

Feier

der

Grossherzoglichen Technischen Hochschule

FRIDERICIANA

bei Übergabe des Rektorates

am 25. November 1911

Bericht über das Studienjahr 1910/1911

erstattet von dem abtretenden Rektor

Dr. Paul Stäckel

ord. Professor der Mathematik und Geheimen Hofrat

Betrachtungen über die Hebe- und Fördertechnik

Festrede, gehalten von dem Rektor des Jahres 1911/1912

Georg Benoit

ord. Professor des Maschinenbaues

Betrachtungen über die Hebe- und Fördertechnik

Durchlauchtigster Großherzog!
Durchlauchtigste Großherzogin!
Königliche und Großherzogliche Hoheiten!
Hochansehnliche Versammlung!
Werte Kollegen und liebe Kommilitonen!

Es ist mir eine besondere Freude, daß heute meine erste feierliche Amtshandlung in der Verteilung von akademischen Preisen bestehen kann.

Die Abteilung für Architektur hat in diesem Jahr für den Wettbewerb der Studierenden des Hochbaufaches um eine goldene Preismedaille den Entwurf eines Museums als Aufgabe gestellt. Aus diesem Wettbewerb ist der Studierende Herr Hans Schmidt aus Karlsruhe als Sieger hervorgegangen.

Ferner ist die im Jahre 1909 anlässlich der hundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages von Ferdinand Redtenbacher gestiftete silberne Redtenbacher-Plakette, welche alljährlich auf Vorschlag der Abteilung für Maschinenwesen für besondere Auszeichnung bei der Diplomhauptprüfung verliehen werden soll, dem Diplomingenieur Herrn Robert Dölling aus Hamburg zuerkannt worden.

Ich bitte die beiden Herren, die ihnen verliehenen Auszeichnungen in Empfang zu nehmen, und überreiche sie ihnen mit dem herzlichsten Glückwunsch und mit den besten Wünschen für ihre Zukunft.

Es fällt mir nunmehr, einer alten Sitte entsprechend, die ehrenvolle Aufgabe zu, mich durch eine Rede in mein Amt einzuführen. Ich habe naturgemäß nach einem Thema Umschau gehalten, welches innerhalb des von mir vertretenen Faches der Hebe-, Förder- und

Transporttechnik liegt. Dabei war Sorge zu tragen, daß der Gegenstand auch in weiteren Kreisen als gerade in denjenigen der engeren Fachgenossen Interesse zu erwecken geeignet ist. Ein solches pflegen historische Rückblicke auf die Gesamtentwicklung eines Faches leichter zu finden als ein Eingehen auf Einzelgebiete; dennoch kann der im rastlosen Getriebe der heutigen Zeit stehende Ingenieur es sich nicht versagen, gerade auch den heutigen Stand einzelner Zweige seines Faches besonders herauszuheben und den Blick zuweilen nach vorwärts in die Zukunft zu richten.

Auf technische Hilfsmittel zur Hebung von Lasten und Vorrichtungen zur Kraftübersetzung mußte der Mensch schon in den allerfrühesten Zeiten kultureller Entwicklung überall dort hingedrängt werden, wo die Größe der Last die Spannkraft seiner Muskeln überstieg. Die Jahrtausende alten, in gleicher Wirkungsweise aber auch heute noch unentbehrlichsten Hebezeug-Elemente, wie z. B. Keil, Hebel, Seil mit Rolle und Flaschenzug, deren mechanische Wunderkraft einst den Geist des Aristoteles und Archimedes zu forschender Tätigkeit anregten, wurden schon von den Griechen zu einfachen Hebemaschinen zusammengefügt. Das Mittelalter und besonders die Renaissance, in der wir ein Universalgenie wie Leonardo da Vinci auch mit der Konstruktion von Hebevorrichtungen beschäftigt sehen, hat Windwerke und Krane mannigfacher Art in einer so zweckmäßigen Ausbildung des Hub- und Drehwerkes und des statischen Aufbaues hervorgebracht, daß manche dieser Bauformen bis weit in das vorige Jahrhundert hinein vorbildlich bleiben konnten. Das vornehmlich als Speicher- und Hafenkran durch ein Tretrad von 4 bis 8 Mann angetriebene Hebezeug, im Mittelalter „Kranich“ genannt wegen seiner Ähnlichkeit mit dem gleichnamigen Vogel und vielfach mit dessen Abbildungen geschmückt, hatte in den handelsreichen Städten, besonders am Rhein und in Süddeutschland, im 16. Jahrhundert schon eine weitgehende Verbreitung gefunden. Wenn ein im Jahre 1554 in Andernach a. Rhein erbauter Kaikran mehr als 350 Jahre hindurch bis in den Anfang unseres Jahrhunderts dauernd benutzt werden konnte, wenn das berühmte Wahrzeichen von Alt-Danzig, das 1411 erbaute Krantor (Fig. 1), noch heute nach einem halben Jahrtausend mit seinem ursprünglichen Windwerk und Tretrad betrieben wird, so ist dies gewiß ein Zeichen hoher Vollendung dieser ehrwürdigen Maschinen.

So lange aber animalische Muskelkraft und die noch an den Ort ihres Vorkommens gebundene und deshalb auch nur vereinzelt, besonders im Bergbau verwendete Wasserkraft allein zur Verfügung stand, war eine Weiterentwicklung jener mit Tretrad, Pferdeöpel und Wasserrad betriebenen Maschinen völlig ausgeschlossen.

Erst mit der Erfindung der Dampfmaschine begann auch für den Hebezeugbau eine neue Entwicklung, die sich jedoch zunächst bis in die 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts nur außerordentlich langsam vollzog. Die Dampfmaschinen mit ihren Kesseln waren lange Zeit noch viel zu unwirtschaftlich und zu schwerfällig, um sich für den direkten Anbau an die Windwerke von Kranen zu eignen. Nur im Bergbau fand mit Zunahme der Lasten und Hubhöhen die Dampfördermaschine schnelleren Eingang.

Für fahrbare Krane machte sich etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts das Bedürfnis nach einer geeigneten Kraftübertragung zwischen Windwerk und Dampfkraft stärker geltend und führte allmählich zur Zwischenschaltung von oft langen Seil- und Wellentransmissionen, wie sie noch bis zum späteren Einsetzen des elektrischen Betriebes hauptsächlich für die Laufkrane von Maschinenfabriken zahlreich ausgeführt wurden. Aus dem gleichen Bedürfnis heraus fand auch die Energieübertragung durch Druckluft, besonders aber durch hochgespanntes Preßwasser weite Verbreitung, und besonders der hydraulische Hafen- und Hüttenkran stand lange Zeit dem schweren Großbetrieb als wichtigstes Hebezeug zur Verfügung. Eine Fülle von Aufgaben, zumal in der Durchbildung neuer Einzelheiten harrete bei allen diesen Kranen des Maschineningenieurs. Zunächst zwar an englische Vorbilder sich anlehnend, dann aber völlig selbständig hat der deutsche Kranbau in dieser Entwicklungsperiode, etwa von 1860 bis 1890 den Grund gelegt für seine spätere im Bau von Schwereastkranen führende Stellung auf dem Weltmarkt. Für den Karlsruher Vertreter der Hebe- und Fördertechnik wäre es eine Unterlassung, wenn ich hier nicht des hervorragenden Anteils gedächte, den an dieser Entwicklung von 1866 an bis zum Ende des Jahrhunderts ein ehemaliger Schüler unserer Hochschule gehabt hat; es ist dies Rudolf Bredt, der langjährige Chefingenieur der ältesten deutschen Kranfabrik von Stuckenholz in Wetter a. d. Ruhr.

Obgleich nun anfangs der 90er Jahre eine große Anzahl von Dampfkranen und hydraulischen Hebewerken für Hafen-, Werft- und

Hüttenanlagen gebaut und in flottem Betriebe war, so blieben doch immerhin eine Reihe von Unbequemlichkeiten in der Anlage, der Bedienung und Unterhaltung bestehen, welche wesentlich durch die Natur des direkten Dampfantriebes oder des gewählten Kraftübertragungsmittels bedingt waren. So mußte sich denn in jener Zeit das durch Elementarkraft betriebene Hebezeug doch im wesentlichen noch auf diejenigen Fälle beschränken, wo die Größe der Einzellast und der Geschwindigkeit den Handbetrieb tatsächlich völlig ausschloß.

Im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts vollzog sich nun ein vollständiger Umschwung im Hebezeugbau durch Einführung der elektrischen Kraftübertragung. Bescheiden hatte die junge Elektrotechnik zwar schon in den 80er Jahren ihre Hilfe dem Maschineningenieur angeboten; schroff wurde sie jedoch meist zurückgewiesen. Die Schuld mangelnden gegenseitigen Verstehens lag auf beiden Seiten. Die Elektromotoren jener Zeit machten noch zu sehr den Eindruck physikalischer Apparate, statt konstruktiv vollendet durchgebildeter Maschinen, auch hatte die Elektrotechnik zunächst reichlich zu tun, das erwachende Lichtbedürfnis der Welt zu befriedigen, sie kannte ferner die Anforderungen des Kranbaues, besonders des schweren Berg- und Hüttenbetriebes damals ebenso wenig, wie der Kranbauingenieur mit dem Verhalten der elektrischen Maschinen und Apparate vertraut war. 1883 erschien zum ersten Mal und zwar auf einer Ausstellung in Mannheim ein Hebezeug mit einem Siemens'schen Elektromotor ausgerüstet. Erst 7 Jahre später wurde 1890 mit zwei elektrischen Hafenkranen ein Probetrieb in Hamburg begonnen. Noch in den Anfang der 90er Jahre hinein herrschte um große, damals zur Ausführung bestimmte Hafenausrüstungen ein lebhafter Kampf zwischen hydraulischem und elektrischem Antrieb. Auch wirtschaftliche Kämpfe mußten erst ausgefochten werden, da die Elektrotechnik, verwöhnt durch die Art der damaligen Bestellungen von ganzen Beleuchtungsanlagen, die ihr hohe Provisionen der Unterlieferanten von Maschinen und Kesseln einbrachten, den sich als verfehlt erweisenden Versuch machte, auch dem Kranbau gegenüber als alleinige Unternehmerin für die Lieferung der ganzen Hebeanlagen aufzutreten.

Nachdem noch manches Lehrgeld gezahlt war, um wichtige Fragen, wie die der vorteilhaftesten Steuerung und Bremsung besonders beim Lastsenken, das meist viel schwieriger ist wie die eigent-

liche Hebung, einer befriedigenden Lösung entgegenzuführen, sehen wir etwa von Mitte der 90er Jahre an unter dem Einfluß aller Beteiligten die maschinentechnischen und elektrotechnischen Einzelheiten so weit entwickelt vor uns, daß der Streit um die Vorzüge des elektrischen Kranantriebes bald völlig verstummte. Die leichte Teilbarkeit der elektrischen Energie, die Möglichkeit, sie auch dem fahrbaren Katzenmotor bequem zuleiten zu können, der ruhige Gang, das gleichmäßige Drehmoment und relativ kleine Gewicht der Motoren, ebenso ihr immer niedriger werdender Preis, ihre stete Betriebsbereitschaft und starke Überlastungsfähigkeit, die mühelose Steuerung und die geringen Wartungs- und Unterhaltungskosten, alle diese Vorzüge mußten dem elektrischen Windwerk eine ungeahnt schnelle Verbreitung verschaffen, nachdem es erst einmal gelungen war, alle Teile den naturgemäß meist rauhen Betrieben entsprechend betriebsicher genug zu gestalten.

Am Anfange dieses Jahrhunderts hatte denn auch der Siegeszug des elektrischen Windwerkes fast das gesamte Gebiet des Kranbaues erobert, vom einfachen Werkstattkran anfangend bis zu den — ich möchte sagen — Riesensauriern unter den Hebezeugen, jenen gewaltigen Werftkranen von Kirchturmhöhe mit einer freien Ausladung von der doppelten Länge dieses 23 m langen Saales, mit Hubhöhen bis 65 m und mit einer Tragfähigkeit von 150 000 bis 200 000 kg, sodaß also solche Krane etwa imstande wären, bequem gleichzeitig zwei unserer neuen badischen Schnellzugslokomotiven über die Decksaufbauten und Schornsteine der größten Dampfer hinweg in den Schiffsraum zu versenken (Fig. 2 bis 8)*.

Nur auf dem Gebiet der Bergwerksfördermaschinen ist die Frage, ob direkter Dampf- oder elektrischer Antrieb (Fig. 9) vorzuziehen sei, auch heute noch nicht einstimmig entschieden. Doch ist zu erwarten, daß der Kampf sich für die meisten Betriebe immer weiter zu einem ehrenvollen Rückzugsgefecht der Dampffördermaschine entwickelt. Neben den durch das Ilgner-Schwungrad und die Leonardschaltung gebrachten Fortschritten liegt ein wesentliches Moment zugunsten der elektrischen Fördermaschine in der billigen

* Die Deutsche Maschinenfabrik A.-G. in Duisburg baut zurzeit für die Werft von Blohm und Voß in Hamburg einen feststehenden Drehkran für 250 000 kg Nutzlast und 300 000 kg Probelastung, welcher den in Fig. 4 dargestellten neuen 200 t-Kran der Hamburger Werft der Stettiner Maschinenbau-A.-G. »Vulkan« auch in seinen Abmessungen noch erheblich übertreffen wird. Der Durchmesser des Arbeitsfeldes wird dabei 147 m betragen.

Energieerzeugung durch die Gichtgasmaschine, die für viele Förderbetriebe die frühere Fragestellung — direkter Dampf- oder Dampf-elektrischer Betrieb — völlig verschoben hat. Auch die bequemere Steuerung und leichtere Beeinflussung durch automatische Retardierungsapparate und andere Sicherheitsvorrichtungen bildet einen Vorzug der elektrischen Förderung, der bereits amtlich in der Hinaufsetzung der Maximalgeschwindigkeiten zum Ausdruck gekommen ist. Tatsächlich fahren wir heute schon mit Hubgeschwindigkeiten von 10 bis 12 m in der Sekunde bei Personenförderung und bis 28 m/S. bei Lastenförderung, einer Geschwindigkeit, die der unserer schnellsten Expreszüge völlig entspricht. Von Einfluß ist ferner bisweilen der Vorteil, daß infolge Fortfalles störender Schwingungen die elektrische Fördermaschine direkt über dem Schacht hoch oben auf dem dann entsprechend umgestalteten eisernen Fördergerüst aufgestellt werden kann (Fig. 10 gegenüber Fig. 11).

Durch das Eindringen der Elektrizität in bisher durch den Dampf oder die Hydraulik im wesentlichen bereits gelöste Aufgaben ist nun aber die neuere Entwicklung des Hebezeugbaues nur zum Teil gekennzeichnet. War es früher hauptsächlich nur die Größe der Einzellast und der eigentlichen Hebearbeit, die zum Antrieb durch Elementarkraft zwang, so treten gegen Ende des vorigen Jahrhunderts bald zahlreiche ganz neue Anforderungen an die Hebetchnik heran.

Nur wenige Beispiele aus dem Kranbau mögen dies erläutern. Der Schmiedekran z. B. soll jetzt das glühende Schmiedestück nicht nur an den Dampfhammer heranschaffen, sondern es auch nach den einzelnen Hammerschlägen jedesmal drehen und wenden und so dem Schmied direkt einen Teil seiner bisherigen Arbeit abnehmen (Fig. 12). Vom Gießkran wird verlangt, daß er neben dem Heben und Bewegen auch das Kippen der Gießpfannen und Ausgießen der oft gewaltigen flüssigen Eisenmassen in der feinfühligsten Weise bewirkt. Selbst das bloße Anbinden der Last an den Kranhaken wird oft als zu unwirtschaftlich und zu zeitraubend empfunden und so sehen wir denn statt des Lasthakens oft kunstvoll bewegte und durch den leisen Druck eines Hebels gesteuerte Greiforgane, Finger und Prätzen, mit denen der in luftiger Höhe fahrende Kranführer ganze Stapel von Walzeisen und Trägern ergreift und absetzt, ohne daß der Lagerplatz überhaupt betreten zu werden braucht (Fig. 15). Wo bisher

das Erfassen von Lasten besonders zeitraubend, mühevoll und gefährlich war, wie beim Transport von großen Blechtafeln und Fallwerkskugeln, von Alteisenmaterial oder von heißem Hochofenroheisen, überall dort bietet uns jetzt dienstwillig der Elektromagnet als einfachstes Greif- oder Sammelorgan (Fig. 13) seine Hilfe an; rein technisch zwar so unrationell wie möglich, da er, ohne die geringste Hubarbeit zu leisten, dauernd große Mengen elektrischer Energie verbraucht, muß vom wirtschaftlichen Standpunkt seine Anwendung in hohem Maße willkommen geheißen werden.

Unter dem Einfluß derartiger Fortschritte im Kranbau vollzog sich bald in manchen Betrieben der Großeisen- und Hüttenindustrie eine völlige Umwälzung. In der Berliner Nationalgalerie hängt ein jeden Beschauer fesselndes Bild von Adolf Menzel, den Betrieb in einem Eisenwalzwerk darstellend. Dieses Bild, auf das Kammerer in seiner trefflichen historischen Studie über die Technik der Lastförderung mit Recht hinweist, ist im Jahre 1875 gemalt. Schwerlich hat wohl der große Künstler damals geahnt, daß sein Werk heute für die Hebe- und Hüttentechnik einen hohen historischen Wert besitzen würde und uns jetzt anmutet wie eine Darstellung aus längst vergangenen Zeiten. Traurig erscheint dort das Los der zahlreichen, hart arbeitenden und sich nur notdürftig vor der strahlenden Glut schützenden Menschen, die den schweren weißglühenden Block mit Handzangen erfassen und auf einfachen Karren mühsam vom Glühofen nach dem Walzwerk schleppen. Das heutige Walzwerk erinnert in nichts mehr an die Zustände jener Zeit. Menschenleer ist jetzt die luftige geräumige Halle, in deren Höhe der Laufkran eilig dahinfährt. Von der quer beweglichen Katze des Krans herab reicht ein gewaltiger Arm, der tief unten eine riesenhafte, heb- und senkbare und nach allen Richtungen hin bewegliche Zange trägt. Mit ihr faßt der Kranführer, der alle Bewegungen von seinem entfernten Sitz aus durch elektrische Schalter auf das genaueste beherrscht, in die feurige Glut der Öfen hinein, um den Block herauszuholen und ihn dann in schneller Fahrt den gleichfalls elektromotorisch bewegten Rollgängen und Hebetischen zuzuführen, die nun ihrerseits wieder, von einem einzigen Mann gesteuert, alle mit dem eigentlichen Walzprozeß verbundenen Hebungen und Bewegungen so spielend vollziehen, als ob hier nicht Lasten von Hunderten von Doppelzentnern, sondern von wenigen Kilogrammen zu bewegen wären (Fig. 14).

Es ist, als ob der Mensch die Jahrtausende lang erduldeten Plage des Lasttransportes nunmehr aber auch nach jeder Richtung hin schnell und gründlich abschütteln will, nachdem er sich erst einmal des köstlichen Besitztums der in Elektrizität umgewandelten Sonnenenergie früherer Jahrtausende recht bewußt geworden ist.

Nicht wundern darf es uns, daß dabei gerade in einem Lande wie Nord-Amerika alle irgendwie auf die Maschine übertragbare Arbeit am schnellsten verschwinden würde. Menschliche Arbeitskraft mußte dort von jeher hoch bezahlt werden, während andererseits treffliche Kohle in verschwenderischer Fülle billig vorhanden ist. Kennzeichnend für die dortigen Verhältnisse dürfte sein, daß die amerikanischen Hüttenwerke sich noch im Jahre 1909 den Luxus erlauben zu können glaubten, jährlich etwa für 250 Millionen Mark Koksgase unbenutzt in die Luft entweichen zu lassen, während, wenn möglich, jeder Handlanger, ja sogar die Arbeit des Stenographen durch die Maschine ersetzt wird.

Von Amerika daher wesentlich beeinflußt, hat sich die Entwicklung eines neuen Zweiges der Hebetchnik vollzogen, nämlich der Bau von Verlade- und Transportanlagen für Massengüter, der auch bei uns heute die junge Fördertechnik noch unausgesetzt in Atem hält. Es handelt sich hierbei um an sich leicht tragbare Gegenstände oder körnige stückige Materialien, die in solchen Massen zu heben und zu verladen sind, daß der Sackträger oder Arbeiter mit Schaufel und Schubkarren wirtschaftlich die Arbeit nicht mehr zu bewältigen vermag. Getreide, Erz und Kohle sind die wichtigsten solcher Massengüter.

Der Amerikaner, auf den Transport des Getreides aus dem fruchtbaren, aber industriearmen Westen nach dem dicht bevölkerten Osten angewiesen, hat verhältnismäßig früh die von uns später nachgeahmten maschinellen Hilfsmittel für Transport, Lagerung und Reinigung des Getreides geschaffen. Der Silospeicher mit Becher-Elevator und Bandtransporteur, wie wir ihn heute in recht stattlicher Größe mit einem Fassungsvermögen von 12000 t am Karlsruher Rheinhafen vor uns sehen und wie er in Deutschland den Bodenspeicher allmählich vollkommen verdrängen wird, herrscht drüben seit langer Zeit uneingeschränkt. Bis zu welchen Dimensionen sich jene Siloanlagen Nord-Amerikas entwickelt haben, zeigt z. B. neben dem Peavey- und Consolidation-Speicher in Duluth (Fig. 16 und 17) der Great Northern

Elevator in Superior, der bei einer Zellenhöhe von 33 m und einer Gesamthöhe von ca. 75 m ein Fassungsvermögen von 150 000 Tonnen, also das $12\frac{1}{2}$ -fache unseres Rheinhafenspeichers besitzt; er ist imstande, eine Getreidemenge aufzunehmen, die einen ununterbrochenen Güterzug in einer Länge von Karlsruhe bis hinter Freiburg füllen würde. Die Handarbeit für das Einladen, Umlagern, Entleeren und Reinigen des Getreides ist bei derartigen Silos völlig verschwunden, und welche wirtschaftliche Bedeutung es in ernsten Zeiten für die gesicherte Getreideversorgung hat, wenn hunderte jener ungelernten, zum Streik besonders geneigten Schaufler und Lastträger überflüssig werden, brauche ich nicht erst zu betonen. An die Stelle des Becherwerkes (Fig. 18 und 46) ist übrigens für die Getreideentladung aus dem Schiff in Europa heute vielfach der pneumatische Elevator nach dem Patent des Engländers Duckham getreten, wie er für das europäische Festland von der Firma Luther in Braunschweig ausgeführt wird. Trotz erheblich größeren Bedarfes an Energie sind hierdurch wesentliche Vorteile erzielt, da Staub und Sand schon während der Förderung ausgeschieden, warmes Fördergut abgekühlt, Pilzbildung unterbrochen und an Raum gespart werden kann. Ein in gleicher Weise für den Laien wie für den Ingenieur fesselnder Anblick ist es, in europäischen Häfen z. B. in Rotterdam oder Hamburg diesen schwimmenden saugenden Ungeheuern zuzusehen, wie sie den eben ankommenden transatlantischen Dampfer umringen und ihre langen Saugrüssel in den Schiffsraum hinabtauchen, den sie dann in wenigen Stunden im wahren Sinne des Wortes leerzuschlucken vermögen. Haben doch einige Sauger bereits eine Leistung von ca. 250 000 kg Getreide in der Stunde aufweisen können (Fig. 19 und 20).

Wesentlich vielseitiger als beim Getreide, für das fast ausschließlich nur die genannten stetig arbeitenden Förderer zur Anwendung gelangen, sind die technischen Hilfsmittel für Umschlag, Transport und Lagerung von Erz und Kohlen. Schon bei der bergmännischen Gewinnung dieser wichtigen Massengüter stehen z. B. den mannigfaltigen Fördermitteln, wie wir sie unter Tage im Grubenhaspel, in den Seil- und Kettenförderungen (Fig. 21 und 22), den Schüttelrinnen, der pneumatischen und elektrischen Grubenlokomotive u. a. heute besitzen, im amerikanischen Bergbau oft wesentlich abweichende und verhältnismäßig einfache Einrichtungen gegenüber. Um nur den Erzbergbau zu berühren, so befindet sich der Amerikaner z. B. in der glück-

lichen Lage, seine gewaltigen hochwertigen Erzlager westlich vom Oberen See nach Abräumung einer Deckschicht im Tagebau lediglich mit der steam shovel, jenem Dampföffel oder Stielbagger ausbeuten zu können, der drüben auch für die Erdbewegungen des Bauingenieurs statt unseres Eimerbaggers außerordentlich beliebt ist und sich nach Erkenntnis seiner für viele Betriebe vorhandenen Vorzüge in den letzten Jahren auch in Deutschland einzuführen beginnt. Mit diesem Stielbagger (Fig. 23) wird dort das meiste Eisenerz gewonnen und direkt in die Eisenbahnzüge geschüttet, während bei uns die Entleerung der mit der Hauptschachtfördermaschine aus dem Bergwerk zu Tage gebrachten Grubenwagen in die Eisenbahnwagen wieder eine Reihe von maschinellen Einrichtungen hat entstehen lassen. Es sei hier nur des neuen elektrischen Mehrfach-Kreiselwippers gedacht, wie er von Benrath, Bleichert, Heckel, Pohlig u. A. gebaut wird, eines langen, auf einer fahrbaren Bühne angebrachten drehbaren Käfigs, in den eine große Anzahl von Grubenwagen einfährt, um alsdann an beliebiger Stelle gemeinsam durch Drehen entleert werden zu können. (Fig. 24 und 25.)

Für den weiteren Umschlag andererseits vom Eisenbahnwagen in das Schiff oder in die Vorratsbehälter der Hüttenwerke hat sich jenes große Spezialgebiet der Eisenbahnwagenkipper entwickelt, die uns heute ermöglichen, mit den Eisenbahnwagen zwecks Entleerung wahre Akrobatenkunststücke so mühelos zu vollbringen, als seien die Wagen der Spielzeugschachtel eines Kindes entnommen (Fig. 26 bis 29). Gerade die letzten Jahre haben hier wesentliche Fortschritte gebracht, wie z. B. den Kurven- und Dynamobilkipper meines engeren Fachkollegen Aumund, Professor an der Danziger Hochschule, die Doppelkipper von Bleichert, Luther u. a. Für den Amerikaner hat der Kipper, obwohl auch dort technisch sehr bemerkenswerte Anlagen, besonders für Seitenentleerung geschaffen sind, nicht die große Bedeutung erlangt wie bei uns, da drüben fast der gesamte Massentransport von Erz, Kohle und Koks mit Selbstentladewagen erfolgt, die wir in Deutschland nur an wenigen Stellen, z. B. im Saargebiet, vereinzelt antreffen. Auf die wichtige, technisch und wirtschaftlich gleichinteressante Frage, ob die Weigerung der preußischen Staatsbahn, Selbstentlader unserer Hüttenindustrie in größerem Umfange zur Verfügung zu stellen, berechtigt ist, kann ich hier nicht eingehen. Wer aber je den riesigen und dabei so einfachen Erzumschlagsverkehr an der Westecke des

Oberen Sees gesehen hat, wird jedenfalls dieser Frage dauerndes Interesse schenken müssen. Die Eisenbahnzüge fahren dort auf hohe, senkrecht zur Uferlinie weit in die See hinausgebaute, mit Erztaschen versehene Verladebrücken (Fig. 30 und 31) auf, die sie oft fast im gleichen Moment entleert wieder verlassen, da die Klappen der Selbstentladewagen vielfach direkt von der Lokomotive aus mittels Druckluftsteuerung geöffnet werden können. Auch für die nach vielen Hunderten von Schiffen zählende Erzflotte ergibt sich fast kein Aufenthalt. Für einen 10 000 t Erz fassenden Dampfer sind z. B. bereits Ladezeiten von weniger als einer Stunde, in einem Falle von nur 39 Minuten erreicht worden. Um welche Tagesleistungen es sich hier handelt, möge daraus ersichtlich sein, daß der Bedarf der amerikanischen Hochöfen zur Zeit etwa 140 000 t Erz für den Tag beträgt, daß aber der hieraus bestimmbare, größtenteils vom Oberen See kommende Jahresbedarf in nur ca. 7 Monaten verladen werden muß, weil der strenge Winter eine längere Schifffahrt nicht gestattet.

Viele von den Anwesenden haben gewiß die schon jahrelangen bedeutenden Erdschüttungen im ganzen Süden unserer Stadt für die neuen Karlsruher Bahnhofsanlagen mit Interesse verfolgt. Würden die hier schon bewegten und alle noch zu bewegendenden Erdmassen von 3 500 000 cbm aus Eisenerz bestehen und zur Verhüttung gelangen, so würden die amerikanischen Hochöfen damit in etwa 7 Wochen, die deutschen Hochöfen in nicht viel längerer Zeit völlig aufgeräumt haben. Hieraus mag auch ermessen werden können, welche Anforderungen wiederum für den Umschlag vom Schiff zur Eisenbahn und im Hochofenwerk selbst diese mit dem Schiff oder der Bahn herangebrachten ungeheuren Erzmengen und die zu ihrer Verhüttung nötigen Kohlen- und Koksmassen an die Fördertechnik stellen. Um nur gewisse Richtlinien der Entwicklung, für die ich die Grundlagen bei meinem ersten Aufenthalt in den Vereinigten Staaten im Jahre 1897 bereits klar ausgeprägt vorfand, zu kennzeichnen, sei hingewiesen auf die immer mehr erforderlich gewordene Schaffung bedeutender Vorräte zum Schutz gegen Unterbrechungen in der Anlieferung, wie sie in den Vereinigten Staaten schon durch die erwähnte lange Winterpause der Schifffahrt bedingt sind. Die jene breiten Vorratsplätze überspannenden, mit geringer Bedienung auskommenden, fahrbaren Hochbahnkrane und Erzentladebrücken

(Fig. 32), ebenso wie die fast automatisch arbeitenden Hochofenbegichtungen bildeten drüben gewissermaßen auch die Antwort auf jene großen Streiks, die Anfang der 90er Jahre die dortige Hüttenindustrie auf das Schwerste erschütterten und zahlreiche Menschenleben erforderten. Viel Vorbildliches hat hier die deutsche Fördertechnik übernehmen können, viel Eigenes hat sie auch in Anpassung an die deutschen Verhältnisse hinzugefügt, so besonders auf dem Gebiet der fahrbaren Hochbahnkrane (Fig. 33), die zum Teil wieder von endlosen Seilförderungen bestrichen werden (Fig. 34 bis 36), und auf dem Gebiet der Hochofenbegichtung (Fig. 37), wobei ich z. B. auch an die neueren Kletteraufzüge (Fig. 38) und an die Begichtung mittels Seilhängebahnen und Elektroseilbahnen denke.

Von den neueren amerikanischen Einrichtungen für Erzentladung aus dem Schiff möchte ich nur die Entwicklung erwähnen, welche der Ihnen ja vom hiesigen Rheinhafen her bekannte Greiferbetrieb drüben genommen hat (Fig. 39 und 40). Der am Seil hängende Greifer hat vielfach der kinematisch zwangsläufig in genau vorgeschriebener Bahn geführten Greifmaschine (Fig. 41) Platz gemacht, die, an einem Stiel befestigt, keine unbeabsichtigten Pendelbewegungen mehr ausführt und wobei der Greifer auch nicht mehr durch Seilzug geschlossen wird, sondern einen besonderen meist 50 PS Motor für die Greifbewegung erhält. Der Führer dieser gewaltigen, regelmäßig 10 und in neuerer Zeit sogar 15 t, also mehr als die volle Ladung unserer normalen Eisenbahnwagen erfassenden Greifmaschine, steht in dem zu einer Führerstube ausgebauten drehbaren Greiferstiel dicht über dem Greifer und taucht jedesmal mit demselben in den Schiffsrumpf hinab, so daß er stets die erforderlichen Bewegungen genau übersehen und steuern kann (Fig. 42). Diese Hulettgreifmaschinen, die in der Stunde je circa 600 t Erz zu entladen vermögen, sind seit 1904 bei den neueren Anlagen mehrfach zur Anwendung gekommen, so auch bei dem 1906 begonnenen und noch jetzt in der Entwicklung begriffenen neuesten und größten Werk der United States Steel Corporation, den Gary-Werken der Indiana Steel Company, welche in der Nähe von Chicago an der Südspitze des Michigan-Sees liegen. Nicht weniger als 16, in der stattlichen Front von 1,2 km Länge liegende Hochöfen werden dort für einen zehnmonatigen Bedarf Erzvorratsplätze erhalten, welche zusammen 5 Millionen Tonnen Erz aufnehmen können und zur Zeit schon von 5 fahrbaren Verlade-

brücken von 152 m Länge mit Kübeln von 15 t Fassungsvermögen bestrichen werden. Von der Größe dieses neuen Hochofen-, Stahl- und Walzwerks möge beiläufig nur die eine Angabe eine Vorstellung gewähren, daß die Maschinenhalle für die Elektrogasmaschinen eine Länge von 294 m und die beiden daneben liegenden Maschinenhallen für die Gasgebläsemaschinen zusammen noch eine etwas größere Länge besitzen, so daß also auf einer Länge von über 600 m Gichtgasmaschine neben Gichtgasmaschine vorhanden ist, von denen die meisten eine Leistung von je 2500 KW haben.

Auch bei der Massenverladung von Stückgütern, wie Kisten, Ballen, Säcke und dergleichen sind in gleicher Weise wie bei derjenigen von Erz und Kohle gewisse Richtlinien der neueren Entwicklung nicht zu verkennen. So eindrucksvoll auch manche großartigen Drehkran-Anlagen sein mögen, wie z. B. die erst Mitte des letzten Jahrzehnts entstandene Anlage des Kaiser-Wilhelm-Hafens in Hamburg mit ihren 135 elektrisch betriebenen Winkelportal-Drehkränen, die einst in wundervoller Parade bei der Eröffnung des Hafens unserem Kaiser mit den hin- und herschwenkenden Kranauslegern ihre Flaggengrüße zuwinkten, so wenig ist doch für viele Fälle der Betrieb mittels Drehkran geeignet, den gesteigerten Anforderungen des modernen Massentransportes von Stückgütern zu entsprechen. Ganz abgesehen von dem Umweg, den jedesmal die im Kreise herumgeführte Last machen muß, und abgesehen von den Störungen durch die Nachbarkrane und Schiffsaufbauten, kann doch im wesentlichen der Drehkran die Last jedesmal nur vom Deck des Schiffes bis zur Rampe des Speichers befördern, und von der Speicherrampe muß dann der Transport durch besondere Mittel in das Innere des Speichers hinein erfolgen. Die neuere Richtung geht nun dahin, möglichst die Last direkt aus dem Schiff heraus bis an ihren endgültigen Platz im Speicher oder oft über den Speicher hinweg in die jenseitigen Hallen oder Lagerplätze zu schaffen. Diese Aufgabe ist zum Teil durch den Hochbahnkatzenkran mit aufklappbarem oder zurückziehbarem Ausleger, zum Teil durch den Brückenkran mit daran aufgehängtem oder auf ihm reitenden Drehkran (Fig. 43) gelöst, andererseits hat sich aber auch die seit einigen Jahren aufgetauchte Elektro-Hängebahn als ein außerordentlich anpassungsfähiges Transportmittel für die hier in Frage kommenden Aufgaben entwickelt (Fig. 52). Gerade die deutsche Fördertechnik hat in der

letzten Zeit in der Anpassung der einzelnen Anlagen an die stets wechselnden Bedürfnisse Hervorragendes geleistet.

Zu wünschen wäre übrigens, daß der Erbauer der Speicher- und Hafenanlage mehr als bisher stets Fühlung mit dem neuesten Stande der Fördertechnik nimmt und nicht, wie dies bisweilen noch geschieht, die Gesamtanlage von vornherein auf ein nicht mehr völlig zeitgemäßes Fördermittel zuschneidet und alsdann die Vergebung der maschinellen Teile erst in einem späteren Baustadium vornimmt, so daß nunmehr eine Einwirkung des Maschineningenieurs auf die Anlage nur noch in untergeordneter Weise erfolgen kann. Oft müssen dann mit besonderem Scharfsinn erdachte Spezialkonstruktionen der maschinellen Anlagen den entstandenen Schaden wieder auszugleichen suchen (Fig. 44, 45, 47). Eine stete allgemeine Orientierung in den Nachbargebieten ist hier für die Bauingenieure und Architekten genau so wichtig, wie die Hebetchnik andauernd mit den Fortschritten der Elektrotechnik, des Brücken- und Eisenkonstruktionsbaues und des Berg- und Hüttenwesens Fühlung nehmen muß.

Weiter ist die neuere Entwicklung der Fördertechnik für Massengüter gekennzeichnet durch die große Vervollkommnung und Ausbreitung der stetig arbeitenden Fördermittel, die uns heute außer den bereits erwähnten Gurtrassporteurern und Becherwerken in den Rollenförderern, Kratzern, Schleppern, Förderrinnen, den Schnecken, Spiraltransporteurern und Förderrohren für die mannigfachsten Zwecke zur Verfügung stehen. Ohne die Fortschritte, die auch auf allen diesen Spezialgebieten die letzten Jahre gebracht haben, würde eine erhebliche Anzahl von Aufgaben, die der Massentransport von Kohle, Koks, Kisten, Säcken, Ballen und von Gegenständen der allerverschiedensten Art heute stellt, nicht gelöst werden können. Wie sich ohne derartige Mittel der Betrieb großer Kesselanlagen (Fig. 48), etwa — um nur ein Beispiel herauszugreifen — die Bekohlung der 80 Dampfkessel der neuen New-Yorker Edison-Zentrale, die eine Leistung von 200000 PS aufweist, vollziehen würde, können wir uns heute gar nicht mehr recht vorstellen.

Immer neue Anwendungsgebiete erobern sich solche stetigen Förderer, von denen ich z. B. die schnelle Überbringung des Personengepäcks durch Bändertransport an Bord unserer ja oft eine ganze Stadtbevölkerung von 4000 und mehr Seelen beherbergenden Ozeanriesen erwähnen will, ferner die in England und Hamburg beliebten Pater-

noster-Personenaufzüge und die in den Vereinigten Staaten jetzt wieder mehr in Aufnahme gekommenen kontinuierlich beweglichen Treppen für Warenhäuser, Fabriken und Bahnhöfe.

Mehr Beachtung als bisher verdient der stetig arbeitende Förderer auch überall dort, wo er in ganz leichter Ausführung z. B. für den Transport von Büchern in Bibliotheken oder zur Beförderung gekaufter Waren in die Verpack- und Ablieferungshallen großer Geschäftshäuser sich bei richtiger Gesamtanlage und Einzeldurchbildung bald bezahlt machen kann.

Die neuerdings wieder auftauchende Frage, ob der stetige Transport in Gestalt etwa eines Paternoster-Aufzuges oder Becherwerkes imstande sein wird, die jetzt übliche Schachtförderung dereinst allgemein zu verdrängen, ist wohl für Schächte von größerer Tiefe unbedingt zu verneinen, wenn auch für geringere Tiefe bis etwa 100 m schon Ausführungen solcher Art vereinzelt vorliegen. Für das Gebiet der Schachtförderung dürfte dagegen der Vorschlag von Glinz, anstelle der Grubenwagenförderung eine Förderung mit Kippkübel zu versuchen, für das durch die mehrfache Umladung nicht notleidende Erz Beachtung verdienen.

Praktisch völlig ungelöst ist bisher die mechanische Kohlenförderung und Beschickung auf unseren großen Dampfern. Die zahllosen Heizer und die heute in den Schiffsbunkern fast wie in einem Bergwerk schwer arbeitenden Kohlenzieher werden vermutlich erst dann verschwinden, wenn der Dampfkessel, die Kolbendampfmaschine und Dampfturbine von dem Ölexplosionsmotor einmal völlig verdrängt werden sollte, was bei den Kriegsmarinen auch für die größten Schiffe als aussichtsreich erachtet werden muß und dort vielleicht bald eine völlige Umwälzung im Kriegsschiffbau herbeiführen kann.

Von weiteren bisher nicht gelösten Problemen zu berichten, verbietet die Zeit ebenso, wie ich genötigt bin, umfangreiche Gebiete, wie z. B. die maschinelle Hebung von Kanalschiffen oder die sinnreichen Fördereinrichtungen für Munitionstransport und andere Zwecke an Bord unserer Kriegsschiffe zu übergehen.

Dagegen möge es mir gestattet sein, zum Schluß das für die Fördertechnik wichtige Gebiet der Schwebebahnen noch kurz zu berühren.

Der auf Tragschienen laufende Schwebebahnwagen hat nach Einführung des elektrischen Antriebes sowohl mit als ohne Führer-

begleitung seit etwa 1905 eine überraschend schnelle Verbreitung gefunden. Lassen Sie uns wenigstens einen Blick werfen auf eine derartige Anlage mit völlig automatischem Betrieb. Ein auf die Zuführung von Materialien etwa aus einem tiefliegenden Sammelbehälter nach den verschiedensten Räumen hin angewiesenes Werk wird durchzogen von einem Netz hochliegender Hängebahnschienen, auf denen zahlreiche Wagen verkehren, jeder mit einem elektrischen Fahrwerk und Hubwerk ausgerüstet. Der ganze Betrieb kann sich nun in der Weise vollziehen, daß jeder an der Beladestelle ankommende Wagen dort selbsttätig anhält, seinen Lastkübel senkt, den Vorratsbehälter öffnet und nach Entnahme einer bestimmten Materialmenge wieder schließt, alsdann den Kübel hebt und zur Entladestelle fährt. Dort vollzieht sich selbsttätig ein ähnliches Spiel, bestehend aus Anhalten, Senken, Kippen, Heben und Weiterfahren, so daß nach einiger Zeit der Wagen wieder an der Beladestelle erscheint. Die sich völlig selbst überlassenen Wagen halten während der Fahrt infolge automatischer Blockierung stets eine respektvolle Entfernung von einander ein, warten an Weichen und Kreuzungen zuvorkommend, um dem zuerst dort angelangten Wagen den Vorrang zu lassen, — kurz sie benehmen sich auf der ganzen Strecke, als wenn sie nicht leblose Wesen, sondern mit Vernunft begabt wären.

Auch wenn, was im allgemeinen mehr zu empfehlen, der Betrieb an den Be- und Entladestellen nicht völlig automatisch gestaltet, sondern der Kontrolle durch einen Arbeiter unterworfen wird, bieten die während der eigentlichen Fahrt sich selbst überlassenen Elektrohängebahnwagen in Bezug auf Ersparung von Arbeitskräften doch genug Vorteile, um die weitere schnelle Verbreitung dieses Fördermittels zu rechtfertigen. Andererseits läßt sich das Verwendungsgebiet für Elektrohängebahn-Windenwagen mit Führerbegleitung (Fig. 51 und 52) noch wesentlich ausbauen. So wäre es eine in gleicher Weise für den Bauingenieur wie für den Maschineningenieur reizvolle Aufgabe, zu untersuchen, welche voraussichtlich sehr erheblichen Kosten bei unseren neuen großen Bahnhöfen wie z. B. in Karlsruhe hätten gespart werden können, wenn die Gepäckbeförderung von der Annahmestelle zu den Zügen statt durch Handkarren, Gepäcktunnel, Aufzüge und über die die Breite der Gesamtanlagen wesentlich vergrößernden besonderen Gepäckbahnsteige hinweg einfach durch die Luft mittelst Elektrohängebahn erfolgen würde, deren Laufschiene sich an der

Eisenkonstruktion der Bahnhofshallen unschwer hätten anordnen lassen. Für die Zukunft dürfte bei derartigen Neuanlagen dieses neue Transportmittel jedenfalls ernstlich in Erwägung zu ziehen sein.

Auch nur andeutungsweise zu schildern, wie die oben dargelegten Aufgaben der Blockung und Steuerung konstruktiv gelöst werden, würde weit über den Rahmen des heutigen Vortrags hinausgehen. Ich muß es mir daher versagen, auf die interessanten Einzelheiten dieser Elektrohängebahnen, sowohl auf die ersten unvollkommenen Versuche des Edinburger Professor Jenkin in den 80er Jahren und die Konstruktionen der auf diesem Gebiet zuerst mit Erfolg vorgegangenen Firma Bleichert, wie auf diejenigen anderer Firmen und auf neuere Ausführungen nach eigenen Vorschlägen und Patenten (Fig. 49) einzugehen.

Im Gegensatz zu der notwendigerweise auf horizontal verlaufende und in engen Zwischenräumen unterstützte Tragschienen angewiesenen „Elektrohängebahn“ gewährt nun die als „Drahtseilbahn“ oder „Luftseilbahn“ ausgebildete Schwebbahn, welche als Tragorgan für die Fördergefäße ein mit großer Kraft ausgespanntes Stahldrahtseil benutzt, fast völlige Unabhängigkeit von der Gestaltung des Bodens. Hierin liegt der Grund für die außerordentliche Bedeutung dieses Fördermittels, da Gebäude, Flüsse, Wälder und tiefe Täler mit dem Seil bequem überspannt werden können und Erdarbeiten, Fundamente und Eisenkonstruktionen außer für die wenigen Stützen und Stationen im allgemeinen entbehrlich sind. Ist doch bereits bei einer von der Firma Pohlig in Köln ausgeführten Anlage in Mexico eine freie Spannweite zwischen zwei benachbarten Drahtseilstützen von ca. 1400 m ausgeführt worden, also von etwa $\frac{3}{4}$ der Länge unserer Kaiserstraße. Eine Vorstellung von der heutigen Anpaßungsfähigkeit dieses wenigstens im Prinzip uralten Fördermittels, von dem wir bereits durch alte japanische Handschriften und Zeichnungen aus dem deutschen Mittelalter Kenntnis haben, gewährt u. a. die von der Leipziger Firma Bleichert in den argentinischen Cordillern bei Chilecito gebaute 35 km lange Erztransportanlage. Das Erz wird dort in wilder Hochgebirgsscenerie aus einer Meereshöhe von ca. 4600 m, einer Höhe also, die in Europa nur von unseren größten Bergriesen wie Monte Rosa und Mont-Blanc erreicht wird, durch die Luft hindurch über die schroffsten Täler und über fast das ganze Jahr tief eingeschnitte Schneefelder hinweg nach der 3500 m tiefer gelegenen Endstation befördert. Um an die Ihnen ja meist bekannten Schweizer Verhält-

nisse anzuknüpfen, ist die Höhendifferenz der Endstationen also etwa dieselbe wie zwischen der Jungfrau Spitze und Interlaken, während die horizontale Entfernung der Endstationen jener argentinischen Luftseilbahn sogar doppelt so groß ist wie die Länge dieser soeben für die Schweiz gekennzeichneten Strecke.

Die bei derartigen Luftseilbahnen oft in geringen Abständen von ca. 50 m sich hinter einander folgenden, zahlreichen Wagen, für die das Einzelgewicht heute schon bis ca. 2500 kg gestiegen ist, werden bei dem deutschen und wichtigsten System — wie überhaupt auf diesem Gebiet Deutschland in der ganzen Welt führend ist — durch ein stetig umlaufendes Zugseil gezogen, an das sie sich in den Stationen völlig selbsttätig mit einem solchen Klemmdruck festklemmen, daß trotz der Glätte des geschmierten Zugseiles Steigungen bis etwa 100 % oder 45° durchfahren werden können. Dabei erfordern die Stabilitätsverhältnisse bei größeren Steigungen stets die Lage des Zugseils unterhalb des Laufseils, d. h. sogen. Unterseillaufwerke, die sich im allgemeinen jedoch zum selbsttätigen Durchfahren beliebig abwechselnder Rechts- und Linkskurven wenig eignen. Bei den von mir entworfenen neueren Unterseillaufwerken, wie sie in den letzten Jahren von der Firma Heckel in Saarbrücken ausschließlich verwendet werden, ist jedoch dieser Nachteil beseitigt worden (Fig. 50, 53, 56, 58 bis 61).

Von den durch die immer wachsenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und an die Größe der Einzellast bedingten Neuerungen sei nur die Entwicklung des zweirädrigen Laufwerks zum vierrädrigen Drehgestell-Doppellaufwerk erwähnt, das sich infolge Kardanischer Aufhängung den scharfen Horizontal- und Vertikalkurven bequem anschmiegt (Fig. 50, 55, 56, 60, 61).

Aus den mannigfachen Anwendungsgebieten dieser Luftseilbahnen will ich nur Weniges durch einen kurzen Hinweis herausheben, so das Gebiet der Haldenschüttung (Fig. 54), für welches die Seilbahnen sich immer mehr als die beste Lösung dieser oft schwierigen und für die Hüttenwerke wegen der zuweilen ungeheuren Menge von fortzuschaffenden Abraummaterialeien wichtigen Frage ergeben. Berge von 100 bis 120 m Höhe zu schütten, wird jetzt in der verhältnismäßig einfachsten Weise durch die Seilbahn ermöglicht, u. a. mit Hilfe der Bleichertschen Haldenbrücken (Fig. 57), bei denen eine auf der Halde auflagernde Schrägbrücke allmählich verlängert wird, oder mit Hilfe der Heckelschen Turmseilbahn, bei welcher die Seilbahndstation an

einem mit der Halde wachsenden Turm in die Höhe geschoben wird. Eine interessante Anlage letzterer Art ist in diesem Frühjahr für das Röchlingsche Hochofenwerk in Völklingen (Fig. 58 und 59) in Betrieb gesetzt, wobei ein runder aus Eisenblech bestehender und ausbetonierter Turm von 3 m Durchmesser und zunächst 57 m Höhe errichtet wurde, der übrigens schon heute fast völlig eingeschüttet ist und bald verlängert werden muß. Es ist bei dieser Anlage geplant, nach Schüttung des ersten Kegels bis zu einer Höhe von 100 bis 120 m in beträchtlicher Entfernung von demselben einen zweiten Kegel in gleichartiger Weise zu schütten und alsdann gewissermaßen im dritten Stadium die Wagen direkt ohne Zwischenstütze über die erste Turmspitze nach der zweiten Turmspitze und von da zurück zum Hochofenwerk laufen zu lassen, so daß nunmehr der gewaltige Raum zwischen den beiden Kegeln angefüllt werden kann. Nach einem mir kürzlich erteilten Patent kann die Haldenschüttung auch in der Weise erfolgen, daß eine Luftseilbahn-Endstation von besonderer Bauart mit kranartigem und gegabeltem Auslegerkopf allmählich auf dem schrägen Rücken der Halde hinauffährt, so daß die Kosten für die Eisenkonstruktion einer Schrägbrücke oder eines Haldenturms ganz entfallen.

Erwähnt sei noch die neuere Verwendung der Luftseilbahn zur direkten Weiterbeförderung der mit der Fördermaschine aus dem Bergwerk herausgeschafften Grubenwagen, was besonders für Kohle, die bekanntlich durch mehrmalige Umladung leidet, wichtig ist (Fig. 60, 61). Ferner nenne ich den billigen Ersatz von Eisenbahnbrücken bei schwachem Verkehr in Kolonien (Fig. 62), die Überschreitung von Meeren (Fig. 63), die Ent- und Beladung von Seeschiffen an unzugänglichen nicht mit einer Hafenanlage ausgerüsteten Küsten (Fig. 64 bis 66), die Bekohlung von Kriegsschiffen auf hoher See während der Fahrt von einem ins Schlepptau genommenen Kohlentransportdampfer aus und die sehr vorteilhafte Benutzung der Seilbahn zu Bauzwecken sowohl im Schiffbau anstelle der bisherigen Hellingkrane, als auch bei Errichtung von Talsperren, Viadukten, Brücken, Schleusen u. dergl., wobei statt der kostspieligen Rüstungen die Bauplätze einfach in ihrer gesamten Ausdehnung in großer Höhe mit Drahtseilen überspannt werden, auf denen die zum Transport und Versatz der Baumaterialien dienenden Katzen (Fig. 67) laufen.

Für die Allgemeinheit am interessantesten ist jedenfalls die Verwendung dieses eigenartigen Hebe- und Fördermittels für den öffent-

lichen Personenverkehr im Hochgebirge. Hier stehen wir am Anfang einer Entwicklung, der man die günstigste Prognose stellen kann. Die von einigen unter Ihnen vielleicht schon benutzte, nach der Idee des verstorbenen Regierungs-Baumeisters Feldmann gebaute Wetterhornbahn, die vom Fuß des oberen Grindelwaldgletschers in einem einzigen Seildurchhang ohne Zwischenstütze nach der 420 m, also um das dreifache des Kölner Doms höher gelegenen Station „Enge“ führt, wird vermutlich bald von wesentlich großartigeren Anlagen noch überholt werden. Für Deutschland, besonders aber die schweizer, französischen und österreichischen Alpen ist zur Zeit seitens einzelner Seilbahnfirmen, wie Ceretti und Tanfani, Bleichert, Heckel eine große Anzahl von Projekten, zum Teil gigantischer Art in Bearbeitung, bezw. schon zur Konzessionierung vorgelegt und es ist ein besonderes Verdienst der österreichischen Regierung, daß sie den hier vorliegenden Bestrebungen neben sorgfältigster Prüfung das allergrößte Interesse entgegenbringt.

Es unterliegt m. E. gar keinem Zweifel, daß den heutigen teuren bodenständigen Bergbahnen die ernsteste Konkurrenz in den Luftseilbahnen sowohl für den Touristenverkehr als auch für die Erschließung von hochgelegenen Ortschaften erstehen wird, und daß Bahnen vom Typ der Jungfraubahn, wenn überhaupt, wohl nur sehr wenig Nachfolgerinnen finden werden. Der leidenschaftliche Hochtourist, welcher heute oft auf den nicht mit Pickel und Seil ausgerüsteten Naturfreund herabblickt, wenn dieser nach einer gelegentlichen Bahntour auf einen der bekannten Modeberge von den Schönheiten des Hochgebirges mitreden will, wird sich darin finden müssen, daß künftig mancher Berggriese dem großen Publikum billig und mühelos erschlossen werden wird, der heute nur dem Kühnsten und Geübtesten mit großem Aufwand an Mühe, Kosten und Zeit erreichbar ist. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang nur an ein Projekt der Firma Ceretti und Tanfani in Mailand für die 3840 m hohe Aiguille du Midi bei Chamonix, ferner an ein Projekt für das Matterhorn bei Zermatt und für die Zugspitze. Gerade bei den schroffsten Bergen und jenen gewaltigen Nadeln, in deren Inneren für die Entwicklung einer Tunnelbahn mit Zahnradbetrieb überhaupt kein Platz wäre und deren Oberfläche infolge von Schnee, Gletschern, Lawinen- und Steinschlaggefahr für bodenständige Bahnen jeder Art völlig unzugänglich ist, kann die Erreichung der Spitzen mit Hilfe der Luftseilbahn in außer-

ordentlich billiger und bequemer Weise ermöglicht werden. Oft liegen die Verhältnisse allerdings, zumal wegen der Notwendigkeit von Zwischenstützen, nicht so relativ einfach wie am Wetterhorn, so daß immerhin von der Seilbahnindustrie noch eine bedeutende Ingenieurarbeit in der Durchbildung neuer Ideen zu leisten war und noch zu leisten sein wird, über die im einzelnen zu berichten ich mir jedoch heute versagen muß (Fig. 68 bis 70).

Wir stehen am Schlusse dieser Betrachtungen, in denen ich versucht habe, die Entwicklung und den heutigen Stand der Hebe- und Fördertechnik kurz zu skizzieren, soweit mir dies im Rahmen der verfügbaren Zeit möglich war.

Und nun noch ein Wort an die studierende Jugend, die berufen ist, auf dem ihr zufallenden Erbe dereinst weiter zu bauen! Auch für Sie, liebe Kommilitonen, gilt hier das Dichterwort: „Was Du ererbt von Deinen Vätern hast, erwirb es, um es zu besitzen!“ Die außerordentlich rasche Erweiterung und Vertiefung aller Zweige der Ingenieurwissenschaften legt uns und Ihnen erhöhte Pflichten auf. Verfehlt wäre es aber, der übergroßen Fülle des Wissenswerten gegenüber einem Gefühl des Kleinmuts und quälender Sorge in Ihren Herzen Raum zu geben. Weder die Prüfung noch die Praxis kann an Sie beim Verlassen der Hochschule unerfüllbare Forderungen stellen. Was von dem akademisch gebildeten Nachwuchs verlangt wird und gefordert werden muß, ist in letzter Linie gar nicht die spezialisierte Kenntnis der vielgestaltigen uns bereits umgebenden technischen Welt, sondern die Fähigkeit, sich in jedes Einzelgebiet des erwählten Faches schnell einzuarbeiten, die Schulung zu selbständigem technisch-wissenschaftlichen Denken und vor allem zu verantwortlicher, schöpferischer Mitarbeit an den neuen Aufgaben, die täglich an Sie herantreten werden. Zur Erreichung dieses Zieles ist es allerdings unerlässlich, einzelne besonders zur Ausbildung geeignete Gebiete schon auf der Hochschule herauszugreifen und, zumal in den Übungen, möglichst vertieft zu behandeln.

Auf den Errungenschaften deutscher Ingenieurausbildung und deutscher Technik beruht nicht zuletzt das machtvolle Emporstreben unserer Nation, und wenn die technischen Hochschulen in Erfüllung ihrer ersten Pflicht dauernd bemüht bleiben, den hohen Anforderungen, die an sie gestellt werden müssen, gerecht zu werden, so leisten sie eine nationale, dem Wohle des Vaterlandes gewidmete Arbeit.

Voll Bewunderung richten wir unsere Blicke auf den erhabenen Fürsten, der, gleich dem verewigten Vater, uns allen ein leuchtendes Vorbild der treuesten Pflichterfüllung und der Pflege aller nationalen Güter ist, auf unseren durchlauchtigsten Großherzog, dessen Erscheinen in unserer Mitte uns auch heute wieder mit freudigem Stolz erfüllt. In Ehrfurcht und Dankbarkeit lassen Sie uns dem allgeliebten badischen Fürstenhause unsere Huldigung darbringen in dem Ruf:

Ihre Königlichen Hoheiten

Großherzog Friedrich und Großherzogin Hilda

Hoch! Hoch! Hoch!
