei größeren Maschinen brauchte man mehrere. Dann lag wieder der Gedanke nahe, die Einzelteile nach gemeinsamen Merkmalen tiefer zu gliedern (z.B. nach Technologien in Drehteile, Frästeile u.a.m.).

Im Bild 10.4/2 ist die Gruppenbildung nach montageabhängigen Kriterien zu sehen. Die Untermontage von Kolben und Pleuellstange ist mit allen Einzelteilen auf einer Zeichnung zusammengefasst worden.

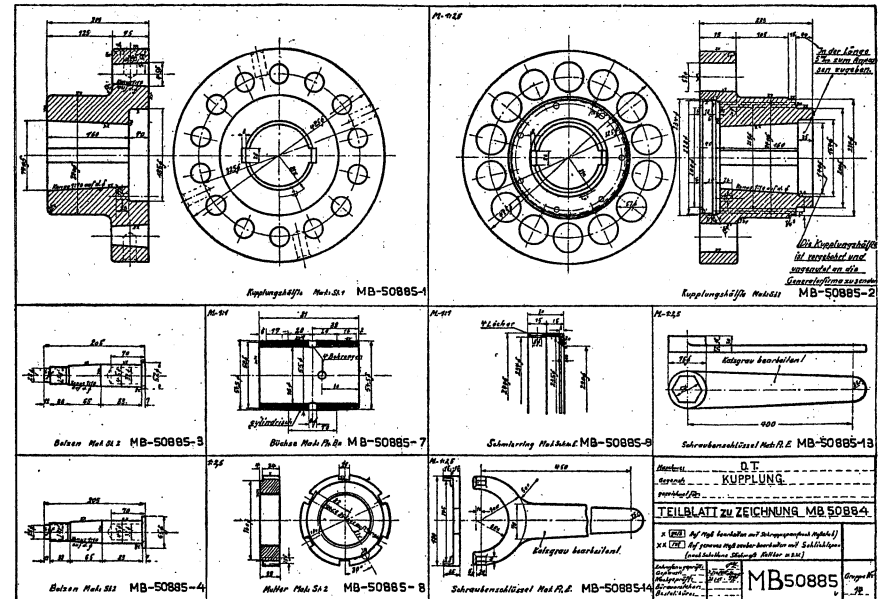


Bild 10.4/1: Teilegruppen-Zeichnung für Teile verschiedener Art am Beispiel der Bauteile einer Spezialkupplung (um 1900)

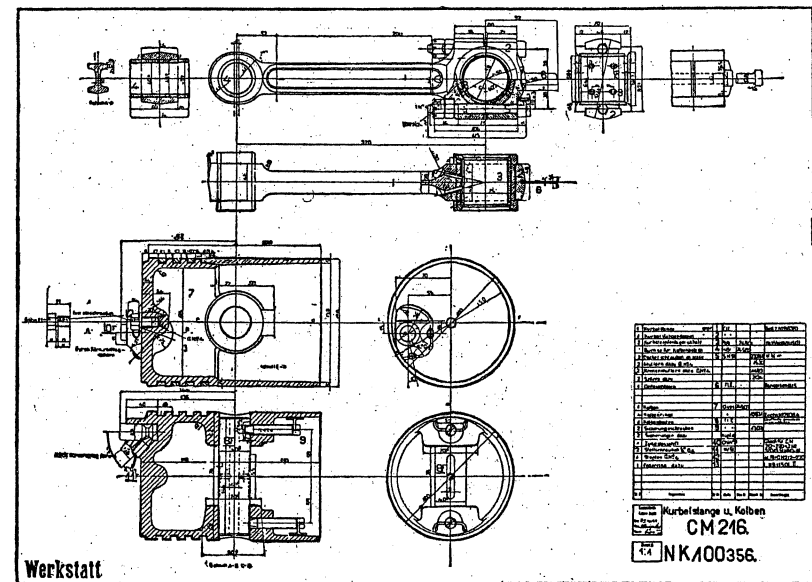
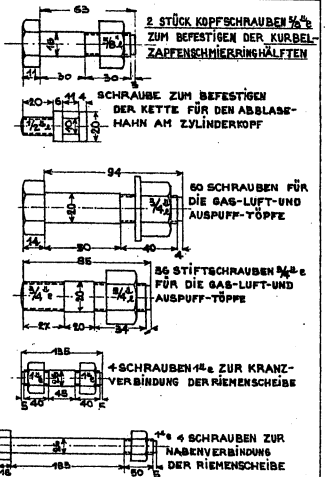
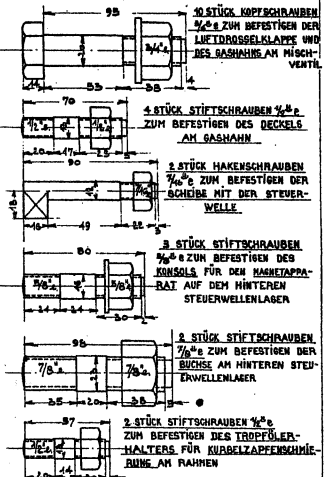
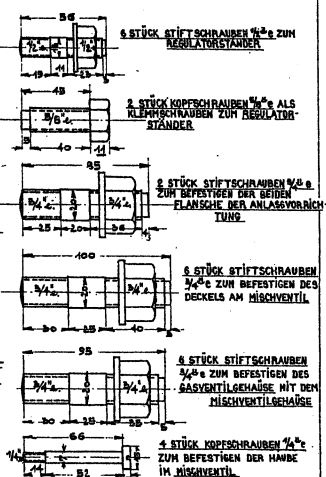
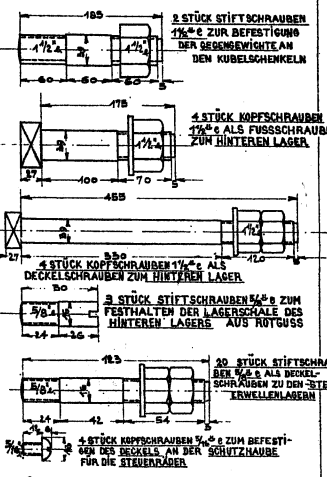
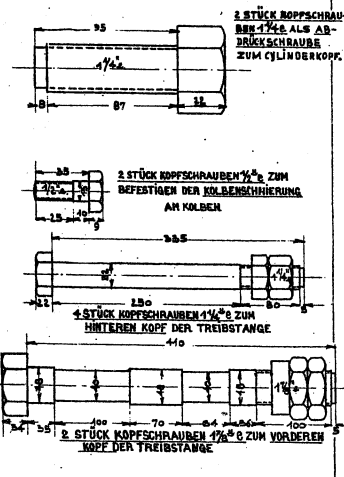
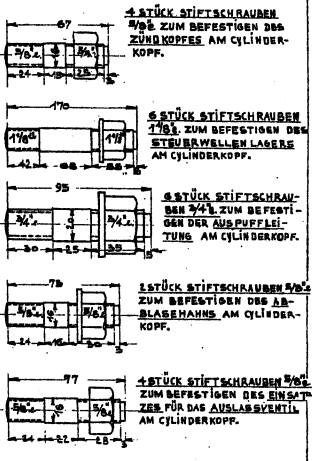
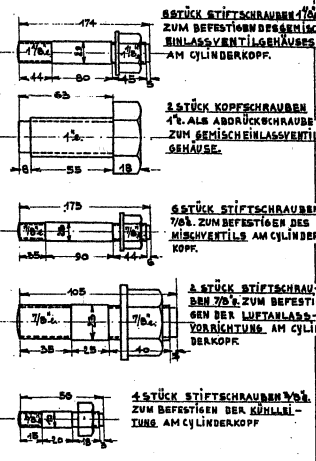
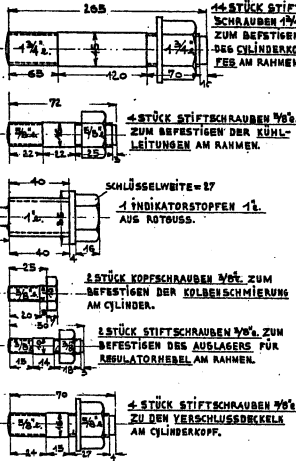
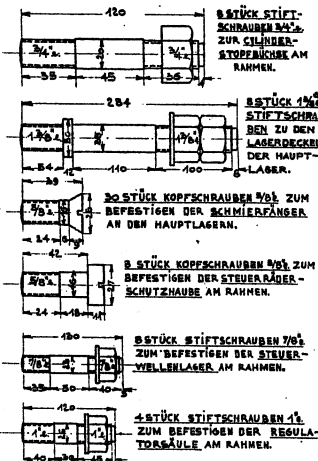


Bild 10.4/2: Teilegruppen-Zeichnung für Teile verschiedener Art am Beispiel der Untermontage eines Pleuellstanges und einer Pleuellstange (um 1930)



Tafel 10.4/1: Teilgruppen-Zeichnung für Teile gleicher Art
Beispiel für die Schrauben und Muttern einer Maschine (um 1860)

10.5 Einzelteilzeichnung

Die Darstellung einzelner Bauteile auf je einer Zeichnung nennt man Einzelteilzeichnung. Sie ist die seit Ende des 19. Jahrhunderts die übliche Form bei größeren technischen Objekten. Um 1930 wurde diese separate Form der Darstellung von Einzelteilen allgemeinverbindlich eingeführt. Diese Form hat, insbesondere in größeren Unternehmen, einige entscheidende Vorteile. Die Zeichnungen können ohne Veränderung intern im Unternehmen oder extern in Verbindung mit Zulieferern verwendet werden. Jedes Teil ist über eine eigene Zeichnungsnummer eindeutig zu identifizieren. Die Durchführung von Änderungen und die Änderungsverfolgung werden einfacher. Am Arbeitsplatz in der Werkstatt ist nur die Zeichnung vorhanden, die für die Herstellung des Teils erforderlich ist. Die Einzelteilzeichnung kommt begleitenden Systemen der Arbeitsvorbereitung, Logistik, dem Ersatzteilwesen und der Kalkulation entgegen. Diese Zeichnungsart ist heute noch allgemein verbreitet. Zwei Beispiele zur Erläuterung sind ausreichend.

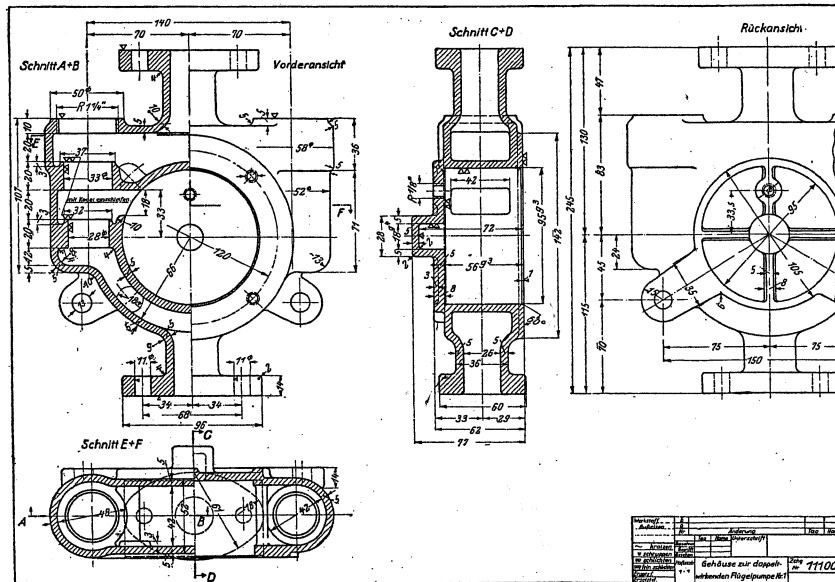


Bild 10.5/1: Einzelteilzeichnung eines Pumpengehäuses (um 1910)

Die Beispiele auf der nebenstehenden Seite zeigen drei zusammengehörende Gussteile eines Gleitlagers bestehend aus Lagerplatte, Lagerkörper und Lagerdeckel. In der Tafel 10.5/1 ist eine zweiteilige Seilscheibe für Hanfseile mit 50 mm Durchmesser dargestellt. Das Hauptteil ist aus gießtechnischen Gründen zweiteilig. Es war unüblich, für jede Hälfte der Seilscheibe eine eigene Zeichnung anzufertigen oder nur eine Hälfte zu zeichnen, wenn die Ausführung spiegelbildlich war. In diesen und ähnlichen Fällen zeichnete und vermaßte man nicht nur beide Hauptteile, sondern oft auch die notwendigen Verbindungsteile.

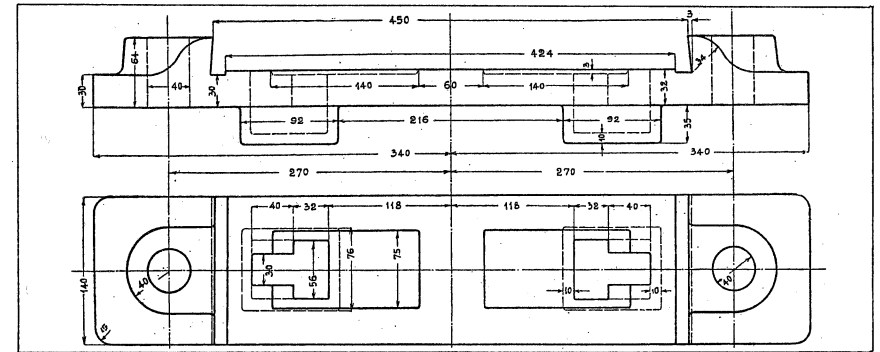


Bild 10.5/2: Lagerplatte (um 1900)

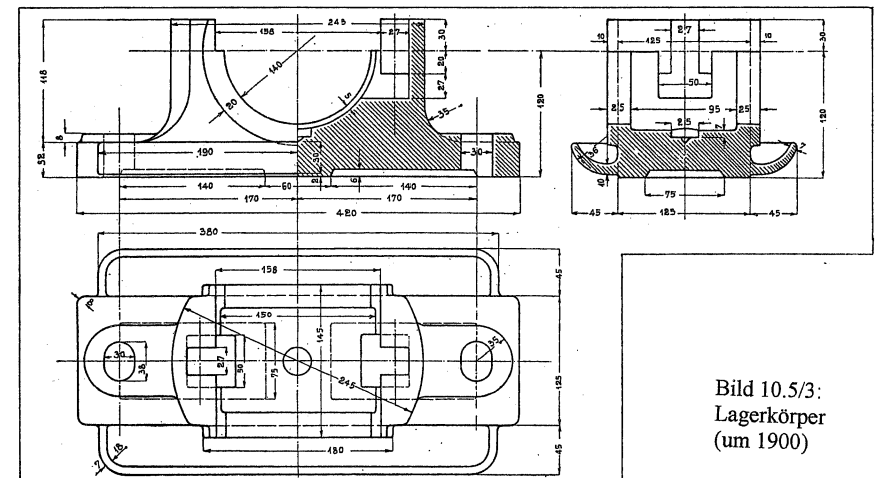


Bild 10.5/3: Lagerkörper (um 1900)

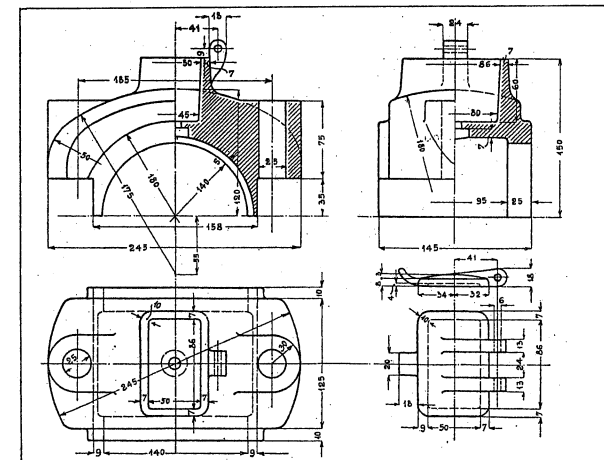


Bild 10.5/4: Lagerdeckel mit Verschlussdeckel (um 1900)

10.6 Einzelteilzeichnungen nach Technologien und Sonderfälle

Insbesondere bei Guss- und Schmiedeteilen war es üblich, für die Rohteile eigene Zeichnungen anzufertigen. Bei Gussteilen sind die form- und gießtechnischen Eigenheiten des Verfahrens für die Formgebung Rohkontur des Teiles entscheidend. Die Außenkontur des Teils besitzt im Allgemeinen eine Formteilung. Bei der Herd- bzw. Kastenformerei müssen die Modellteile entfernt werden können. Dafür sind entsprechende Formschrägen notwendig. Hinterschnitte sind generell sehr ungünstig. Ähnliches gilt für Innenkonturen. Die Kerne werden gesondert geformt und müssen in die Gießform, genau positioniert, eingelegt werden können. Weiterhin müssen Anschnitte gelegt werden, die großen Einfluss auf das Gefüge des Teils und die Lunkerfreiheit haben. Häufig wird bei der Konstruktion von Gussteilen nur bis zum Abformen und Gießen „gedacht“. Jedes Gussteil muss aber anschließend noch von Angüssen und Luftspießresten befreit und verputzt werden. Verputzt wurde generell teuer von Hand. Die Gestaltung der Außenkontur war entscheidend für den Aufwand. Wenn auf diese Parameter bei der Teilekonstruktion Einfluss genommen werden sollte, mussten sie zeichnerisch berücksichtigt und z.T. vorgegeben werden. Dazu wurden spezielle Rohteilzeichnungen angefertigt.

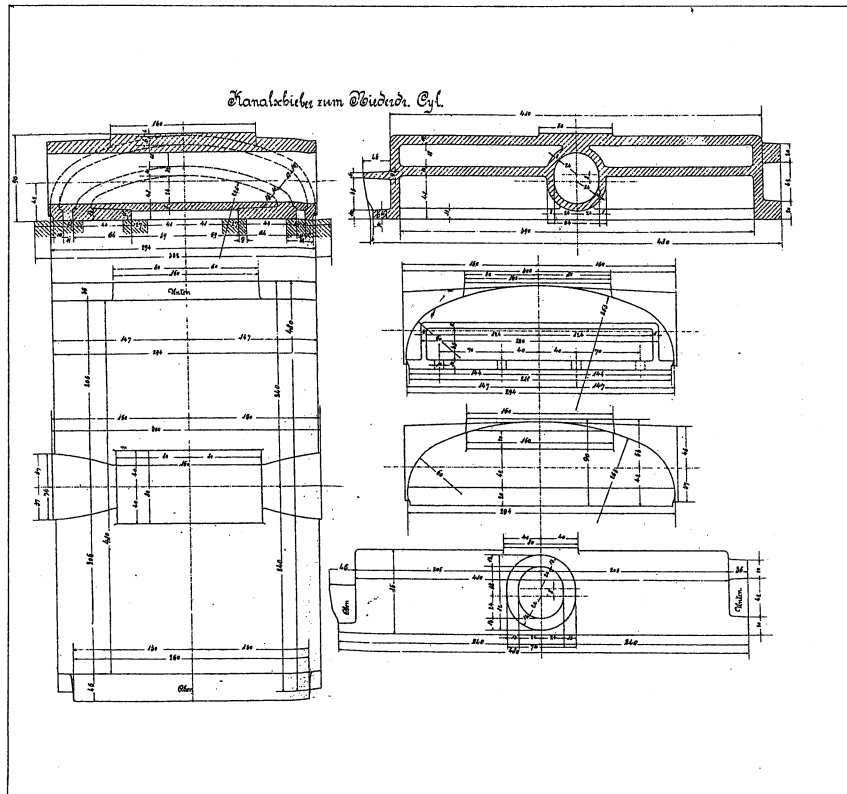


Bild 10.6/1: Rohteilzeichnung eines Kanalschiebers (Ausschnitt, um 1880)

Ein anderes Fertigungsverfahren mit besonderer Berücksichtigung formtechnischer Bedingungen war das Schmieden. Hier kamen noch besondere Arbeitsgänge beim Entgraten hinzu. Entgratet wurde von Hand oder mit Hilfe von besonderen Gesenken. Das war bei der Rohteilformgebung zu berücksichtigen.

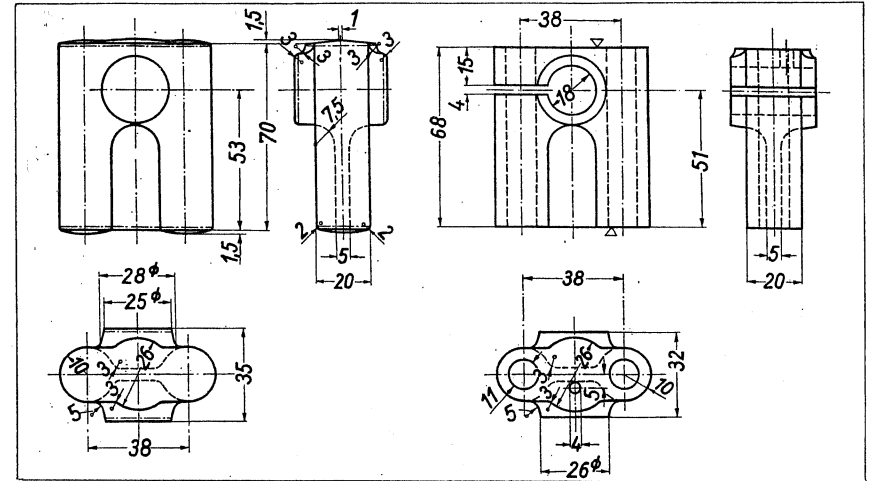


Bild 10.6/2: Rohteilzeichnung und dazugehörige Fertigteilzeichnung einer geschmiedeten Führung (um 1920)

Es gab noch eine Vielzahl anderer technologischer Verfahren, bei denen mit separaten Roh- und Fertigteilzeichnungen gearbeitet wurde. Ein Beispiel ist das Umformen von Blechen für den Behälterbau. Es trat häufig der Fall auf, dass Behälter mit Dömen oder zwei Behälter miteinander verbunden werden mussten. In den Fertigteilzeichnungen waren zwar alle Maße der Anschlüsse angegeben, aber die „Abwicklung“ der Blechzuschnitte musste gesondert ermittelt werden. Dafür wurden spezielle „Abwicklungszeichnungen“ angefertigt.

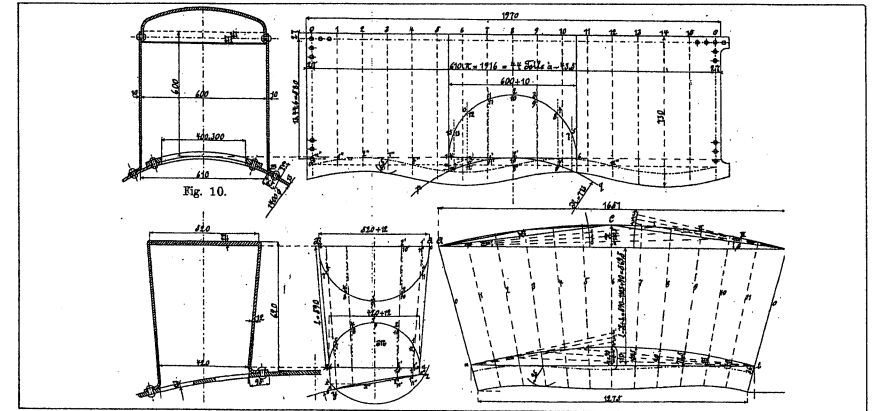


Bild 10.6/3: Abwicklungszeichnung für einen Behälterdom und einen kegelförmigen Ansatz (um 1876)

Einen weiteren Sonderfall bei der Ausführung technischer Zeichnungen stellen die Rohrleitungspläne dar. Im Allgemeinen wurden sie für jedes Medium (z.B. Wasser, Dampf, Öl etc.) getrennt gezeichnet. Charakteristisch war ferner die Verwendung von Symbolen und Kurzzeichen. Detaillierte Zeichnungen der Leitungsverlegung waren selten. In diesen Fällen wurden die Leitungen vor der Montage abgedruckt.

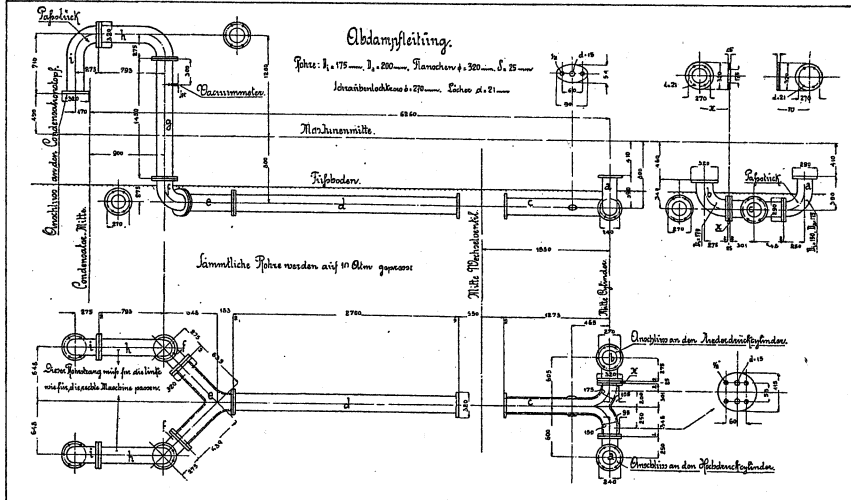


Bild 10.6/4: Detaillierter Rohrleitungsplan (um 1890)

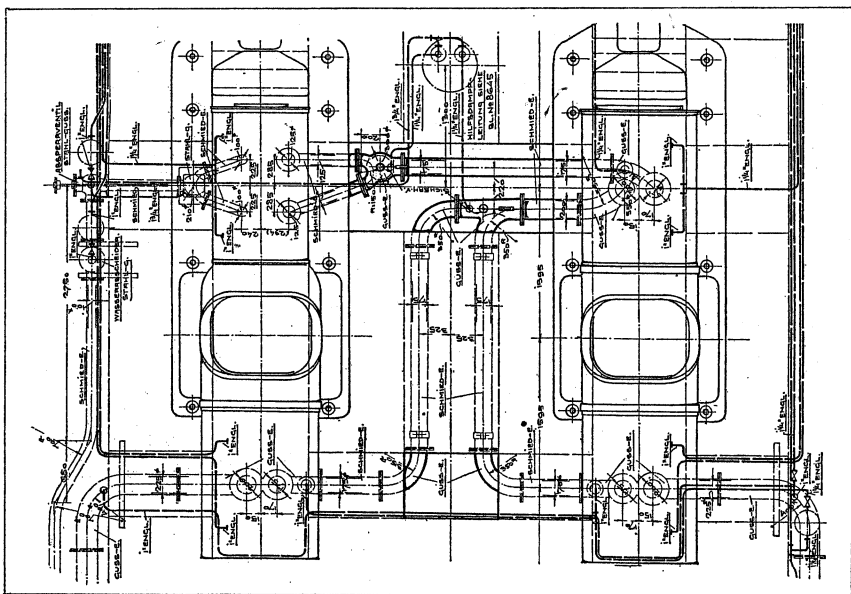


Bild 10.6/5: Grundriss mit Maschinen und detailliertem Rohrleitungsplan (um 1890)

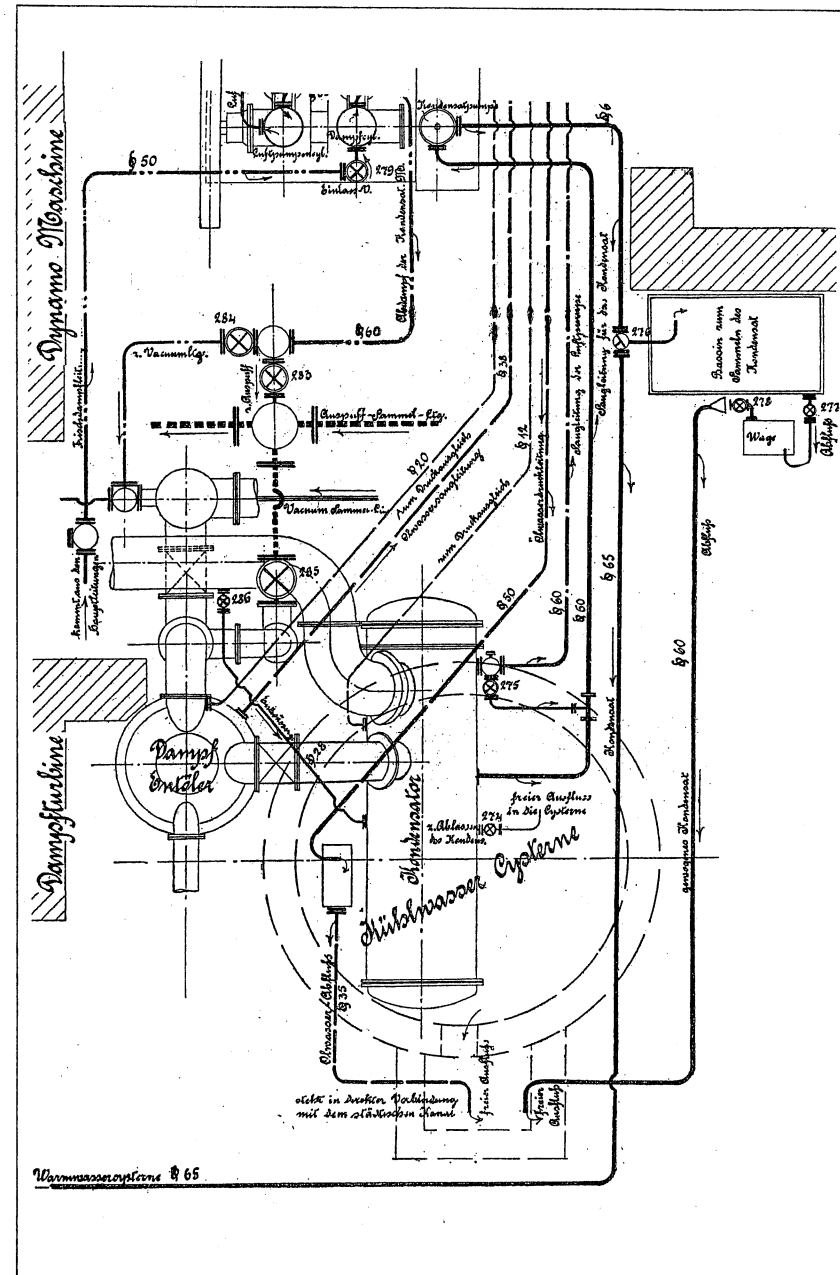


Bild 10.6/6: Rohrleitungsschema einer Kondensationsanlage (1912)