

ser und leistungsfähiger gemacht wird. Der wirtschaftliche Zwang besteht bei der Verbesserung ebenso wie bei der Neuschaffung; der Konstrukteur muß sich darüber klar sein, daß die Verbesserung den Preis nicht um mehr erhöhen darf, als sie dem Käufer wert erscheint, und daß es überhaupt sehr schwer ist, den Käufer, der bisher einen niedrigen Preis gezahlt hat, an einen höheren Preis zu gewöhnen.

Im Verkehr mit den Abnehmern besteht beim Vertrieb von Maschinen gegenüber anderen Fertigungs- und Verkaufsgeschäften der Unterschied, daß der Zwischenhandel zum großen Teil ausgeschaltet wird, weil häufig oder meistens größere Gegenstände in Frage kommen, so daß der Händler sich die Maschinen nicht auf Lager legen kann. Außerdem ist meist eine genaue Kenntnis der Maschine und ihrer Anwendung erforderlich, um ihre besonderen technischen Eigenschaften ins rechte Licht stellen zu können. Firmen, die größere Maschinen herstellen, schaffen sich daher ihre eigene Verkaufsorganisation, indem sie mit ihrer Werbetätigkeit unmittelbar an die Verbraucher herantreten, Reisende vorausschicken und außerdem Vertreter einsetzen oder Ingenieurbüros an den wichtigsten Plätzen errichten.

Unbedingt erforderlich ist eine solche Organisation bei der zweiten Form des Geschäftes, d. h. für die Fabriken, die nicht bestimmte Maschinentypen nach festen Normen herstellen, sondern für jeden Einzelfall etwas Besonderes konstruieren. Gezwungen sind hierzu in den meisten Fällen die Baufirmen; Gebäude, Brücken und dergleichen als Typen herzustellen, dazu liegen erst gewisse Ansätze vor. Je größer überhaupt der Gegenstand ist, um so eher lohnt es sich, den Bedürfnissen des Einzelfalles durch Sonderkonstruktionen Rechnung zu tragen. Es gibt aber auch Gebiete, auf denen selbst bei kleinen Gegenständen immer und immer wieder neu konstruiert werden muß. Das gilt z. B. für den Bau von Verlade- und Fördereinrichtungen; die Aufgabe, Material von einem Punkt zum anderen zu befördern, kann niemals in zwei Fällen auf gleiche Weise gelöst werden, wenn nicht die örtlichen Verhältnisse genau dieselben sind. Natürlich sucht man durch Verwendung einheitlicher Einzelteile die Kosten des Neukonstruierens möglichst zu beschränken.

2. Ausführung einer Maschinenanlage nach neuen Entwürfen.

Die Bedingungen und die Art des Arbeitens sind hier gänzlich anders als bei der Herstellung und beim Verkauf fester Erzeugnisse. Nehmen wir einmal, um die Vorgänge anschaulich zu machen, einen

einfachen Fall einer Förderanlage¹⁾ an: Ein Kraftwerk (Elektrizitätswerk) mittlerer Größe bezieht die Kohle auf dem Wasserwege und besitzt bereits einen Drehkran, der die Kohle aus dem Schiff hebt und an Land bringt. Die Weiterbeförderung nach dem Kesselhaus geschah bisher auf einer längeren Hochbahn, d. h. auf Gleisen, die auf einer Stützkonstruktion ungefähr 5 m über dem Erdboden verlegt waren. Die Wagen wurden durch den Kran mit Kohle beladen und dann auf diesen Gleisen durch Arbeiter zum Kesselhaus hingeschoben; sie wurden hier in einen Bunker, d. h. einen Kohlenbehälter, entleert und dann durch die Leute zurückbefördert. Es hat sich nun, wie wir annehmen wollen, gezeigt, daß die Kosten für diese Art der Beförderung immer höher werden, weil die Löhne steigen und das Elektrizitätswerk mehr Kohle verbraucht, und es wird deshalb beabsichtigt, an Stelle des Handtransportes maschinelle Beförderung einzurichten.

Lösen läßt sich die Aufgabe auf sehr verschiedenartige Weise. Die Leitung des Kraftwerkes sendet daher an eine Anzahl von Fabriken, die sich mit dem Bau von Förderanlagen befassen, einen Lageplan mit Angabe der näheren Verhältnisse, der Kohlenmenge, die befördert werden muß, usw. und ersucht um Vorschläge unter Angabe des Preises, zu dem die Fabrik sich verpflichten will, die Einrichtung zu liefern.

Ebenso leicht, wie die Frage gestellt ist, und so einfach, wie sie erscheint, so schwierig kann ihre Beantwortung sein. Ob es im Sinne technisch-wirtschaftlicher Arbeit überhaupt richtig ist, an die Fabriken derartige Anfragen zu richten, wird weiter unten erörtert (vgl. S. 210). Tatsächlich werden heute die meisten Anfragen in dieser Form gestellt. Zunächst handelt es sich um eine rein technische Frage: welches Fördermittel eignet sich dazu, die Kohle von der einen Stelle zur anderen zu schaffen, und wie ist es den örtlichen Verhältnissen gemäß zu verwenden? Es gibt auf diese Frage eine ganze Reihe von Antworten. Technisch genommen, ist die Aufgabe daher nicht schwierig; sehr verwickelt kann sie aber durch das Hereinspielen der wirtschaftlichen Gesichtspunkte werden.

Der Ingenieur der Fabrik, der die Anfrage zur Erledigung bekommt, muß das vor allen Dingen in dem Sinne tun, daß der Erfolg für seine Fabrik möglichst günstig ist. Aber nicht nur dies verlangt man von ihm, sondern auch, daß er die Belange des Kraftwerkes berücksichtigt. Er muß sich in die Verhältnisse dieses Werkes hinein versetzen und prüfen, wie die Frage zu lösen ist, damit die

¹⁾ Vgl. des Verfassers „Billig Verladen und Fördern“, 3. Aufl., und „Die Förderung von Massengütern“, Band I und II, 3. Aufl. Berlin: Julius Springer.

Kosten, die dem Werk durch die Beförderung seiner Kohle erwachsen, niedriger als früher und überhaupt so gering als möglich werden. Würde der Ingenieur bei Aufstellung seines Vorschlages hierauf keine Rücksicht nehmen, so könnte er von vornherein sicher sein, den Auftrag nicht zu erhalten.

Demnach liegen dreierlei Forderungen vor:

1. daß die Aufgabe technisch einwandfrei gelöst wird;
2. daß die eigene Fabrik möglichst wenig Risiko hat und möglichst gut verdient;
3. daß das Kraftwerk von der Anlage möglichst große Vorteile zieht.

Schon diese Auflösung in drei verschiedene Einzelfragen zeigt, wie wenig in einem solchen Falle mit technischem Wissen allein ausgerichtet werden kann. Daraus erklärt es sich zum Teil, weshalb ein Anfänger, selbst wenn er die Technik im engeren Sinne vollständig beherrschen würde, in der Praxis zunächst wenig zu leisten vermag und neuen Aufgaben hilflos gegenübersteht. Nur das durch Erfahrung erworbene praktische Gefühl des Technikers kann auf den richtigen Weg führen. Allerdings darf sich auch der erfahrenste Ingenieur nicht verhehlen, daß sein Gefühl ihn täuschen kann, und daß er infolgedessen der Nachprüfung durch vergleichende Rechnungen nicht zu entbehren vermag.

Bei der Erledigung der Aufgabe wird der Ingenieur in folgender Weise vorgehen. Er muß zunächst prüfen, ob die Anfrage überhaupt ernst zu nehmen ist, d. h. ob unter den gegebenen Umständen wirklich ein Bedürfnis für eine maschinelle Förderanlage vorliegt. Sehr häufig kommt es vor, daß der Anfragende sich über die Kosten einer neuen Einrichtung ganz und gar täuscht und das Projekt sofort zu den Akten legt, wenn er den Preis erfährt und daraus sieht, daß die Anschaffungskosten gegenüber den Ersparnissen, die sich erzielen lassen, viel zu hoch sind. In diesem Falle wäre jede Stunde, die auf die Bearbeitung der Anfrage verwendet wird, verlorene Zeit, und es genügt, dem Anfragenden zu schreiben, daß Kosten in ungefähre Höhe und der Höhe entstehen würden, so daß er besser täte, bei der alten Betriebsart zu bleiben.

Erscheint die Neuanlage an sich wirtschaftlich, so ist zu prüfen, ob für die eigene Fabrik Aussicht besteht, den Auftrag zu erhalten und mit Gewinn auszuführen, d. h. ob sich diejenigen Fördermittel, welche die Firma herstellt, für den Fall eignen, oder ob eine andere Firma voraussichtlich einen so viel günstigeren Vorschlag machen kann, daß das eigene Angebot sofort zurückgestellt werden würde. Auch in diesem Falle ist es zwecklos, der Sache näher zu treten,

denn der Fabrik erwachsen nur Ausgaben durch die Anfertigung einer Zeichnung und eines Kostenanschlages.

Nehmen wir an, daß der Ingenieur, gegebenenfalls nach Einholung des Einverständnisses der Werkleitung, sich dafür entscheidet, das Projekt zu bearbeiten und einen elektrischen Motorwagen mit Führerbegleitung anzubieten, ähnlich wie in Abb. 167 dargestellt, der wie ein Straßenbahnwagen von einem Elektromotor angetrieben wird und den Strom aus einer Oberleitung durch einen Stromabnehmer zugeführt erhält. Auf dem Wagen stehen ein oder, wie in der Abbildung, mehrere Kästen, in die die Kohle hineingeladen wird, und die sich am anderen Ende der Bahn, über dem Behälter im Kesselhaus, selbsttätig entleeren, wenn der Mann, der auf dem Wagen mitfährt, die Klappen öffnet. Ein Motorwagen von derselben Größe, wie er hier benötigt würde, ist zwar, wie wir annehmen wollen, bisher von der Fabrik nicht ausgeführt worden, indessen liegen Erfahrungen mit Motorwagen ähnlicher Ausführung vor, und

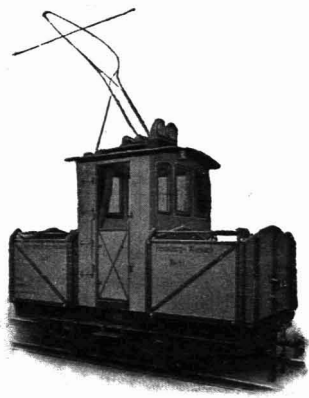


Abb. 167. Elektrischer Motorwagen zur Beförderung von Kohle (Ausführung von Orenstein & Koppel, Berlin).

es macht also keine besonderen Schwierigkeiten, einen neuen, für den Zweck geeigneten Wagen zu entwerfen. Zunächst ist nun zu berechnen, welchen Inhalt der Kasten des Motorwagens haben, und wie schnell der Wagen fahren muß. Nehmen wir an, das Elektrizitätswerk habe angegeben, daß im Jahre 12000 Tonnen Kohle verbraucht werden. Diese sollen zum Teil unmittelbar vom Schiff aus in den Kesselhausbunker befördert, zum Teil von der Brücke aus auf den Lagerplatz geschüttet und von da nachher auf irgendeine andere Weise, die uns hier nichts angeht, zum Kesselhaus gebracht werden. Der Drehkran kann in der Stunde 30 Tonnen (30000 kg) Kohle aus dem Schiff heben, und die Förderanlage muß daher imstande sein, diese 30 Tonnen stündlich nach dem Kesselhaus zu bringen, so daß die Leistungsfähigkeit des Kranes voll ausgenutzt wird und die Kähne nicht unnötig lange auf Entleerung zu warten brauchen. Wird der Wagen schon unterwegs auf den Lagerplatz entleert, so ist die verlangte Förderleistung noch leichter zu erreichen, weil der Wagen in der Mitte des Weges schon wieder umkehren kann.

Die Entfernung bis zum Kesselhaus sei 80 m, und es werde angenommen, daß der Wagen mit einer Geschwindigkeit von 2 m in

der Sekunde fahren kann, so daß er 40 Sekunden braucht, um vom einen Ende der Bahn nach dem anderen zu gelangen; hin und zurück macht dies 80 Sekunden. Für das Beladen des Kastens aus dem Vorratbehälter, in den der Drehkran die Kohle wirft, mögen zur Sicherheit 100 Sekunden gerechnet werden. Das Entleeren im Kesselhaus geht so rasch vor sich, daß man dafür keinen Zeitverlust zu rechnen braucht. Somit beträgt die Zeit für eine volle Fahrt 180 Sekunden oder 3 Minuten, in einer Stunde kann der Wagen also 20 Fahrten erledigen. Um 30 Tonnen Kohle stündlich zu fördern, muß er demnach bei jeder Fahrt 1,5 Tonnen oder 1500 kg Kohle mitnehmen. Dafür muß der Wagenkasten, da 1 m^3 Kohle, lose geschüttet, etwa 750 kg wiegt, einen Inhalt von 2 m^3 erhalten.

Für die Ermittlung der Kosten ist es zunächst notwendig, die Stärke des Elektromotors zu bestimmen. Aus den Erfahrungen, die bei der Fabrik bereits vorliegen, mag sich ergeben, daß der Wagen voraussichtlich ein Gewicht von etwa 2500 kg, einschließlich der Kohlenladung also 4000 kg haben wird. Die Bahn liege in geringer Steigung von 1:40 nach dem Kesselhaus hin. Um den Wagen zu bewegen, ist zunächst ein Reibungswiderstand zu überwinden, der für je 1000 kg Gewicht auf 15 kg geschätzt werden kann, so daß dieser Widerstand 60 kg beträgt und in jeder Sekunde, da der Wagen ja eine sekundliche Geschwindigkeit von 2 m hat, $60 \times 2 = 120 \text{ mkg}$ geleistet werden müssen. Auf diesem Wege von 2 m ist aber außerdem die Last von 4000 kg um $\frac{1}{40}$ der Wegstrecke, d. h. um $\frac{1}{20}$ m zu

heben; die hierzu erforderliche Arbeitsleistung ist $4000 \times \frac{1}{20} = 200 \text{ mkg}$.

Im ganzen beträgt die Arbeitsleistung also 320 mkg in der Sekunde. Da nun im Getriebe des Wagens Verluste entstehen, so muß die Leistung des Elektromotors um etwa 30% höher sein, d. h. 420 mkg betragen. In Pferdestärken ergibt dies $\frac{420}{75} = 5,6$ oder, rund gerechnet, 6 PS.

Nummehr läßt sich, wiederum nach den Erfahrungen an früheren Anlagen, auch der bei normalem Verdienst notwendige Verkaufspreis vorläufig abschätzen, und zwar auf etwa 5000 RM.

Da das Gewicht des vollbelasteten Wagens feststeht, so kann jetzt untersucht werden, ob die Hochbahn stark genug ist. Falls sie für den schweren Wagen nicht genügt, so ist zu berechnen, wieviel die Verstärkung der Brücke etwa kosten mag. Einschließlich der Kosten für Reserveteile und die elektrische Oberleitung, für die Beförderung der Teile bis zur Baustelle, die Aufstellung usw. mögen

sich nach vorläufiger Schätzung die Gesamtkosten bei dem Projekt auf 10000 RM stellen.

Die jährlichen Ausgaben für die Beförderung der Kohle lassen sich jetzt leicht ermitteln. Für die Anlage werde mit 12% Abschreibung und 8% Verzinsung des Anschaffungskapitals gerechnet. Zur Bedienung ist ein Mann nötig, dessen Lohn mit 80 Pfennig für die Stunde eingesetzt werden mag. Auf 12000 t Kohle kommen, da in einer Stunde 30 t befördert werden, 400 Arbeitsstunden im Jahr, also 320 RM Lohn. Sodann sind für Schmierung der Maschine und Ausbesserungen an der ganzen Anlage vorsichtshalber noch 250 RM im Jahr einzusetzen und schließlich aus dem Kraftverbrauch des Motorwagens die Kosten des elektrischen Stromes zu berechnen. Damit ergibt sich folgendes Bild für die Jahresausgaben:

Abschreibung 12% von 10000 RM	1200 RM
Verzinsung 8% von 10000 RM	800 "
Arbeitslohn	320 "
Wartung und Unterhaltung	250 "
Stromverbrauch	100 "
zusammen im Jahr 2670 RM	

Auf 1 t Kohle entfällt also ein Betrag von $\frac{2670}{12000} = 0,22$ RM oder 22 Pfennig.

Vorher hatte das Kraftwerk nach den mit der Anfrage eingesandten Angaben 50 Pfennig Arbeitslohn für die Tonne bezahlt, so daß die Anlage auf jeden Fall wirtschaftlich ist. Auf die Tonne werden 28 Pfennig, im Jahr also $12000 \times 0,28 = \text{rd. } 3400$ RM gespart.

Auch gegenüber anderen Arten der Ausführung, die für die Fabrik in Frage kommen könnten, erscheint die Lösung inbezug auf das endgültige Ergebnis günstig, und es wird daher die Abgabe eines Angebotes in diesem Sinne beschlossen, obwohl die Fabrik keinen sehr großen Vorteil bei der Lieferung hat. Denn die Verstärkung der Brücke ist eine Arbeit, die sich schwer genau im voraus berechnen läßt und die man deshalb am liebsten gar nicht übernimmt, sondern dem Kraftwerk zur unmittelbaren Vergebung an eine kleinere Eisenbaufirma überläßt. Die glatte Lieferung wird sich also einschließlich der elektrischen Leitung auf nicht mehr als etwa 6000 RM belaufen, und der Reingewinn dürfte im besten Falle 500 RM betragen. Dem Kraftwerk eine Anlage zu empfehlen, die weniger rentabel ist, an der die Fabrik aber mehr verdienen könnte, würde voraussichtlich zum Verlust des Auftrages führen, ganz ab-

gesehen davon, daß durch ein solches Verfahren das Vertrauen des Anfragenden getäuscht wird. Voraussetzung ist natürlich, daß die teurere Anlage gegenüber der billigeren nicht Vorzüge irgendwelcher Art besitzt, indem sie vielleicht betriebsicherer ist, rascher geliefert werden kann oder dergleichen. Alle derartigen Vorteile würden sich schätzungsweise auch in Geld einsetzen lassen.

Nachdem jetzt die Grundidee für die Anlage festgelegt ist, muß eine Entwurfzeichnung angefertigt werden, die einerseits eine Unterlage für die genauere Berechnung der Kosten bietet und andererseits dem Kunden ein anschauliches Bild davon geben soll, was vorgeschlagen wird. Auf Grund dieser Zeichnung, welche die wichtigsten Bestandteile der Anlage in den Hauptumrissen zeigt, werden die Kosten der einzelnen Teile so genau als möglich veranschlagt — natürlich immer unter Heranziehung der bei anderen Ausführungen gesammelten Erfahrungen — und daraus festgestellt, wie teuer die Herstellung in der Werkstatt zu stehen kommt. Hierzu würde ein Zuschlag für allgemeine Unkosten zu machen sein, wozu u. a. die Kosten für das Konstruktionsbüro, die Ausgaben für Werbetätigkeit, für Verwaltung usw. gehören, und schließlich ist der Verdienst darauf zu schlagen, den die Fabrik erzielen will und muß, wenn der Betrieb sich angesichts des Risikos, das mit jedem Unternehmen verbunden ist, lohnend gestalten soll.

Bei der Abgabe des Angebotes, d. h. bei der Mitteilung des Preises an das Kraftwerk, darf nicht versäumt werden, die Lieferbedingungen anzugeben, unter denen die Fabrik sich zur Ausführung der Förderanlage bereit erklärt. Hierzu gehört namentlich die Art und Weise, wie die Zahlung seitens des Kunden geleistet werden soll. Bei der Bestellung einer Förderanlage größeren Umfanges ist es üblich, $\frac{1}{3}$ der Kaufsumme bereits bei der Erteilung des Auftrages zu bezahlen, $\frac{1}{3}$ sodann, wenn die Hauptteile versandbereit sind, und das letzte Drittel einen Monat später. Auf diese Weise wird es dem Hersteller möglich gemacht, mit mäßigem Kapital auszukommen, da er nicht gezwungen ist, die Ausgaben für den Einkauf der Werkstoffe, für Arbeitslöhne usw. ganz aus seiner Tasche auszugeben, sondern für einen Teil davon die Anzahlung benutzen kann. Ganz besonders wichtig ist auch die Frage der Gewährleistung für dauernd gutes Arbeiten der Anlage. Der Fabrikant leistet gewöhnlich Gewähr in der Form, daß er alle Teile, die infolge schlechten Materials oder schlechter Arbeit im Laufe von 6 Monaten unbrauchbar werden, kostenlos ersetzt. Ferner ist die Lieferfrist zu vereinbaren, und es sind Bedingungen festzulegen über die Art und Weise, wie die Aufstellung der Anlage ausgeführt werden soll.

Wenn der Kunde geneigt ist, die vorgeschlagene Ausführung

anzunehmen und die Anlage zu bestellen, so sind doch meistens noch technische und kaufmännische Verhandlungen nötig, ehe der Auftrag erteilt wird. Der Besteller findet, daß in gewissen Punkten der Betrieb für seine Verhältnisse noch nicht paßt, und verlangt eine Änderung, die natürlich auch auf die Kosten Einfluß haben kann. Sodann entstehen oft langwierige Auseinandersetzungen über die Lieferbedingungen, namentlich über die Zahlungsweise. Die Fabrik muß außerordentlich vorsichtig sein, um nicht infolge Nachgebens in den Bedingungen Schaden zu erleiden. Z. B. kommt es vor, daß der Kunde vorschlägt, er will die letzte Zahlung eine bestimmte Zeit nach der Inbetriebsetzung der Anlage leisten. Das klingt gerechtfertigt, weil erst dann der Nutzen für ihn beginnt, kann aber zu einem Fallstrick für den Lieferer werden, wenn keine Sicherheit besteht, daß die Anlage sofort oder überhaupt in Betrieb genommen wird. Es kann vorkommen, daß der Besteller infolge veränderter Maßnahmen die Anlage nicht mehr gebrauchen kann, oder daß er infolge unerwarteter Umstände den ganzen Betrieb seines Werkes einstellen muß. Dann würde der Lieferer dem Wortlaut des Vertrages nach überhaupt keinen Anspruch mehr haben, und es kann für ihn schwierig sein, von der letzten Zahlung noch etwas zu retten. Die gelieferten Teile zurückzunehmen hat gerade bei Förderanlagen wenig Wert, weil die Einrichtung immer dem einzelnen Fall angepaßt wird und sich kaum anderweitig verwerten läßt.

Obwohl alle diese Fragen kaufmännischer Natur sind, pflegt ihre Erledigung dem projektierenden Ingenieur zuzufallen. Für den Kaufmann, der sich nicht besondere Mühe gibt, mit technischen Dingen vertraut zu werden, ist es unmöglich, alle Gesichtspunkte im Auge zu behalten und richtig zu beurteilen, ganz abgesehen davon, daß bei mündlichen Verhandlungen, die in der Regel am raschesten zum Ziele führen, der Zeitersparnis wegen die technischen und die kaufmännischen Fragen zusammen erledigt werden müssen. Oft kann nur der Techniker, der mit der Konstruktion der Maschinenanlage, mit der Herstellung und deren Kosten vollständig vertraut ist, sich rasch ein Bild davon machen, wo er nachgeben darf und wo es vielleicht durch Vereinfachung der technischen Ausführung noch möglich sein wird, Verluste wieder gutzumachen, die er durch Nachgeben in den kaufmännischen Bedingungen erleidet.

Ist die Bestellung erteilt, so wird die Ausführung in die Hand genommen. Damit die Lieferzeit nicht überschritten wird, sind die Termine zu bestimmen, bis zu denen die einzelnen Ausführungszeichnungen fertig sein und in die Werkstatt gegeben werden müssen. Ist nicht aller Werkstoff vorrätig, so werden die Stücke, die auswärts bestellt werden müssen, zuerst festgelegt. In unserem

Fälle würde dies auch für den Elektromotor und die sonstige elektrische Ausrüstung gelten, sodann für die Teile, die aus Walzstahl anzufertigen sind und sich nicht auf Lager befinden, und, falls die Fabrik keine eigene Gießerei hat, für die Gußteile. Da gewöhnlich verschiedene Werkstätten einer und derselben Fabrik — Dreherei, Schmiede, Gießerei usw. — beteiligt sind, so müssen auch der Werkstatt die Termine für die Ausführung jeder einzelnen Arbeit genau vorgeschrieben werden, damit alles rechtzeitig zum Zusammenstellen des ganzen Wagens bereit ist.

Beim Durchkonstruieren ist in genau demselben Maße nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorzugehen, wie bei der Anfertigung des Vorentwurfes. Der Ingenieur muß sich, um die veranschlagten Kosten nicht zu überschreiten, bei jeder einzelnen, kleinsten Handlung gegenwärtig halten, was für Folgen sie für die Ausführung des Auftrages nach sich zieht. Er darf demnach, auch abgesehen von technischen Gründen, nicht etwa eine Einzelheit des Wagens gleich zu Anfang fertigmachen und unabänderlich festlegen, sondern er muß zunächst die bei der Projektierung geleistete Arbeit nachprüfen, indem er die verschiedenen Teile des Wagens genau berechnet und in den Einzelheiten weiter festlegt, um die Kosten zu bestimmen. Selbstverständlich ist, daß er unter keinen Umständen unnötig Geld ausgibt, denn wenn die Selbstkosten niedriger werden, als berechnet war, so ist der Reingewinn entsprechend höher. Man pflegt vor allen Dingen Mittel und Wege zu suchen, um die Anfertigung neuer Gußmodelle und teure Schmiedearbeiten zu vermeiden. Wenn es sich, wie hier zunächst angenommen, um eine Einzelausführung handelt, wird man an Stelle von Gußteilen lieber geschweißte Teile verwenden. Die Fertigbearbeitung der Teile wird nach Möglichkeit eingeschränkt oder so gestaltet, daß sie wenig Arbeitslöhne erfordert. Dazu gehört aber eine genaue Kenntnis nicht nur der Verfahren der Bearbeitung im allgemeinen, sondern auch der Maschinen, die in der betreffenden Werkstatt zur Verfügung stehen. Eine Arbeit, die in der einen Fabrik nur wenige Mark kostet, kann in einer anderen, die nicht mit geeigneten Einrichtungen versehen ist, ein Mehrfaches davon verschlingen. Natürlich muß man sicher sein, daß die Maschinen, auf die man rechnet, zu der gegebenen Zeit tatsächlich frei sind. Werkstoffe, die sich nicht auf Lager befinden und im Handel gerade schwer zu haben oder kostspielig sind, müssen vermieden werden. Sollte es sich herausstellen, daß der projektierende Ingenieur sich geirrt hat, daß die Ausführung so, wie sie ihm vorschwebte, teurer kommt, als angenommen war, so entbindet das die Fabrik nicht von der Verpflichtung dem Abnehmer gegenüber, die Maschine zu dem angegebenen Preis zu liefern. Es

liegt dann ein harter Zwang vor, irgendeinen Ausweg zu finden, damit die Firma keine Verluste erleidet. Daß die Not erfinderisch macht, zeigt sich hier tausendfach. Es ist wunderbar, was für glänzende Gedanken unter solchen Umständen zutage gefördert werden, auf die niemand gekommen wäre, wenn die Ausführung des Auftrages sich glatt abgewickelt hätte.

Man kann nach alledem leicht verstehen, daß der Anfänger, mag er eine noch so treffliche Ausbildung haben, hier bei der Ausführung, ebenso wie bei dem Vorentwurf, vor einer unendlichen Menge ihm neuer Fragen hilflos dasteht, die der erfahrene Ingenieur meist im Handumdrehen erledigt.

Sind alle Teile fertig, so folgen der Versand und die Aufstellung an der Verwendungsstelle. Üblich ist es, daß die Fabrik einen Aufsteller (Monteur), einen erfahrenen Schlosser, dem Besteller zur Verfügung stellt, während der Besteller für Hilfsarbeiter, für die notwendigen Geräte u. dgl. sorgt. Für den Aufsteller werden vorher festgesetzte Tagegelder berechnet.

Auch die Aufstellung bedarf guter Vorbereitung. Der Besteller muß für die Arbeiten, die er selbst auszuführen hat oder anderweitig vergibt, namentlich also für etwa notwendige Gründungs- und andere Bauarbeiten, rechtzeitig die Angaben erhalten. Es ist dafür zu sorgen, daß zur richtigen Zeit ein geeigneter Aufsteller frei ist. Wenn die Anlage fertig und der Beweis erbracht ist, daß sie ordnungsgemäß arbeitet, so wird sie vom Besteller übernommen.

Oft kann nicht einmal die letzte Handlung bei der Erledigung des Auftrages, das Hereinbringen der noch nicht geleisteten Zahlungen, dem Techniker durch das kaufmännische Büro der Firma abgenommen werden. Hat ein Kunde aus irgendwelchen Gründen den Wunsch, seine Zahlungen hinauszuschieben, so wird er immer dies oder jenes an der Ausführung der Anlage zu bemängeln finden und behaupten, daß der Vertrag seitens des Lieferers nicht erfüllt sei. Ein technisch nicht sehr gut eingearbeiteter Kaufmann ist aber im allgemeinen nicht imstande, das Gegenteil zu beweisen und somit den Standpunkt der Firma aus eigener Überzeugung nachdrücklich zu wahren.

Alles in allem gehen also im ganzen Verlauf der Bearbeitung einer einzigen Angelegenheit Hand in Hand mit der technischen Arbeit unzählige Gedanken, die sich auf kaufmännisch-wirtschaftliche Fragen beziehen; es möchte sogar scheinen, daß sie die größere Zahl bilden den technischen Erwägungen gegenüber. In Wahrheit bilden eben diese wirtschaftlichen Überlegungen einen Bestandteil des technischen Denkens und dürfen, wie auch schon auf S. 194 betont, nicht von ihm getrennt oder ihm gegenüber-

gestellt werden. Alle diese Dinge sind gerade deshalb hier so ausführlich behandelt worden, um der vielfach verbreiteten Meinung entgegenzutreten, daß technische Arbeit im Erfinden, Rechnen und Konstruieren bestände, in dem Sinne einer Anwendung der physikalisch-technischen Wissenschaften. Die praktische Technik ist, dies sei nochmals hervorgehoben, eine Wissenschaft in anderer Bedeutung; sie verkörpert sich in wirtschaftlichen Gedanken und Handlungen, denen die Naturwissenschaft als Mittel zum Zweck dient.

Für den jungen Ingenieur, der seine Ausbildung auf einer höheren technischen Lehranstalt beendet hat und nun glaubt in der Praxis etwas leisten zu können, kommt diese Erkenntnis oft recht überraschend. Er tut gut, wenn er zu etwas kommen will, sich in den technisch-wirtschaftlichen Geist so rasch als möglich hineinzuleben und auch niedrigere Arbeiten zu verrichten, dabei aber alles, was er praktisch kennen lernt, nicht mechanisch mitzumachen, sondern es mit der ihm anerzogenen wissenschaftlichen Denkweise zu betrachten und seinem Wissen einzuordnen. Höhere technische Bildung besteht nicht allein in der Fertigkeit in der Anwendung mathematischer Formeln. Der tüchtige Rechner, der eine große Fertigkeit hierin hat und dies hervorkehrt, läuft Gefahr, daß man ihn entweder überhaupt nicht anstellt oder ihn nur gerade für solche Arbeiten benutzt, und daß er infolgedessen nur schwer dazu kommt, das Ganze zu erfassen und sich eine einflußreichere Stellung zu erringen. Das Wesen höherer Bildung liegt vornehmlich in der Erziehung zum gründlichen und logischen, nicht mechanisch-oberflächlichen Anfassen der Probleme. Echte wissenschaftliche Aufgaben bieten sich dabei in Hülle und Fülle.

Auch die Vorstellung davon, was eine Erfindung ist, hat sich durch diese Erörterungen wohl noch mehr geklärt. Der Techniker „erfindet“ den ganzen Tag, er steht in jedem Augenblick vor irgendeiner neuen Schwierigkeit, die er durch einen glücklichen Einfall überwinden muß. Ist die Schwierigkeit sehr groß, so entsteht ein entsprechend starker Druck, und dieser bringt auch einmal eine Leistung hervor, die sich über das Gewöhnliche erhebt, und die nicht nur in dem einen Falle nützlich ist, sondern allgemeinere Bedeutung besitzt, so daß es lohnt, sich durch Anmeldung eines Schutzes das alleinige Ausführungsrecht zu sichern. Dies ist wenigstens bei der Mehrzahl der Erfindungen der Entstehungsvorgang. Besonders erfinderische Köpfe sind übrigens gewöhnlich einseitig, sie überwinden wohl mit Leichtigkeit technische Schwierigkeiten, bei denen ein anderer festsetzt, erkennen aber nicht die wirtschaftlichen Folgen, die ihre Vorschläge nach sich ziehen. Daher ist es notwendig, solchen Leuten sehr vorsichtige Mitarbeiter zu geben.