

Jahrbuch 1924 des Deutschen Verkehrsbundes. Herausgegeben vom Bundesvorstand. Berlin, Verlagsanstalt „Courier“, G. m. b. H., 1925, 208 Seiten. Der Inhalt dieser Veröffentlichung zerfällt in zwei Teile, von denen der erste einen in der Kritik sozialdemokratisch eingestellten, an sich beachtlichen Überblick über die jüngste Entwicklung der Außenpolitik, der deutschen Wirtschaft wie der sozialpolitischen Einrichtungen gibt, der zweite die Entwicklung und Tätigkeit des Bundes im Berichtsjahr darstellt, wozu ein Anhang umfangreiche statistische Angaben bietet. War schon im letzten Inflationsjahr ein Rückgang der Mitgliederzahl des Deutschen Verkehrsbundes zu verzeichnen (von 566 000 Ende 1922 auf 428 000 Ende 1923), so brachte die Stabilisierung mit ihren Krisenerscheinungen eine weitere Senkung auf 274 000 Mitglieder Ende 1924.

Hansing, W., Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk und seine verkehrstechnischen Arbeiten. (Schriften der Volkswirtschaftlichen Vereinigung im rheinisch-westfälischen Industriebezirk, Heft 3.). Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1924, 15 Seiten mit 5 Abbildungen im Text. Die kleine Schrift gibt einen guten Einblick in die „verkehrsplanende“ Tätigkeit des Ruhrsiedlungsverbandes.

Das deutsche Paßrecht. Nach dem Stande vom 1. Januar 1925. Auf Grund amtlicher Quellen zusammengestellt und erläutert von Reg.-Rat Johannes Krause. Berlin, Verlag von Georg Stilke, 1925. (Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 37.) 438 Seiten. Das Buch bringt in erster Linie eine Zusammenstellung und Erläuterung der reichsrechtlichen Paßbestimmungen, so des Paßgesetzes vom 12. Oktober 1867, der Paßverordnung vom 10. Juni 1919, der Paßbekanntmachung vom 4. Juni 1924 (mit Abänderung vom 22. Dezember 1924), der Paßgebührenverordnung vom 6. April 1923, weiter die preußischen Ergänzungsbestimmungen. Anhangsweise sind Paßmuster, Verzeichnisse von Paßbehörden usw., die von Deutschland mit fremden Staaten in Paßsachen geschlossenen Verträge sowie allgemein-internationale Paßvereinbarungen wiedergegeben. Das Buch wird Behörden wie Reisenden zur Information, namentlich in Zweifelsfällen, dienlich sein.

Die neuen Aufwertungsgesetze (Hypothekenaufwertungsgesetz und Anleiheablösungsgesetz) vom 16. Juli 1925. Für die Praxis erläutert mit Ausführungsbestimmungen von Dr. Warneier und Dr. Koppe. Berlin und Wien, Industrieverlag Spaeth und Linde, 1925. 236 Seiten. Enthält außer der kommentierten Wiedergabe der Gesetztexte eine Einführung in die Materie, die bisherigen Regelungen des Aufwertungsproblems, former Goldmarktabellen und Aufwertungskalender.

Sondernummern: Organisation, Zeitschrift für Betriebswissenschaft, Verwaltungspraxis und Wirtschaftspolitik. 27. Jahrgang, Heft 7 (1. April 1925); Rationelles Transport- und Verkehrswesen. — Bayrische Industrie und Handelszeitung. 56. Jahrgang, Heft 7 (17. Februar 1925); Die Rhein—Main—Donau-Wasserstraße. — Deutsche Bergwerkszeitung, Jubiläums-Ausgabe (25-jähriges Bestehen). Nr. 8 (im Juni 1925); Verkehr. — Werft — Reederei — Hafan, Heft 10, erschienen zur Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft unter Teilnahme des Oberbundes in Breslau: Zahlreiche Aufsätze betreffend die Oder-Wasserstraße.

Napp-Zinn.

Über die ökonomische Bedeutung der Technik im Verkehrswesen.

Von Dipl.-Ing. Dr. rer. pol. Eduard Simon, Köln.

(Schluß.)

2. Abschnitt.

Die ökonomische Bedeutung der Verkehrstechnik auf Grund ihrer Aufgaben und Methoden.

a) Die physikalischen Grundlagen des Verkehrs.

Der Verkehr hat, wie der vorige Abschnitt zeigte, sowohl nach seiner technischen als auch nach der wirtschaftlichen Seite seinen letzten Ursprung in des Menschen Abhängigkeit von der Außenwelt und deren Gesetzen. Wenn wir die allgemeinsten Beziehungen feststellen wollen, die zwischen der Technik des Verkehrs und seinen wirtschaftlichen Erscheinungen obwalten, so müssen wir auch auf diese letzten natürlichen Grundlagen zurückgehen.

Eine der allgemeinsten natürlichen Bedingungen, die unsere Abhängigkeit von der Außenwelt ausmachen, liegt im Wesen des Raumes. Raum ist aber ein Inbegriff der Tatsache, daß alle materiellen Dinge jeweils in einer bestimmten Ordnung zueinanderstehen, die nur durch Kraftwirkungen, bzw. dadurch erzeugte „Bewegungen“ nach bestimmten Gesetzen geändert werden kann. In diesem Sinne sind alle materiellen Güter, und damit alle Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung, die die Natur in beschränkter Menge bietet, und die ihr durch bestimmte Eingriffe in die Außenwelt „abgerungen“ werden können, in ihrem Vorhandensein verschieden räumlich gebunden. Genau so ist die Beziehung des Menschen selbst zum Raume in jedem Zeitpunkt eine eindeutig bestimmte, d. h. meistens eine andere als die der Güter, deren er in einem bestimmten Zeitpunkt direkt oder mittelbar bedarf. Die Erdoberfläche, der für die Wirtschaft in Frage kommende Teil des Raumes, ist gleichzeitig hier Tragfläche des Bedarfs und Fund- und Standort der Gütergewinnung. Er setzt also seiner jeweiligen Auswertung als Dorf- und Gedeihstätte einen räumlichen Widerstand, „Entferntheit“, entgegen. Damit werden zwischen fast alle Handlungen der Erzeugung und der Bedarfsdeckung Zwischenvorgänge, Transporte, herangefordert; d. h. allgemein ist die Tätigkeit der Bedarfsdeckung mit der Notwendigkeit verbunden, räumliche Beziehungen der Güter zu den Menschen, der Güter untereinander oder der Menschen untereinander zu ändern. Dies erfordert nach obigem besondere Tätigkeit, Mühe und Aufwände. Die notwendige Beachtung der räumlichen Beziehungen verursacht also Kosten, die im Gesamtplan der Wirtschaft, bei deren Abwägen von Kosten und Nutzen, eine wichtige Rolle spielen müssen. Solche Aufwände werden von der Wirtschaft immer dann eingesetzt, d. h. die Raumüberwindung kommt zur technischen Ausführung, wenn der psychische Schätzwert des zu erwartenden Erfolges den der Kosten übersteigt, also die Mühe und Aufwände lohnend erscheinen läßt. Mit dahingehender Entscheidung ist dann nach Einstellung auf den konkreten Einzelzweck die verkehrstechnische Aufgabe entstanden, d. h. bei Anwendung des im vorigen Abschnitt Ausführten: für einen bestimmten Gegenstand (Verkehrsobjekt) unter Beachtung und Ausnutzung der natürlichen Bedingungen mit dem vergleichsweise ge-

ringsten Aufwand eine bestimmte räumliche Entfernung zu überwinden. Damit ist die allgemeinste Form der verkehrstechnischen Aufgabe bezeichnet).

Um die allgemeinsten Grundlagen der verkehrstechnischen Ökonomik — und damit die Beziehungen zur Wirtschaft — herauszustellen, ist es zweckmäßig, zunächst eine allgemeine Kennzeichnung der verkehrstechnischen Aufgabe bis auf ihre physikalischen Grundlagen²⁾ durchzuführen.

Wir wissen, daß die Verkehrstechnik bei Verfolgung ihrer Aufgaben die einzelnen durch die Naturgesetze gegebenen Bedingungen zu beachten hat. Diese Bedingungen sind maßgebend für die Aufwände der Transporte, also für die Kosten, die die Wirtschaft zu beachten hat.

Den natürlichen Voraussetzungen entsprechend handelt es sich bei dem Verkehr in unserem Sinne um die Überwindung von geographischen Entfernungen durch Bewegungsvorgänge. Damit ist deshalb Aufwand verbunden, weil die Naturgesetze solchen Bewegungen Hindernisse entgegensetzen. Deren Überwindung ist also die technische Aufgabe des Verkehrs. Diese Hindernisse sind physikalisch betrachtet hauptsächlich Trägheit, Reibung, Schwerkraft und Gegenströmung. Die Aufwände des Verkehrs stellen sich dann dar als die bei Überwindung dieser Hindernisse durch diese vernichteten Hilfsmittel (Güter oder Energien), also Aufwände, die ökonomisch als Kosten zu werten sind. Wirtschaftlich gesprochen heißt dies: der Verkehr erfordert Geld. Die Wirtschaft muß aber noch mit einem zweiten Faktor rechnen, der allerdings in dem ersteren aufgeht. Der verkehrstechnische Vorgang ist je nach der Größe der Bewegung und den technischen Hilfsmitteln von einer gewissen Dauer. Währenddessen sind die Verkehrsobjekte als „Güter“ der Produktion bzw. dem Genuß entzogen oder der Mensch selbst ist zu anderer Tätigkeit verhindert. Mit anderen Worten, der Verkehr erfordert auch immer Zeit, ein Aufwand, der für die Güter als Kapitalzins wirtschaftlich meßbar ist und der für Personen durch psychische Schätzung gewertet wird.

Beachtet man ferner, daß die Überwindung aller der Bewegung entgegenstehenden Hindernisse nur soweit erreicht wird, als sie beachtet und überwunden werden können, daß aber alle mit dem Zufall des Naturgeschehens auftretenden Hindernisse, die „mächtiger“ sind als das sich bewegendes Verkehrsmittel, auf dieses zerstörend wirken, das Verkehrsobjekt also Gefahren ausgesetzt ist, so ergibt sich als dritte grundlegende Forderung an die technische Durchführung des Verkehrs die Sicherheit.

Aus dem Bisherigen erkennt man, daß aus der Beachtung der physikalischen Grundlagen vom Standpunkt der Wirtschaft die drei grundsätzlichen Leitgedanken der Billigkeit, Schnelligkeit und Sicherheit für die Lösung der verkehrstechnischen Aufgabe maßgebend werden. In diesen Anforderungen der Wirtschaft sind bereits die Forderungen nach anderen Eigenschaften des Verkehrs, wie Regelmäßigkeit, Pünktlichkeit, Massenhaftigkeit usw., als Sonderfälle oder Vorbedingungen einbegriffen.

¹⁾ Man darf den Verkehr bzw. der Verkehrstechnik nicht etwa ganz allgemein die Aufgabe der Raumüberwindung unterliegen. Das wäre eine viel zu weitgehende Verallgemeinerung. Denn auch z. B. dem Fernrohr kann der Leitgedanke der Raumüberwindung zugeproben werden. Aus obigem geht deutlich genug hervor, daß es sich beim Verkehr nur um die Raumüberwindung mittels Ortsveränderung von Menschen, Gütern oder Nachrichten handeln kann.

²⁾ Vgl. hierzu O. Blum: „Die physikalischen Grundlagen des Verkehrs“, Verkehrstechnische Woche 1924, Seite 77 ff. — Grundlegendes über die geophysischen Grundlagen des Verkehrswesens findet sich bereits bei Kobl: „Der Verkehr und die Ansiedlung der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche“, 1841.

Ihrem Wesen entsprechend trachtet die Technik danach, den Verkehrsvorgang nach dem Prinzip des vergleichsweise geringsten Aufwandes rationell zu gestalten; dem Rechnung tragend, wird sie zuerst versuchen, den Verkehrsgegenstand, d. h. zunächst das zu bewegendes Gut, mit Eigenschaften auszustatten, die einen möglichst geringen Aufwand bei Überwindung der Hindernisse (Reibung usw.) verursachen. In weiterer Verfolgung dieses Gedankens werden dann Körper mit besonders guten Eigenschaften dieser Art zu Trägern anderer Gegenstände, vor allem wenn diesen notwendige Transporteigenschaften, wie z. B. die Schwimmfähigkeit, ganz mangelt. So führte wahrscheinlich die ursprüngliche Entwicklung vom geschleiften Gegenstande zu der „Schleife“ als erstem Fahrzeug, vom rollenden Baumstamm über die Walze zum Wagenrad, vom gleitenden Holz zum Schlitzen, vom schwimmenden Baumstamme über das Floß zum hohlen Schiffskörper.

So entstand ein erstes verkehrstechnisches Hilfsmittel, das „Transportgefäß“. Damit ist eine bleibende Einrichtung für Transportzwecke geschaffen. Wir nennen sie Fahrzeug oder Verkehrsmittel im engeren Sinne. Diese bedürfen eines Trägers, auf oder in dem sie sich bewegen. Dieser Träger des Transportaktes ist der Weg im allgemeineren Sinn. Das Medium ist meistens gegeben; seine physikalischen Eigenschaften werden für die technische Ausbildung der Verkehrsmittel maßgebend sein. Es entstehen damit ebensoviel grundsätzliche Formen der Verkehrstechnik, als solche Träger da sind. Nach den physikalischen Voraussetzungen sind es: 1. das Land (Straßen- und Schienenwege), 2. das Wasser (Meere, Flüsse und künstliche Wasserstraßen), 3. die Luft (für Luftschiffe, Flugzeuge), 4. der „Äther“ (als Träger des drahtlosen elektrischen Nachrichtenverkehrs). Die Technik wird nun folgerichtig die Ausbildung bleibender Verkehrsmittel im einzelnen den Eigenarten dieser Träger anpassen. Dadurch entstehen vier entsprechende Gruppen technisch-einheitlicher „Verkehrseinrichtungen“. An diese wird die Wirtschaft aber naturgemäß wechselnde Anforderungen stellen, nämlich Aufgaben, die je nach den Verkehrsgegenständen sowie nach den unmittelbaren Zwecken des Verkehrs verschieden sind. Damit tritt in die Aufgabe der Verkehrstechnik ein ganz neues Moment: die eine feste Verkehrsanlage soll gleichzeitig auf verschiedene Anforderungen technisch eingestellt sein. Die Wirtschaft wird darum den Wert eines Verkehrsmittels vor allem auch nach den verschiedenen Gesichtspunkten einer gewissen „Anpassungsfähigkeit“ beurteilen.

Gehen wir auch hier auf die letzten technischen Grundlagen zurück, so ergibt sich eine Abstufung der Verkehrsmittel nach drei Gesichtspunkten, die in der Tat drei verschiedenen Grundsätzen der Verkehrstechnik entsprechen. Zunächst wird gegenüber der in ihrer Lage unveränderlichen Verkehrsanlage die Anforderung der Wirtschaft hinsichtlich der Punkte wechseln, die durch Verkehrsvorgang verbunden werden sollen. Damit ist die Forderung nach „Allseitigkeit“ der Verkehrsanlage gegeben. Hierfür ist aber ihre Fähigkeit maßgebend, zwischen beliebigen Punkten der Erde unmittelbaren Verkehr zu ermöglichen, also allumfassende „Verkehrsmetze“ zu bilden.

Ausgehend von der allgemeinen Grundlage, daß der Mensch als Landbewohner zunächst nur Verkehrsbeziehungen schaffen wird, die verschiedene Punkte des Landes miteinander verbinden, erscheinen die technischen Verkehrsformen der ersten Gruppe dieser Forderung Rechnung zu tragen. Da jedoch die Erdoberfläche im ganzen und in ihren Teilen keine einheitliche Landmasse darstellt, sind der Netzbildung der Landverkehrsmittel durch deren technische Einstellung auf diesen Träger (Land) Grenzen gesetzt; die Überwindung der trennenden Wasserflächen bedarf anderer Verkehrsmittel. Hier hat die zweite Gruppe einzusetzen. Deren tech-

nische Einstellung begrenzt aber ihre Wirksamkeit auf die Wasseroberfläche, ihr Zweck kann nach derselben Voraussetzung wie oben aber nur der sein, Landpunkte zu verbinden. Diese müssen also die Küstenpunkte sein. Mit dieser Einschränkung kann vom Seeverkehr gesagt werden, daß er der Forderung nach allseitiger Verkehrsmöglichkeit viel mehr entspricht als die Landverkehrsmittel. Denn das Meer ist eine einheitliche zusammenhängende Fläche, es kann also jeder Küstenpunkt mit jedem anderen unmittelbar verbunden werden. Uneingeschränkte Vollkommenheit aber besitzt nach dieser Richtung der Luftverkehr. Träger der Luftverkehrsmittel ist das Luftmeer. Dieses entspricht aber zugleich der letzten Verallgemeinerung des Gebietes menschlicher Betätigung; seine Natur verweist den Menschen als atmendes Geschöpf auf den Boden des Luftmeeres. Das Luftfahrzeug aber vermag infolge seiner technischen Einstellung auf diesen Verkehrsträger jeden beliebigen Punkt der Erdoberfläche mit jedem anderen unmittelbar zu verbinden, begünstigt durch die Gleichartigkeit und Einheitlichkeit des Luftmeeres; die Luft ist überall in gleicher Vollkommenheit „Weg“. Der gleiche Vorzug eines überall vorhandenen Verkehrsträgers kommt auch dem drahtlosen Nachrichtenverkehr zu.

Der zweite Wertmaßstab, der sich aus dem Wechsel der Verkehrsaufgaben der Wirtschaft für die im allgemeinen technisch „stabilen“ Verkehrsmittel ergibt, bezieht sich auf ihre Fähigkeit, verschiedene Arten von Verkehrsobjekten zu befördern. Vergleichen wir die Hauptgruppen der Verkehrsmittel nach diesem Gesichtspunkte, so erkennen wir deutlich, daß mit je größerer Anpassung an eine bestimmte Verkehrsart oder einen bestimmten Verkehrszweck diese Fähigkeit um so mehr verloren geht. Z. B. die Nachrichtenübermittlung als besondere Verkehrsart verlangt technische Methoden, die vor allem der Forderung nach Schnelligkeit entsprechen. Nachdem diese Forderung im drahtlosen elektrischen Nachrichtenverkehr bis zur höchsten Vollkommenheit erfüllt war, war zugleich auch die absolute Beschränkung auf diese Verkehrsart gegeben. Die Überlegenheit des Luftverkehrs über den Land- und Wasserverkehr wird nach diesem zweiten vergleichenden Gesichtspunkte wesentlich eingeschränkt. Hier steht dem Vorzug des allseitigen Netzes der Nachteil der Beschränkung in den Verkehrsarten gegenüber. Entsprechend der technischen Natur der Luftverkehrsmittel, geringer „Tragfähigkeit“, kommen nur kleine Lasten als Verkehrsobjekte in Frage. Hierbei ist aber wieder darauf hinzuweisen, daß hinsichtlich solcher Geeignetheit der Verkehrsmittel für verschiedene Verkehrsarten nicht nur die technischen Eigenschaften der Verkehrsobjekte, sondern häufig wirtschaftliche Gesichtspunkte maßgebend sind. Technisch wäre schließlich auch die Beförderung von schweren Massengütern mit Flugzeugen möglich, die technische Eigenart der Luftverkehrsmittel versagt nur deshalb für Massengütertransport, weil für Massengüter die Aufwände des Transportes in ungünstigem Verhältnis zum Werte der Beförderungsleistung stehen würden.

Wenn die technischen Formen und Methoden der Verkehrsmittel zunächst den physikalischen Eigenschaften des Verkehrsträgers angepaßt sind, so haben sie im Hinblick auf die Forderung nach Allseitigkeit des Verkehrs auch seinen räumlich wechselnden Erscheinungsformen Rechnung zu tragen. Damit ist aber die Fähigkeit verlangt, die Ungunst der Natur zu überwinden und ihre Gunst auszunutzen. Hiermit ist ein dritter ökonomischer Wertmaßstab für die Beurteilung der Verkehrsmittel gegeben. Die einheitliche und feste technische Form eines Verkehrsmittels kann zunächst nur in beschränktem Maße allem räumlichen Wechsel der Natur ihres Mediums angepaßt sein. Hier sind offenbar die Aufgaben der Landverkehrsmittel zunächst die schwierigsten. Und doch haben hier die Eisenbahnen einen sehr hohen Grad der Vollkommenheit erreicht: sie sind gegen alle geophy-

sischen Ungleichheiten des Landes, gegen dessen Klima usw. in höchstem Maße unempfindlich; sie erklettern die höchsten Gebirge, sie durchqueren Sümpfe und durchdringen hohe Berge, sie leisten gleiche Dienste in den Tropen wie in den Polarzonen. Hierauf vor allem beruht die große wirtschaftliche Bedeutung der Eisenbahnen. Der Seeverkehr z. B. ist in diesem Sinne viel unvollkommener trotz des homogenen Mediums, auf dem er sich bewegt. Untiefen, Stürme, Windstille usw. bedeuten immer noch eine große Einschränkung seiner Brauchbarkeit. Das gleiche gilt für den Luftverkehr. Luftschiffe und Flugzeuge sind gegen die wechselnden Erscheinungen ihres Weges, besonders gegen die Luftströmungen, viel empfindlicher als die Eisenbahnen und die meisten anderen Landverkehrsmittel.

Für die letzten Betrachtungen sind wir u. a. davon ausgegangen, daß bei der Aufgabe des Verkehrs die Technik schon bei dem Ansatz zur Lösung ihrer Aufgabe rational vorgeht; indem zwischen den zu bewegenden Verkehrsgegenstand und den zu benutzenden Weg ein Transportgefäß „zwischen geschaltet“ wird, das nur einmalig mit den für die Aufnahme der Widerstände und für Ausnutzung der Antriebskraft günstigen Eigenschaften auszustatten ist. Damit ist bereits eine grundsätzliche Methode der Verkehrstechnik festgelegt. Doch ist zu bemerken, daß diese Methode durchaus nicht allgemein ist und immer beibehalten wird. Zunächst wird häufig von der Einfügung eines Fahrzeuges überhaupt abgesehen, wenn gewisse Eigenschaften des Transportgutes und -weges dies nahelegen, wie z. B. bei der Flößerei; oder die Methode wechselt insofern, als die oben bezeichneten Einrichtungen zur günstigen Aufnahme bzw. Verringerung der Hindernisse ganz in den Weg gelegt werden. Dann muß dieser also erstens die Kraftwirkung führen und ferner in seiner Ausbildung geringe Widerstände gewährleisten. Neben anderen Nahtransportanlagen, wie z. B. der Rohrpost, gehört hierher das Verfahren der Öl- und Petroleum-Röhrentransporte, wie es in Amerika für Entfernungen von vielen hundert Kilometern durchgeführt ist.

Immer aber stellt sich der Verkehrsvorgang dar als eine Bewegung von Massenköpern über eine bestimmte Entfernung. Die Überwindung der bereits gekennzeichneten Hindernisse macht die Zuführung von Antriebskräften notwendig. Diese haben zunächst die Aufgabe, das zu transportierende Gut aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung zu überführen. Physikalisch bedeutet dies Überwindung der Trägheit. Nach einem bekannten physikalischen Gesetz (Newton) steht die hierzu notwendige Kraftmenge in direktem Verhältnis zu der Größe der zu bewegenden Masse und der ihr zu erteilenden Geschwindigkeit¹⁾.

Nun kommt hinzu, daß die weitere Unterhaltung der Bewegung infolge der Reibung und anderer Hindernisse noch einer dauernden Kraftzuführung zur Überwindung dieser Hemmnisse bedarf. Ohne Widerstände würde die Bewegung „von selbst“ weitergehen, weil jetzt der Bewegung Trägheit anhaftet. (Diese „Trägheit der Bewegung“ zeigt sich z. B. darin, daß beim Ziel der Bewegung die Einstellung der Kraftzufuhr zum „halten“ nicht genügt, es muß „gebremst“, d. h. durch Einfügung künstlicher Hindernisse die Bewegung zur Ruhe gebracht werden.) Hier ist sofort zu erkennen, daß dieser Teil der Transportaufwände in seiner Gesamtheit bestimmt wird durch die Größe der dauernden Hindernisse und durch die Länge des Weges, der dauernd Hindernisse bietet.

Damit sind bereits grundlegende ökonomische Leitgedanken der Verkehrstechnik gegeben. Um an das zuerst Gesagte anzuknüpfen, ergibt sich zunächst, daß für große Massen, wie sie z. B. ein Eisenbahnzug darstellt, das „Anfahren“ mit

¹⁾ Genauer muß es heißen „Beschleunigung“.

sehr großen Kraftbedarf verbunden ist. Dieser Aufwand für das Anfahren ist bei großen Massen, d. h. Transportobjekten mit großer Trägheit, relativ sehr groß im Vergleich zu dem Kraftbedarf für die Unterhaltung der Bewegung; er vervielfacht sich mit der Zahl der Haltepunkte, die ein erneutes Anfahren nötig machen. Hier liegt z. B. ein wichtiger Grund für das Bestreben in der Betriebstechnik des Eisenbahntankverkehrs nach möglichster Trennung der Ferntransporte von dem Nahverkehr, um so wenigstens für einen Teil der Züge („Fernzüge“) die teureren Zwischenaufenthalte zu vermeiden. Aus der gleichen Grundlage der Verkehrstechnik ergibt sich ferner die Möglichkeit schnellen (und billigen) Anfahrens der Kraftfahrzeuge und anderer Verkehrsmittel, die nur geringe Masse haben.

Die beschriebene zweite Art der transporttechnischen Aufwände, der durch die Hindernisse des Weges bedingten, legt ohne weiteres das ökonomische Bestreben nahe, die auf dem Wege der Fahrzeugbewegung entgegenstehenden Hindernisse in ihrer Gesamtheit möglichst gering zu halten und vor allem '—' da die Gesamtaufwände der Weglänge entsprechen — den kürzesten Weg zu wählen.

Wie der ersten Forderung Rechnung getragen werden kann, durch entsprechende Ausgestaltung von Fahrzeug oder Weg oder beiden, wurde bereits oben ausgeführt. Die ökonomische Forderung nach dem kürzesten Wege führt zur Beachtung des mathematischen Grundsatzes, daß die kürzeste Verbindung zweier Punkte die gerade Linie ist. In der Tat geht alle Trassierung, das ist die Ermittlung des „wirtschaftlichsten“ Verkehrsweges, stets zunächst von diesem Grundsatz aus. Seine Anwendung wird aber eingeschränkt, sobald der Verkehrsträger kein homogener, gleichartiger Weg ist. Ändert er z. B. seine natürlichen Eigenschaften soweit, daß die Beibehaltung des geraden Weges höhere Kosten als ein gewisser „Umweg“ verursachen würde, so wird von diesem Grundsatz abgewichen; vor allem dann, wenn der Wegunterschied soweit geht, daß der speziellen Technik des betreffenden Verkehrsmittels die maßgebenden Grundlagen entzogen sind. Wenn also etwa die Eisenbahn Steigungen zu überwinden hat, die ihrer technischen Natur als „Reibungsbahn“ nicht mehr entsprechen, so wird man bei der Trassierung, um die Steigungen herabzusetzen, den Weg absichtlich verlängern. (Der Verkehrstechniker spricht von sog. „künstlicher Höhenentwicklung“.)

Bei derartiger Verschiedenheit des Weges gilt natürlich auch der Satz nicht mehr, daß die zugehörigen Aufwände mit der Weglänge zunehmen. Doch wird hier von der Technik die Beachtung der allgemeinen Grundlage, daß die Transportaufwände mit der Weglänge wachsen, dadurch gekennzeichnet, daß sie für solche Teile eines Verkehrsweges diejenigen Längen („virtuellen Längen“) ermittelt, die den gleichen Aufwänden bei „normalen“ Wege entsprechen. Damit ist die Zurückführung auf einen einheitlichen Vergleichs- und Kostenmaßstab erreicht. Diese „Theorie der virtuellen Längen“ hat bisher in der wissenschaftlichen Verkehrstechnik bei der mathematischen Behandlung dieses ökonomischen Gesichtspunktes eine wichtige Rolle gespielt¹. — E. Sax nennt in ähnlichem Zusammenhang die von der geraden Linie abweichende Verbindungslinie die „ökonomische Gerade“²).

In diesem Zusammenhang dürfte es interessant sein darauf hinzuweisen, daß

¹ Vgl. z. B. A. Metzner, Die virtuellen Längen der Eisenbahnen. Leipzig 1914. — Heute jedoch wird in der wissenschaftlichen Verkehrstechnik die Brauchbarkeit dieser Theorie bestritten, da ihre Grundlagen durch die notwendige Beachtung anderer, besonders wirtschaftlicher Gesichtspunkte, die von größerem Einfluß sind, wirkungslos werden.

² „Verkehrsmittel“, Bd. 1, Seite 71.

die Anwendung jenes mathematischen Grundsatzes für die Wahl des kürzesten Weges noch eine weitere Einschränkung erfährt. Wir sagten bereits, daß es sich beim Verkehr stets um die Überwindung geographischer Entfernungen handelt. Bekanntlich sind aber die Punkte der Erdoberfläche annähernd Punkte einer Kugelfläche. Nach den Lehren der Stereometrie liegt die kürzeste Verbindungslinie solcher Punkte auf dem zugehörigen „größten Kreise“ (die gerade Verbindungslinie geht durch das Erdinnere, kommt also nicht in Frage). Das heißt z. B., daß ein Schiff, welches von einem Punkte der Westküste Europas nach einem genau westlich liegenden Hafen der Ostküste Amerikas fahren will, nicht mit westlichem, sondern mit mehr nordwestlichem Kurs seinen Ausgangspunkt verlassen muß, um den kürzesten Weg einzuschlagen. Die genaue rechnerische Ermittlung dieses kürzesten Weges ist in der praktischen Nautik (Navigation) eine als „Segeln im größten Kreise“ bekannte Aufgabe. Ihre Anwendung ist allerdings in den Gegenden höherer Breite durch die Eisgefahr der Polarmeere eingeschränkt.

Was von den physikalisch-technischen Grundlagen des Verkehrs ferner noch von besonderer ökonomischer Bedeutung ist, soll im nächsten Abschnitt unter Zusammenfassung nach den einzelnen technischen Elementen des Verkehrs ausgeführt werden. Im Zusammenhang dieses Abschnittes soll zunächst noch die allgemeine ökonomische Bedeutung der Verkehrstechnik durch Gegenüberstellung mit den Aufgaben und Bedingungen der Technik der Gütererzeugung, d. h. der Produktion im engeren Sinne, untersucht werden.

b) Die Verkehrstechnik im Gegensatz zur Technik der Produktion.

Die ökonomische Eigenart der Verkehrstechnik wird besonders deutlich, wenn man ihre Aufgaben und Bedingungen denen der Produktionstechnik gegenüberstellt, d. h. dem Betätigungsbereich der Technik, in dem es sich um die eigentliche Gewinnung, Herstellung und Verarbeitung von Gütern handelt. Im Gegensatz hierzu gilt für die Technik des Verkehrs zunächst, daß sie, soweit es sich bei ihr überhaupt um Sachänderungen handelt, an diesen keine materiellen Veränderungen, sondern nur Ortsveränderungen vornimmt. Über die für die Wirtschaft beachtenswerte Besonderheit dieser Aufgabe ist in diesem Abschnitt bereits Grundlegendes gesagt worden.

Es kommt hinzu, daß die praktischen Beziehungen der Technik des Verkehrs zur Wirtschaft besonders vielgestaltig und weitgehend sind, weil der Verkehr selbst eine so bedeutsame Stellung in der Wirtschaft innehat. Die so außerordentlich wichtigen Einflüsse, die von den Verkehrsmitteln ausgehend auf die Tatsachen der Wirtschaft einwirken³ (z. B. der Einfluß des Verkehrs auf die Preisbildung, und damit auf Art und Umfang von Produktion und Konsumtion), sind stets zum großen Teile auf die technischen Grundlagen und die technischen Fortschritte zurückzuführen. Damit ist gesagt, daß alle die Verkehrsmittel umgestaltenden Tatsachen der Technik im allgemeinen eine größere wirtschaftliche Tragweite haben als Veränderungen in der Technik der Produktion. — Wir werden an späterer Stelle hierauf noch zurückkommen.

Im einzelnen sind von besonderer Bedeutung für die Eigenart der Verkehrstechnik zunächst verschiedene Punkte, die sich aus der Aufgabe der einzelnen Verkehrsmittel ergeben. Als wesentlichster Unterschied gegen die technischen

³ E. Sax hat diese Beziehungen in seinen „Verkehrsmitteln“ unter dem Kapitel „Die wirtschaftliche Bedeutung und Eigenart der Verkehrsmittel im allgemeinen“ zusammenfassend dargestellt.

Aufgaben der Produktion ist für die Verkehrsmittel ein meistens sehr großer Wechsel in den praktischen Aufgaben festzustellen. Ein Blick auf die größeren Verkehrsmittel läßt dies ohne weiteres erkennen. So besteht für die verkehrstechnische Aufgabe hinsichtlich des Umfangs, der besonderen Anforderung an die Art des Vollzuges usw. eine große Vielgestaltigkeit, hinsichtlich der jeweiligen Inanspruchnahme eine gewisse Unbeständigkeit. Das Ausschlaggebende aber ist, daß diese verschiedenen und wechselnden Aufgaben jeweils an eine einheitliche feste technische Anlage herantrifft. Schon bei Besprechung der physikalischen Grundlagen des Verkehrs wurde hierauf hingewiesen. Im Gegensatz zur Technik eines Produktionsbetriebes, die nur eine einheitliche sich gleichbleibende, stetige Aufgabe zu erfüllen hat, muß die Technik bei den Verkehrsanlagen erstens gleichzeitig sich nach verschiedenen oft widersprechenden Anforderungen orientieren und ferner den wechselnden Aufgaben betrieblich durch eine gewisse Elastizität ihrer Einstellung Rechnung tragen können.

Die Verschiedenheit in den Aufgaben einer technischen Verkehrsanlage wird vor allem noch durch folgenden Umstand hervorgerufen: die bewußte Zusammenfassung verschiedener Verkehrsakte in einer technischen Anlage aus einem rein-ökonomischen Gesichtspunkt: der Forderung nach höchstmöglicher Ausnutzung der einmaligen Anlage, d. h. ihrer ganzen technischen Leistungsfähigkeit¹⁾. Es ist ohne weiteres klar, daß in der Produktion eine solche Zusammenfassung verschiedener Wirtschaftsakte der Natur der Sache nach überhaupt ausgeschlossen ist. Die somit begründete Notwendigkeit der einzelnen Verkehrsmittel, sich technisch auf verschiedene Aufgaben einzustellen, ist um so beachtenswerter, als dadurch ein Widerspruch geschaffen ist zu dem allgemeinen Prinzip der Technik, ihren Vollzug und ihre Hilfsmittel nach den Aufgaben zu spezialisieren. In den technischen Formen der großen Verkehrsmittel ist leicht der Widerstreit bzw. Kompromiß beider Tendenzen zu erkennen. Dessen inneren Konflikt kennt die Produktionstechnik nicht.

Es kommt ferner hinzu, daß alle Verkehrsmittel mehr oder weniger untereinander in technischer Beziehung stehen, weil die verschiedenen technischen Elemente des Verkehrs wechselnd übereinander greifen, bzw. weil meistens eine einheitliche Verkehrsaufgabe über mehrere Verkehrsmittel hinweggeht; im Sinne dieser Aufgabe wird daher ein zweckmäßiges technisches Anpassen der einzelnen Verkehrsmittel notwendig, so die Notwendigkeit gleicher Spurweite angrenzender Eisenbahnen, oder der erforderliche Mindesttiefgang aller von einem Binnenschiff zu befahrenden Kanäle usw. Eine solche unmittelbare technische Beziehung, wie sie zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln besteht, gibt es für die Produktionsbetriebe nicht.

Daß das Verhältnis der Technik zur Wirtschaft im Verkehrswesen ein ganz anderes ist als bei der Produktion, erkennt man deutlich, wenn man die Natur ihrer Aufgaben miteinander vergleicht. Die Technik der Produktion hat materielle Güter zu erzeugen oder zu bearbeiten. Dieser rein technischen Vorgang ist meistens einheitlich und geschlossen, d. h. ganz aus der Wirtschaft herausgenommen. Erst das Erzeugnis, d. h. das fertige Ergebnis der technischen Leistung ist wieder Objekt wirtschaftlicher Tätigkeit. Die Technik tritt also zeitlich und räumlich hinter die Wirtschaft zurück. Anders beim Verkehr, welcher der Wirtschaft mit den technischen Leistungen selbst dient, indem er räumliche Beziehungen ändert und damit unmittelbarer in wirtschaftliche Zusammenhänge eingreift. Hinzu kommt,

¹⁾ E. Sax formuliert diese Beziehungen als „Integrationsgesetz des Verkehrs“. Verkehrsmittel, Bd. 1, Seite 67 ff.

daß der Mensch als Wirtschaftssubjekt selbst Gegenstand von Verkehrsleistungen ist. Dadurch werden an die äußeren Formen und Methoden des verkehrstechnischen Prozesses ganz andere Anforderungen gestellt als an technische Vorgänge bei der Produktion. Die Technik des Verkehrs steht gewissermaßen einen Schritt weiter in der Wirtschaft. Das ist auch geradezu räumlich aufzufassen. Technische Einrichtung und technischer Vorgang des Verkehrs greifen räumlich über Gebiete verschiedenster wirtschaftlicher Interessen. Damit haben die Anlieger des Weges, ebenso wie diejenigen, die ihres Standortes wegen die Verkehrseinrichtung benutzen können und müssen, an den einzelnen technischen Formen der Verkehrsanlage und des Verkehrsbetriebes ein weitgehendes Interesse. Ganz im Gegensatz zur Produktion. Hier nimmt die Wirtschaft erst am Ergebnis des technischen Prozesses Interesse, also wenn dieser zeitlich abgeschlossen ist. Auch ist hier das Vorgehen der Technik räumlich auf ein kleineres und abgeschlosseneres Gebiet begrenzt, also auch deshalb dem Interesse anderer Wirtschaftsgruppen entzogen.

Daß die Verkehrstechnik der Wirtschaft mit den Leistungen selbst dient, hat noch weitere bedeutsame Folgen: Diese Leistungen können immer nur im unmittelbaren Anschlusse an den Bedarf erfolgen, es ist nicht möglich, sie auf Vorrat herzustellen. Damit ist z. B. auch die organische Verflechtung aller technischen Einzelakte zu einer einheitlichen, stetig fortlaufenden „Aktion“ unmöglich, was dagegen in einem Produktionsbetriebe immer der Fall und ökonomisch von besonderer Bedeutung ist. Da in der Produktion der technische Vorgang immer nur in mittelbarer Beziehung zum Bedarf steht, kann hier der Wechsel im Bedarf durch Arbeit „auf Lager“ ausgeglichen werden, womit jeweils ein stetiger, d. h. vorteilhafterer Verlauf des technischen Prozesses möglich gemacht ist. Das letzte zusammenfassende läßt sich kurz sagen: der Technik der Verkehrsmittel fehlt in jeder Hinsicht das „Fabrikmäßige“ des Betriebes.

Von besonderem Einfluß auf die Bedingungen und Methoden der Verkehrstechnik im Gegensatz zur Produktion sind schließlich noch eine Reihe von Tatsachen, die sich aus der Betrachtung des eigentlichen Vollzuges ihrer Aufgaben ergeben. Der Verkehrsvollzug mit Hilfe eines Verkehrsmittels stellt technisch und meistens auch betrieblich eine einheitliche Aufgabe dar. Auch werden häufig die einzelnen Verkehrsakte auf einer Verkehrsanlage von einer einheitlichen wirtschaftlichen Organisation, „Unternehmung“, durchgeführt. Das entspricht dem der technischen Produktionsanstalt, etwa „Werk“ oder „Fabrik“. Im Gegensatz zu dieser gilt aber für den Verkehrsbetrieb, daß hier nur außerordentlich selten, was im Produktionsbetrieb fast immer selbstverständlich ist, auch alle zugehörigen technischen Elemente des Betriebes, also Weg, Fahrzeug und Kraftquelle in der gleichen wirtschaftlichen Einheit zusammengefaßt sind. Selbst bei den Eisenbahnen, wo die technische Abhängigkeit, d. h. Zusammengehörigkeit von Weg und Fahrzeug am weitestgehend durchgebildet ist, sind Weg und Fahrzeug durchaus nicht immer im gleichen Besitz. Die an sich merkwürdige Tatsache, daß die zugehörigen technischen Elemente eines Verkehrsbetriebes oft den verschiedensten Wirtschaftssubjekten angehören (häufig nimmt der Weg eine Sonderstellung ein), muß auch für die technische Aufgabe besondere Bedingungen und Gesichtspunkte ergeben. Es entstehen hieraus z. B. besondere Richtlinien für die eigentliche Betriebsökonomik der Verkehrsbetriebe. Die einzelnen technischen Elemente, die also technisch organisch zusammengehören, werden durch die Art der wirtschaftlichen Organisation (Besitzverhältnisse usw.) ökonomisch auseinandergerissen. Die Technik erhält hieraus eine ganz andere ökonomische Orientierung. So ist z. B. bei dem Binnenschiffsverkehrsverkehr auf Kanälen die Art und Wirkungsweise der

Schiffsmaschinen von großem Einfluß auf die Abnutzung des Weges, Zerstörung der Uferdämme, der künstlichen Sohlen usw. Aber der Reeder — und damit auch der Schiffsbauer — beachtet diesen Teil des Transportaufwandes nicht und handelt deshalb oft technisch falsch. Erst auf dem Umwege über staatliche Vorschriften, z. B. zu zahlende Kanalgebühren, die für die Unterhaltung der Anlage bestimmt sind, wird er wieder zu technisch vernünftigem Handeln angehalten. — Ähnliche Widersprüche ergeben sich aus dem Wechsel in der Gruppierung der verschiedenen technischen Elemente zu einer Verkehrsaufgabe: technisch unvernünftig ist es auch, wenn ein Kraftwagen durch eine bestimmte Verkehrsaufgabe gezwungen wird, „schlechte“ Straßen zu benutzen, wo seine technische Besonderheit — die Fähigkeit schnellen Fahrens — sinnlos wird, da der mangelhafte Weg nur ein langsames Fahren gestattet. Die fabrikmäßige Technik kennt solche Widersprüche — wenigstens in diesem Maße — nicht. Hier ist es fast stets möglich, alle zu gehörigen technischen Elemente genau aufeinander einzustellen.

Wir werden solche Probleme im einzelnen noch bei Besprechung der technischen Elemente des Verkehrs zu behandeln haben.

3. Abschnitt.

Die ökonomischen Merkmale der technischen Elemente des Verkehrs.

a) Das Zusammenwirken der drei Elemente und die Wechselbeziehungen ihrer technischen Ökonomik.

Für die Klarstellung der technisch-wirtschaftlichen Beziehungen im Verkehrswesen sind eine Reihe wichtiger Ergebnisse zu gewinnen, wenn man bei Betrachtung der Verkehrseinrichtungen den Blick auf die einzelnen technischen Elemente der Verkehrsmittel richtet. Zu Beginn des vorigen Abschnitts wurden die drei technischen Elemente des Verkehrs aus den physikalischen Grundlagen der verkehrstechnischen Aufgabe abgeleitet. Der Verkehr stellt technisch immer „Massenbewegung“ dar. Hieraus ergeben sich als notwendige technische Elemente jedes Verkehrsvorganges:

1. der Weg, auf dem, bzw. das Medium, in dem sich der Bewegungsvorgang vollzieht;
2. das zu bewegnende Objekt selbst oder ein dieses tragender oder umschließender Körper, der die Bewegung vermittelt, das Fahrzeug;
3. eine die Bewegung erzeugende und unterhaltende Kraft.

Im vorigen Abschnitt wurden auch bereits einige grundlegende technische Beziehungen zwischen den drei Elementen angedeutet, die für die wirtschaftliche Charakteristik der Verkehrsmittel und für das Verhalten der beteiligten Wirtschaftsfaktoren von besonderer Bedeutung sind; auch wurde darauf hingewiesen, wie umgekehrt wirtschaftliche Beziehungen dem technischen Handeln bestimmte Richtlinien geben. Es sei jetzt versucht, das Grundsätzliche dieser technisch-ökonomischen Beziehungen zwischen den drei Verkehrselementen zusammenfassend darzustellen.

Die drei technischen Elemente sind als künstliche Hilfsmittel, „Werkzeuge“, aufzufassen, mit deren gemeinsamer Benutzung eine technische Verkehrsaufgabe mit geringstmöglichem Aufwand durchgeführt werden soll. Im Hinblick auf die bestimmte technische Aufgabe, in der die drei Elemente zusammengefaßt werden, werden zweifellos auch bestimmte kausale Abhängigkeiten technischer Art zwischen ihnen bestehen, die bei der technischen Gestaltung der Verkehrsmittel zu beachten sind. Für die beste Lösung der technischen Verkehrsaufgabe kommt es nicht

nur darauf an, die einzelnen Elemente an sich, d. h. nach ihrer speziellen Aufgabe, technisch vollkommen zu gestalten, sondern sie im Sinne des Zusammenwirkens zu einem einheitlichen technischen Apparate, wie z. B. eiserne Schiene und Radkranz, zweckmäßig auszubilden. Der Erfolg dieser technischen Methode ist daher immer an Bedingungen geknüpft, die jedes der Elemente mitbringt. Der Wasserverkehr z. B. stellt nicht nur gesetzmäßig an das Fahrzeug die Forderung nach „Schwimmfähigkeit“; im Sinne der technischen Ökonomik ist die gesetzmäßige Beziehung zwischen Weg und Fahrzeug noch weiterhin zu beachten, z. B. dahin: welche äußere Form des Schiffskörpers verursacht der Bewegung, und zwar bei bestimmter Durchschnittsgeschwindigkeit und anderen Gegebenheiten, den geringsten Widerstand; ein Problem, das von der technischen Wissenschaft erst zum geringen Teile erforscht ist.

In diesem Sinne wird das Streben nach zweckrationaler Lösung der verkehrstechnischen Aufgabe zu immer weitergehenden Einwirkungen der Technik bei den drei Elementen führen, mit dem Ziel, daß diese im Zusammenwirken die höchstmögliche Leistung ergeben, bzw. möglichst wenig Aufwände verursachen. Letztere treten stets bei allen drei Elementen auf: als Verbrauch an Triebkraft und als Abnutzung des Weges und des Fahrzeuges. Wieweit aber die einzelnen Elemente zum Gesamtaufwand beitragen, bzw. wie dieser sich auf die einzelnen Elemente verteilt, ist immer bis zu gewissem Grade durch die Wahl der technischen Methode bestimmbar. Z. B. durch dauerhafte Ausgestaltung der Fahrzeuge werden diese weniger abgenutzt, dafür erfordert aber der Transport des jetzt schwereren Fahrzeuges ein gewisses Mehr an Kraft. Hier entscheiden dann wirtschaftliche Gesichtspunkte. Die Technik aber hat ihr Augenmerk stets gleichzeitig auf alle drei Elemente und die durch sie bedingten Gesetzmäßigkeiten zu richten.

Diese Einheitlichkeit der verkehrstechnischen Aufgabe tritt wirtschaftlich allerdings nur dann in die Erscheinung, wenn alle drei Elemente auch in die Ökonomik einer Unternehmung einbezogen sind. Andernfalls werden die für das Verhalten der Technik ausschlaggebenden Kostenmaßstäbe entsprechend umgewertet: dem Kraftwagenfahrer sind die Kosten seiner Transporte, die in der Straßenabnutzung auftreten, zunächst gleichgültig. Für den Volkswirt aber sind Aufklärungen über diese technische Beziehung zwischen Fahrzeug und Weg unter Umständen sehr wertvoll.

Betrachtet man die einzelne Verkehrsleistung als Ergebnis des Zusammenwirkens der drei technischen Elemente, so läßt sich die Gesamtleistung allgemein auffassen als das Resultat aus den Größen der wirkenden Kraft und der Widerstände, die auf dem Wege auftreten. Je größer die bewegnende Kraft und je geringer die auftretenden Widerstände, um so größer die Wirkung oder Leistung der Bewegung; wobei die Widerstände wieder abhängig sind von den Eigenschaften des Weges und des Fahrzeuges, von der Größe der Last, und schließlich von der Geschwindigkeit der Bewegung und anderen Faktoren, die aber zunächst unbeachtet bleiben sollen. Immer ist die tatsächliche technische Verkehrsleistung abhängig von den beiden Faktoren „bewegnende Kraft“ und Gesamtwiderstände. Dieses einfache physikalische Gesetz liegt dem gesamten Verkehrswesen in allen seinen Formen zugrunde¹⁾. Es ist ohne weiteres nach verschiedenen Seiten als gesetzmäßige Beziehung auszuwerten. So gibt z. B. bei einem Vergleich der verschiedenen Wege mit ihren entsprechenden Fahrzeugen — ungebahnter Weg, gepflasterter Straße, Eisenbahn, Kanäle usw. — unter Zugrundelegung sonst gleicher Verhältnisse, Geschwindigkeit usw. — das Verhältnis Größe der Last zu erforder-

¹⁾ Vgl. das im Abschnitt 2a Gesagte.

derlicher Zugkraft ein Maß für die Güte oder „Vollkommenheit“ der einzelnen Wege, bzw. der einzelnen Verkehrsinstrumente. Je weniger Kraftaufwand für die bestimmte Bewegung einer bestimmten Last notwendig ist, um so besser ist der Weg. Vergleichszahlen dieser Art, die schon wiederholt errechnet wurden¹⁾, haben infolge ihrer einseitigen Bezugnahme nur bedingten Wert, weil jede technische Verkehrsmethode nach allen Seiten ihrer Brauchbarkeit durch technische Gesetzmäßigkeiten bedingt ist, und zwar je nach Art und Umfang der Benutzung verschieden. Die technischen Beziehungen zwischen je drei bestimmten Verkehrsmethoden ändern sich nach verschiedenen Gesetzen bei der Änderung in der Vollzugsart des Transportes. Z. B. bei der Bewegung des Schiffkörpers im Wasser sind nicht nur an sich andere Widerstände zu überwinden wie bei der Bewegung eines gleich schweren Fahrzeuges (Zuges) auf dem Schienenwege — was als Güte des Weges darstellbar ist —, es kommt hier unter anderen noch hinzu, daß die Widerstände und damit die Kosten in verschiedenem Maße mit steigender Geschwindigkeit wachsen. So wird die Überlegenheit der Wasserstraßen über den Landverkehr bei hoher Geschwindigkeit in das Gegenteil verkehrt. Ferner ist das Verhältnis der „Anfahrkosten“ zu den eigentlichen Förderkosten je nach dem Fahrzeuge und der bewegendem Kraft verschieden; damit ist die Weglänge von ganz verschiedenem Einflusse auf die Gesamtkosten der Leistungseinheit, z. B. des Tonnen-Kilometers; denn die Anfahrkosten verteilen sich auf die gesamte Weglänge. Für die Bewertung der durch das Zusammenwirken von je drei technischen Elementen verwirklichten verkehrstechnischen Methode sind im einzelnen noch die vielseitigen besonderen Anforderungen an die Verkehrsart maßgebend, die je nach dem Verkehrsgegenstand verschieden sind. Das heißt aber nur, daß die Merkmale technischer Nutzbarkeit vom Standpunkte der Wirtschaft jeweils verschieden gewertet werden, eine Tatsache, die aus den Darlegungen im zweiten Abschnitt erklärt ist.

Das oben bezeichnete allgemeine physikalische Gesetz der Verkehrstechnik läßt ferner ohne weiteres erkennen, daß es bei der Schaffung technisch leistungsfähiger Verkehrsmittel darauf ankommt, die bewegendem Kraft zu vergrößern und die Widerstände, die durch Weg und Fahrzeug bedingt sind, zu verringern. Dies kann im allgemeinen nur durch künstliche Einwirkungen der Technik auf die drei Elemente erreicht werden. Da diese Einwirkungen aber immer auf die Verwirklichung einer bestimmten technischen Methode hincielen, führt dies zu einem einheitlichen technischen System, in dem die gegenseitigen Abhängigkeiten der drei Elemente um so größer sind, je mehr die Technik sie künstlich gestaltet hat. Diese Abhängigkeit erhält z. B. dann besondere ökonomische Bedeutung, wenn aus bestimmten Gründen eines der Elemente technisch verändert werden muß. Dann ergibt sich sofort die Notwendigkeit, die technische Anpassung der übrigen Elemente auf diese Abänderungen umzustellen. Als sich infolge der Erhöhung der Zugkraft der Lokomotiven notwendigerweise auch größere Gewichte derselben ergaben, war sofort auch die Notwendigkeit gegeben, den Weg technisch auf das neue Fahrzeug einzustellen: deshalb müssen gegenwärtig zahlreiche Brücken unseres Eisenbahnnetzes der erhöhten Belastung entsprechend verstärkt werden.

Von besonderer ökonomischer Bedeutung ist schließlich, daß die drei Verkehrselemente nicht nur ihrer Art nach, d. h. nach der verfolgten Methode, sondern auch dem Grade nach aufeinander eingestellt sein müssen. Sie müssen gewissermaßen in ihrer technischen Vollkommenheit „aufeinander abgestimmt“ sein. Dies bleibt immer eine Forderung der technischen Vernunft, obgleich es aus wirtschaftlichen

¹⁾ Vgl. z. B. E. Engel, „Die Grenzen des Erfindungsgeistes im Transportwesen“. Berlin 1884. Seite 113 ff.

Gründen, wie bereits an früherer Stelle erwähnt, nicht immer durchführbar ist. So ist die für eine Schnellzugstrecke notwendige „hochwertige“ Ausführung des Eisenbahnoberbaues „unökonomisch“ für den Verkehr von Güterzügen. Die mit riesigen Kosten verbundene Vertiefung der Seehäfen war eine ganz überflüssige Verbesserung des Weges für den Verkehr aller Schiffe kleiner und mittlerer Größe.

Die durch das Zusammenwirken zu einem einheitlichen technischen System gegebene gegenseitige Abhängigkeit der drei Elemente ist noch unter einem anderen Gesichtswinkel zu betrachten. Für jedes der drei Elemente ist eine jeweils bestimmte Zahl technischer Formen möglich. Der Weg kann sein: Straße, Schienenweg, Wasser usw.; die bewegendem Kraft: Muskelkraft, Luftströmung, Maschinenkräfte usw. Danach können offenbar alle Verkehrsmittel als Kombinationen von je drei verschiedenen Elementen aufgefaßt werden, und die technisch möglichen Kombinationen ergeben die Gesamtheit aller Verkehrsmethoden. So wird auch die Technik beim Suchen nach rationellen Lösungen der verkehrstechnischen Aufgaben so vorgehen, daß sie — etwa ausgehend von bestimmtem Kraftantrieb, den sie als vorteilhaft erkannt hat — diesen für die verschiedenen Wege und Fahrzeuge anzuwenden versucht. Z. B. den Explosionsmotor als Antrieb im Straßenverkehr (Kraftwagen), im Seeverkehr (Motorschiffe) und im Luftverkehr (Flugzeuge, Luftschiffe). Bei diesem Vorgehen der Technik ist dann schließlich das Fahrzeug in der Form zu ermitteln, die das beste Zusammenwirken der beiden Elemente Weg und Kraft ermöglicht. Das heißt, das Fahrzeug ist gewissermaßen eine Funktion von Kraft und Weg. Dies trifft in der Tat in gewissem Grade auch für die heutigen Verkehrsmittel zu; denn der Weg ist meistens das zuerst und allgemein bestimmte Element, und die Kraftart ist durch wirtschaftliche Erwägungen einheitlich gegeben. Dann bleibt also das Fahrzeug übrig, das sich den beiden anderen Elementen technisch anzupassen und den besonderen Anforderungen des Verkehrsobjektes am meisten Rechnung tragen muß. Wie deutlich zu erkennen ist, zeigt auch das Fahrzeug am ausgeprägtesten die Spezialisierung im modernen Verkehrswesen.

Aus den gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den drei Verkehrselementen ergibt sich schließlich für den Grad der Vollkommenheit eines Verkehrsmittels, daß dieser um so größer ist, je vollkommener die technische Anlage jedes der drei Elemente ist und je mehr Weg, Kraft und Fahrzeug technisch aufeinander eingestellt sind und zu einer einheitlichen Methode zusammenarbeiten. Darans ergibt sich aber auch der Satz: Je vollkommener ein Verkehrsmittel ist, um so mehr hat die technische Änderung eines Elementes bedeutsame Folgen für die anderen. Hier liegt ein Grund für die Tatsache, daß die modernen Verkehrsmittel in ihrer technischen Gestalt bis zu einem gewissen Grade „stabil“ sind. Wie sich in dieser Beziehung die einzelnen Elemente verhalten, wird im folgenden bei deren besonderer Besprechung gezeigt werden.

b) Der Weg.

Von den drei technischen Elementen des Verkehrs ist der Weg in zweierlei Hinsicht das primäre, d. h. das zuerst bestimmte und für die anderen Elemente bis zu gewissem Grade bestimmende Element. Erstens ist durch die bestimmte technische Verkehrsaufgabe, mit der zugleich Anfangs- und Endpunkt der Bewegung gegeben ist, auch die Richtung des Verkehrsaktes festgelegt. Innerhalb gewisser Einschränkungen kommt also für jede Verkehrsbeziehung nur ein bestimmter schmaler Streifen der Erdoberfläche als Weg in Frage, soweit nicht — wie schon erwähnt — aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen wesentlich geringere Aufwände beacharter Wege die Ablenkung von der geraden Verbindungslinie rechtfertigen. So ist zunächst z. B. das Meer oder das Land als Weg naturnotwendig gegeben.

Bei letzterem liegt dann innerhalb jener Grenzen die Möglichkeit vor, binnenländische Wasserwege zu benutzen. In jedem Falle aber ist durch die physikalische Natur und durch die besonderen Eigenschaften des vorliegenden Weges eine Reihe von Bedingungen gegeben, denen Fahrzeug und bewegendes Kraft sich technisch anpassen haben.

Zweitens ist der Weg auch dasjenige Element, das allein in seiner materiellen Ausdehnung stets durch die Größe des ganzen Bewegungsvorganges — bei wiederholten Verkehrsakten sogar des längsten Transportes — bestimmt ist. Durch den großen physischen Umfang des Elementes „Weg“ ist aber auch das Maß der Aufwände aller auf ihn gerichteten technischen Einwirkungen bestimmt. Das wird offenbar die Verkehrstechnik zunächst veranlassen, bei der Mechanisierung des Transportes ihre Einwirkungen möglichst auf Fahrzeug und Antriebskraft zu beschränken; dann muß sie aber hierbei den Gegebenheiten des Weges Rechnung tragen. Der Weg ist also das bestimmende Element; und zwar nicht nur für die technische Gestaltung von Fahrzeug und Kraftwirkung, sondern vor allem auch für den Aufwand an Kraft, da dieser in erster Linie durch die Widerstände des Weges bedingt ist. Um die letzteren herabzusetzen, ging die Verkehrstechnik schon früh zur Schaffung künstlicher Wege, künstlicher Straßen, Kanäle, Schienenwege, Hafenanlagen, über. Aber auch hier macht sich der bestimmende Einfluß von Seiten des Weges wieder im gleichen Sinne geltend, sobald nämlich aus wirtschaftlichen Gründen irgendwelche Änderungen in Methode, Umfang oder Betriebsart des Verkehrs notwendig werden, wird die Technik diesen Forderungen möglichst durch Einwirkungen auf Fahrzeuge und bewegendes Kraft Rechnung tragen, weil alle Veränderungen an der Weganlage ihren Kosten nach in der Regel durch die ganze Länge des Weges bestimmt werden. Diese Richtlinien sind für die Technik sogar dann noch maßgebend, wenn die künstliche Gestaltung des Weges sich, wie beim Seeverkehr, nur auf einen geringen Teil der Weglänge beschränkt, denn auch hier verursachen die technischen Einwirkungen auf den Weg oft den größten Teil der Kosten künstlicher Verkehrsmittel. So bleibt für die Entwicklung des Schiffbaues die Tiefe der Häfen, die Größe der Schleusen, der Tiefgang der Kanäle usw. längere Zeit hindurch maßgebend, ebenso die Tragfähigkeit der Eisenbahnbrücken für die Höchstgewichte der Lokomotiven. Erst der Anreiz zu außergewöhnlicher Herabsetzung der Betriebskosten führt dann wieder zu technischen Verbesserungen in der Anlage des Weges. Hieraus ergibt sich auch bereits, warum im allgemeinen für eine gegebene Verkehrsanlage gerade der Weg (bzw. bestimmte Teile desselben, Häfen, Bahnhöfe) das Maß ihrer technischen Leistungsfähigkeit abgibt.

Die technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die für die Anlage künstlicher Wege maßgebend sind, sind naturgemäß sehr vielseitig. Wichtige wirtschaftliche Gesichtspunkte — hinsichtlich der Lage des Weges — sind von E. Sax in dem „Richtungsgesetz des Verkehrs“ formuliert worden¹⁾. Die technischen Gesichtspunkte für die Bestimmung und Ausgestaltung des Weges sind vor allem abhängig von technischen Können überhaupt. So hat z. B. für die Bestimmung des Weges bei den Eisenbahnen das Aufkommen der Tunnelbaukunst dem Trassieren, d. h. der Festlegung der Wegrichtung eine ganz andere Orientierung gegeben. Für die Trassen von Gebirgsbahnen war von jetzt ab nicht mehr die Paßhöhe der Gebirge, sondern die schmalste Stelle der Gebirgsketten, die durch „Scheiteltunnel“ durchquert werden, maßgebend.

Für die Herstellung künstlicher Wege ist ferner noch zu beachten, daß diese immer Eingriffe in die Natur, d. h. in die Fund-, Gedeih- und Wohnstätten notwen-

¹⁾ „Verkehrsmittel“, Bd. 1, Seite 70 ff.

dig macht. Dadurch entstehen häufig gegenseitige Störungen oder doch Bindungen hinsichtlich anderer technischer Aufgaben des Wirtschaftslebens: Verkehr, Siedlung, Kraftgewinnung, Landesmelioration, Hochwasserschutz usw. greifen ineinander und müssen schließlich in einheitlichen Plänen zweckmäßig zusammengefaßt werden. Besondere Bedeutung hat dies für den Bau künstlicher Wasserwege.

Betrachten wir nun den einzelnen Verkehrsakt, so ist für die ökonomische Würdigung der technischen Momente des Weges auch wieder der Blick auf die Aufwände zu richten, die durch ihn für die gesamte Transportleistung verursacht werden. Diese Aufwände treten nach zwei Seiten hin in die Erscheinung. Erstens wächst der Bedarf an Antriebskraft mit den Widerständen des Weges, zweitens entstehen Kosten durch die fortschreitende Zerstörung der künstlichen Anlagen des Weges durch die Benutzung, die „Abnutzung“ des Weges. Die Aufwände der ersteren Art sind zunächst durch die allgemeinen physikalischen Grundlagen bedingt. Der Wasserweg bietet geringere (Reibungs-) Widerstände als das Land, die Luft noch geringere als das Wasser. Beim Landverkehr wurden mit den künstlichen Straßen die Widerstände des Weges mehr und mehr verringert. Der vollkommenste Weg in dieser Hinsicht ist der Schienenweg der Eisenbahn. Hier ist auch der Fortschritt nach geringerer Abnutzung (durch hohe Festigkeit) am meisten entsprechen.

Für die Aufwände der zweiten Art ist noch ein weiterer Umstand von besonderer Bedeutung. Nach den oben dargelegten technischen Wechselbeziehungen zwischen den drei Elementen ist die Abnutzung des Weges vor allem auch von den Eigenschaften des Fahrzeuges und von gewissen durch dieses bedingten Gesetzmäßigkeiten abhängig. Im Hinblick hierauf ist das Maß der Abnutzung des Weges, d. h. sein Beitrag zu dem gesamten Transportaufwand, von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung, wenn man bedenkt, daß die drei Elemente eines Verkehrsaktes häufig ganz verschiedenen Wirtschaftssubjekten angehören. Heute, wo auch der Staat als Eigentümer oder Verwalter der öffentlichen Wege zu privatwirtschaftlichen Verwaltungsprinzipien übergeht, sehen wir das Problem der genauen Erfassung dieser technischen Beziehungen akut werden. Die Beiträge zu den Straßenerhaltungskosten, zu denen die Anlieger bzw. Benutzer nach Maßgabe der Benutzung herangezogen werden sollen, müssen sich nach dem Grade der Abnutzung richten, die durch die Eigenart des Fahrzeuges und die Betriebsweise bedingt ist. Ob ein Kraftwagen Gummibereifung oder Eisenbereifung hat, vor allem mit welcher Geschwindigkeit er fährt, ob ein Lastwagen von Zugtieren oder ohne Hufen gezogen wird usw., ist — abgesehen von dem Umfange der Benutzung — von großem Einflusse auf den Beitrag zur Abnutzung der Straße. Die Technik hat hier die genauen gesetzmäßigen Beziehungen zu ermitteln, um dem Staate eine privatwirtschaftlich-orientierte und sozial gerechte Bewirtschaftung der öffentlichen Straßen zu ermöglichen.

Der Weg stellt der Technik auch dann noch besondere Aufgaben künstlicher Ausgestaltung, wenn eine solche für die ganze Weglänge (z. B. weil die Natur ihn in genügender Vollkommenheit bietet, „natürliche Wege“) nicht in Frage kommt. Hier haben wir dann die dauernde Wiederkehr der Aufgabe, den hinsichtlich der Richtung richtigen Weg zu ermitteln. Das führt zu dauernden Einrichtungen, die dem Verkehrtreibenden die Ermittlung des Weges erleichtern. Hierher gehören u. a. die Leuchttürme, Seezeichen usw. beim Seeverkehr. Auch der Luftverkehr stellt heute solche Aufgaben.

Eine technische Einwirkung auf bestimmte Teile der natürlichen Wege wird ferner auch dort notwendig, wo der Anschluß an andere Verkehrsmethoden zu erfolgen hat.

Damit kommen wir zur Heraushebung eines besonderen Teiles aller Wege, in denen sich einheitliche Aufgaben des Verkehrs zusammendrängen, die Stationsanlagen. „Stationen“ sind die Anfangs-, End- oder Übergangspunkte des Verkehrs. Die besonderen Aufgaben, die diesen zufallen, sind: 1. Übergabe der Verkehrsobjekte an die Fahrzeuge und Wiederabgabe, also Aufnahme der hierzu notwendigen technischen Anlagen, oder Übergabe des Transportobjektes von einem Verkehrsmittel an ein anderes, Umschlaganrichtungen. 2. Aufgaben betrieblicher Art, welche die Vorbereitung der eigentlichen Verkehrsakte umfassen, z. B. Aufnahme aller technischen Anlagen zur Instandhaltung, Versorgung, Ordnung usw. der Fahrzeuge. Da sich aus natürlichen Bedingungen und aus technisch-ökonomischen Gründen meistens an wenigen Punkten eine Fülle von Verkehrsbeziehungen zusammendrängt, entstehen hier außerordentlich umfangreiche und wichtige technische Aufgaben. Der Umfang und Betrieb großer Häfen und Bahnhofsanlagen, Flughäfen usw. läßt dies deutlich erkennen.

Daß die Aufgaben der Stationen und Umschlagplätze ökonomisch von großer Bedeutung sind, geht auch daraus hervor, daß ihr Betrieb heute im Verkehrswesen, besonders im Güterverkehr, gewöhnlich das bedeutendste Kostenelement darstellt, weil hier die fortschreitende (verbilligende) Mechanisierung des Verkehrsbetriebes auf Grund technischer Schwierigkeiten noch am wenigsten durchgebildet ist. Erst in neuester Zeit beginnt die Technik auch hier mit weitgehender Mechanisierung einzusetzen, um den gesamten Transport zu verbilligen. Damit wird die Heraushebung jenes bestimmten Teiles der Wege, nämlich der Stationen, noch offensichtlicher. In gleichem Sinne hat vor allem die Heraushebung besonderer Betriebsaufgaben in eigenen Anlagen, z. B. die großen „Verschiebehäfen“ der Eisenbahn, hierzu beigetragen, eine Tatsache, die in der wissenschaftlichen Verkehrstechnik bereits dazu geführt hat, neben den drei technischen Elementen des Verkehrs, Weg, Fahrzeug, bewegende Kraft, die „Stationsanlage“ als viertes Element herauszuheben.

c) Die bewegende Kraft.

Aus verschiedenen Gründen muß die bewegende Kraft in der Regel als wirtschaftlich wichtigste der drei technischen Elemente des Verkehrs bezeichnet werden. Die bewegende Kraft entscheidet zunächst über die Leistungsfähigkeit eines Verkehrsmittels im einzelnen. Die Triebkraft, bzw. die Wahl der technischen Methode der Kraftzerzeugung entscheidet ferner über die Art derjenigen Aufwände, die der Verkehrsorgan stets an meisten erfordert, nämlich über die Art der notwendigen Kraftstoffe. Das ist für die Volkswirtschaft deshalb von besonderer Bedeutung, weil das Vorhandensein und damit in der Regel auch der Preis der natürlichen Kräfte (bzw. Kraftstoffe, Bodenschätze) für ein bestimmtes Wirtschaftsgebiet durch seine geographische Lage fest bestimmt ist (die „natürlichen Kraftquellen“ eines Landes). Das gilt allgemein für die Betriebskräfte der gesamten Produktionstechnik, innerhalb der das Verkehrswesen aber ein wesentlicher Teil bzw. die Grundlage ist. Der Verkehr ist im modernen Wirtschaftsleben der größte Verbraucher an Kraft, so entfallen von allen „Dampfkräften“ in den Kulturländern 70% auf das Verkehrswesen¹⁾. Zudem ist man bei der intensiven Wirtschaftsform unserer Zeit auch dahin gekommen, daß die Ausbeutung und Verwendung der geographisch gegebenen natürlichen Kraftquellen in wenigen einheitlichen technischen Betrieben oder wirtschaftlichen Organisationen zusammengefaßt ist, von denen aus gemeinsam Produktions- und Verkehrsbetriebe mit Kraft (Elektrizität, Kohlen, Öle) versorgt werden. Wir kommen — angetrieben durch die Aufgaben der Wasser

¹⁾ Nach Lexis, Handwörterbuch der Staatswissenschaften.

kraftwirtschaft — zu dem einheitlichen Problem der „Kraftwirtschaft“ und damit zu einer „Wirtschaftspolitik der technischen Betriebskräfte“¹⁾, die den Triebkräften der Verkehrsmittel besondere Beachtung schenken muß.

Aufgabe der Triebkraft eines Verkehrsmittels ist die Erzeugung und Unterhaltung der Bewegung des Transportobjektes. Die Größe der erforderlichen Kraft, ihre Wirkungsweise usw. ist durch das Transportobjekt (Gewicht usw.) sowie durch die Größe der Widerstände, und damit durch Fahrzeug und Weg bestimmt. Maßgebend für den Kraftbedarf sind vor allem wieder naturgesetzliche Beziehungen, die für das Zusammenwirken von Weg und Fahrzeug entscheidend sind. Z. B. bei allen Wasserwegen entscheidet für den Kraftbedarf nicht nur der geringere Reibungswiderstand des Wassers, sondern vor allem dessen physikalische Beziehung zu den Fahrzeugen: dadurch, daß alle eingetauchten Körper soviel an Gewicht verlieren, als sie an Wasser verdrängen, hat die Triebkraft nur eine geringere Last zu bewegen, der Kraftbedarf ist also wesentlich geringer als bei gleicher Last und gleichen Widerständen auf anderen Wegen. Im Luftverkehr andererseits macht die Luft als Weg durch ihr sehr geringes Gewicht ein bedeutendes Mehr an Kraft notwendig, das während der Bewegung dauernd der Schwerkraft des Transportobjektes und des Fahrzeuges entgegenwirken, d. h. den schwebenden Zustand erhalten muß. So erklärt sich die Billigkeit des Wassertransportes und der ungewöhnlich hohe Kraftbedarf beim Luftverkehr.

Hinsichtlich ihres Verhältnisses zur ursprünglichsten Kraftquelle, „Natur“, kann man die Triebkräfte des Verkehrs unterscheiden in: 1. unmittelbare oder lebendige („physische“) Naturkräfte und 2. mittelbare oder tote („chemische“) Naturkräfte. Zur ersten Gruppe gehören: menschliche und tierische Muskelkräfte, die Luftströmungen und das fließende Wasser. Zur zweiten Gruppe gehören die in den natürlichen Kraftstoffen gebundenen Energien der Kohle, der Öle usw., die erst durch einen besonderen chemischen Prozeß ausgelöst werden müssen. Diese Unterscheidung scheint am besten geeignet, die ökonomisch beachtenswerten Unterschiede ihrer technischen Nutzbarkeit erkennen zu lassen. Die Kräfte der ersten Gruppe sind als unmittelbare Naturkräfte für die technische Verwendbarkeit jeweils nach Lage, Wirkungsweise, Leistungsfähigkeit für immer eindeutig bestimmt. Die Arbeit durch Muskelkraft ist nach Umfang und Dauer begrenzt, die Windkraft, z. B. als Antrieb der Segelschiffe, ist von außerordentlich unbeständiger Wirkung, die Schwerkraft ist in der Richtung ihrer Wirksamkeit einseitig; das fließende Wasser (der Flusse) ist nach Lage, Richtung usw. eindeutig festgelegt und nach der Kraftgröße sehr unbeständig. Diesen Nachteilen der unmittelbaren Naturkräfte steht für die menschliche und zum Teil auch für die tierische Muskelkraft allerdings gerade für den Verkehr bedeutsame Vorteile gegenüber, daß sie, wie keine andere mechanische Antriebskraft, eine allseitige Lenkbarkeit nach Richtung, Art und Zeit ihrer Wirkung besitzen.

Die Benutzung der mittelbaren Naturkräfte entspricht einer höheren Stufe der Technik, denn ihre Ausnutzung erfordert einen komplizierten technischen Apparat zur Umformung der chemisch gebundenen Energien in lebendige Kräfte, Bewegungen. Es wird also die „Maschinenteknik“ vorausgesetzt. Der gerade für das Verkehrswesen große Vorteil dieser Antriebsart liegt im Wesen der Maschine,

¹⁾ Man hat bereits versucht, die Behandlung der technischen Betriebskräfte in der Nationalökonomie ähnlich wie das Verkehrswesen gesondert herauszuheben. Erster Versuch dieser Art von Zoepfl, „National-Ökonomie der technischen Betriebskraft“, Jena 1903. Auch hat die Frage der technischen Betriebskräfte bereits in der Weltwirtschaft praktische Bedeutung gewonnen („Weltkrafkonferenz“ in London im April 1924).

als der vollendetsten Methode der Mechanisierung. Der Sinn einer Kraftmaschine liegt darin, daß sie tote, „latente“ Kräfte auslöst und sie zwingt, sich in gewollten Bewegungen zu äußern. Diese „mechanischen“ Bewegungen müssen dann zur Ausnutzung für die eigentliche Transportbewegung gewöhnlich noch umgeformt werden. Die Einstellung der Verkehrstechnik auf die Kraftquelle der mittelbaren Naturkräfte und die damit notwendig verbundene Mechanisierung des Verkehrs brachten zunächst den Vorteil einer unerhörten Steigerungsfähigkeit der Transportleistungen nach Umfang und Dauer. Nie hätte auch ohne diese Umstellung der Massenverkehr in der modernen Wirtschaft bewältigt werden können. Die Mechanisierung des Verkehrsvollzuges schließt ihrer Natur nach vor allem eine weitgehende Stetigkeit des Verkehrs, eine Loslösung von der Unbeständigkeit der freien Naturkräfte in sich. Damit ist aber die für den Verkehr so notwendige Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit des Betriebes ermöglicht.

Mit der in erster Linie von der Triebkraft ausgehenden Mechanisierung des Verkehrs war eine allgemeine Sicherung der Verkehrsabwicklung erreicht. Die Maschine als willfährige Handhabe über stärkste mechanische Kräfte brachte ein Element der Freiheit in den Verkehrsprozeß, was den Wirtschaftssubjekten jetzt eine viel intensivere Zeit- und Raumbehandlung ermöglichte.

Die Nutzbarmachung von toten Naturkräften durch Kraftmaschinen ist im Verkehrswesen durch besondere technisch-ökonomische Gesichtspunkte gekennzeichnet. Die Auswertung der chemisch gebundenen Energien zu Bewegungszwecken erfordert immer einen technischen Apparat von gewissem Umfang, nämlich: 1. eine Anlage für den chemischen Prozeß zur Auslösung der gebundenen Energien und Umformung in Bewegungsenergie, 2. eine Einrichtung für die mechanische Übersetzung dieser zunächst unbrauchbaren Bewegung in eine die Transportbewegung unmittelbar erzeugende (meist kreisförmige) Bewegung. Die gesamte diesen Zwecken dienende technische Anlage muß nun selbst notwendigerweise die gesamte Transportbewegung mitmachen, das gleiche gilt für den dem Kraftbedarf des gesamten Transportes entsprechenden Vorrat an Kraftstoffen. Dadurch, daß diese gesamte Masse „mittransportiert“ werden muß, wird die technische Leistungsfähigkeit des Seeschiffes infolge des großen Platzbedarfs der Maschinen und der Kohlenvorräte, oder die zulässige Nutzlast eines Luftschiffes infolge der schweren Motoren. Mithin ergeben die Aufgaben der Verkehrstechnik dem Kraftmaschinenbau ganz besondere Konstruktionsrichtlinien: Für Verkehrszwecke kommt es darauf an, Kraftmaschinen zu bauen, für die auf die Leistungseinheit ein Minimum an Gewicht entfällt, die ferner einen möglichst geringen Raumbedarf haben und die schließlich möglichst einen solchen Kraftstoff ausnutzen, dessen Gewichtseinheit ein Maximum an Energie abgibt und am leichtesten in Bewegungsenergie umformbar ist. Ein Kraftstoff solcher Art (von „hoher Wärmedichte“) ist das Öl (Benzin, Petroleum, Rohöl usw.); hier ist auch bei der Umformung in Bewegungsenergie der viel Raum und Gewicht ausmachende Umweg über den Dampf nicht mehr notwendig. Daher die große Bedeutung des Explosionsmotors für das Verkehrswesen. Nachdem dieser selbst auch hinsichtlich seines Eigengewichtes (pro Leistungseinheit) außerordentlich vervollkommen war, hatte man endlich einen „leichten Motor“, der als Antriebsmaschine im Luftverkehr, wo es besonders auf geringes Eigengewicht ankommt, brauchbar war.

Eine tiefere Erfassung des Kraftproblems der Verkehrsmittel mußte die Frage nahelegen, ob es nicht möglich sei, die gesamte Kräfteerzeugung aus dem Bewegungsvorgang zu „eliminieren“, in einer einheitlichen festen Anlage zu

sammenzufassen, und die Energie in brauchbarer Form dem in Bewegung befindlichen Fahrzeuge zuzuleiten. Diesen scheinbar sehr ruhigen Gedanken hat die Elektrotechnik in der Tat verwirklicht. Allerdings hat sie diese Aufgabe in ganzer Vollkommenheit noch nicht gelöst. Auf jeden Fall hat sie aber die Notwendigkeit, die motorische Kraft an der jeweiligen Stelle des Bedarfs zu erzeugen, aufgehoben. Dieser Erfolg gründet sich darauf, daß die Elektrizität nicht nur ein krafttechnisches, sondern auch ein transporttechnisches Problem glänzend gelöst hat. Sie ist die transportfähigste Energieform, sie kann dem Fahrzeuge während der Bewegung zugeführt werden. Allerdings muß dann im Fahrzeuge die elektrische Energie noch in Bewegungsenergie umgeformt werden. Das erfordert aber nur einen kleineren, leichteren technischen Apparat. Betriebstechnisch war damit ein bedeutsamer Vorteil erreicht, die Möglichkeit kleine Verkehrseinheiten, wie sie z. B. der Stadtverkehr fordert, zu bilden. Die Dampfkraftmaschine (Lokomotive) als bewegende Kraft ist auch heute noch immer nur erst bei größeren Verkehrseinheiten (Züge) „rentabel“.

Daß die Übertragungsmöglichkeit der elektrischen Kraft noch an Vorrichtungen gebunden ist, die sich auf die ganze Länge des Weges erstrecken, beeinträchtigt ihre übrigen Vorteile auf Grund der nicht geringen Kosten, die ein solcher Ausbau der Wege verursacht, weshalb z. B. die Elektrifizierung der Eisenbahn bis heute nicht verwirklicht wurde. Außerdem macht dieser Umstand die Anwendung der Elektrizität dort, wo die mit ihr verbundenen verkehrstechnischen Vorteile am höchsten gewertet würden, vorläufig unmöglich. Gerade im See- und Luftverkehr würde die Möglichkeit „drahtloser elektrischer Kraftübertragung“ die gewaltigste Leistungssteigerung hervorrufen.

In der überaus günstigen Transportfähigkeit der elektrischen Energie liegt auch der Grund ihrer Bedeutung für den Nachrichtenverkehr. Man wähle sie als Träger (Fahrzeug in übertragenem Sinne) der Nachrichten. Die elektrische Energie ist beim Nachrichtenverkehr gleichzeitig bewegende Kraft und Transportobjekt. Mit den gerade für den Nachrichtenverkehr erwünschten Eigenschaften, hohe Geschwindigkeit usw., strömt die Elektrizität aus eigener Kraft durch alle ihr offenstehenden Wege. Durch Öffnen und Schließen künstlich hergestellter Wege (Leitungen) werden verabredete Zeichen als Nachrichtenträger übermittelt. Die eigentlichen Transportaufwände stellen sich dar als die durch den elektrischen Widerstand des Weges entstandenen Energieverluste. In den neueren Formen des elektrischen Nachrichtenverkehrs ist auch bereits die drahtlose elektrische Energieübertragung verwirklicht; allerdings nur für so geringe Energiemengen, daß sie für mechanische Kraftausnutzung nicht in Frage kommt. Aber im gleichen Sinne wie oben hat der drahtlose elektrische Nachrichtenverkehr gerade für das Transportwesen besondere Bedeutung: Die Fahrzeuge können während der Bewegung Nachrichten empfangen und aussenden.

Das Aufkommen der Elektrizität, die eine ungewöhnlich leicht umformbare, transportierbare und verteilbare Energieform darstellt, hatte noch eine weitere bedeutsame Folge für die allgemeine Kraftwirtschaft und darum besonders für die Verkehrsmittel. Die Elektrizität ermöglichte auf Grund ihrer technischen Vorzüge auch eine bessere und ausgiebigere Nutzbarmachung der freien, physischen Naturkräfte. Indem diese durch ihre „Elektrisierung“ einen Umwandlungs- und Läuterungsprozeß durchmachen, durch welchen sie nach Richtung, Zeit und Ort ganz in die Verfügungsgewalt des Menschen gebracht werden, sind sie ihrer Zufälligkeit, ihrer Unbeständigkeit und ihrer örtlichen Gebundenheit entkleidet und damit ebenso wie die chemisch gebundenen Kräfte beliebig verfügbar. Die moderne Aus-

nutzung der Wasserkräfte bietet genügend Beispiele der ertlichen Gewinnung lebendiger Naturkräfte und ihrer Verteilung (als elektrische Energie) auf den Kraftbedarf der Produktions- und Verkehrsnetze. Auf die hierbei notwendige Zusammenfassung allgemeiner krafttechnischer und kraftwirtschaftlicher Aufgaben mit den Belangen der Verkehrstechnik wurde bereits hingewiesen.

d) Das Fahrzeug.

Aus dem, was über die beiden ersten technischen Elemente des Verkehrs gesagt wurde, geht bereits vieles hervor, was für die Stellung des Fahrzeuges im Rahmen der verkehrstechnischen Aufgaben charakteristisch ist. Wir sahen, daß im allgemeinen der Weg das zuerst gegebene und damit bestimmende Element ist, und daß für die Wahl der bewegenden Kraft infolge der wichtigen wirtschaftlichen Bedingungen nur eine beschränkte Zahl möglicher Formen vorliegt, zumal ja auch die für die Technik vorläufig nutzbaren ursprünglichen natürlichen Kraftquellen an sich nicht sehr zahlreich sind. Das Fahrzeug ist also in den meisten Fällen immer das zuletzt bestimmte Element, was zum Teil auch daraus hervorgeht, daß, wie wir gesehen haben, in der ursprünglichsten Vollzugsform des Verkehrs das Fahrzeug erst als abgeleitetes Hilfselement hinzukommt. Das Fahrzeug hat daher im Sinne der vollkommensten Lösung der transporttechnischen Aufgabe sich der technischen Eigenart der beiden ersten Elemente anzupassen und am meisten den besonderen Anforderungen des Verkehrsobjektes Rechnung zu tragen. Darum ist das Fahrzeug auch dasjenige Element, wo sich die Spezialisierung der Verkehrsmittel am meisten auswirkt, und zwar sowohl nach dem Transportgegenstand (Kohlendampfer, Tankdampfer, Spezialgüterwagen der Eisenbahnen usw.), als auch nach dem Weg („Rheinschiffe“, „Elbeschiffe“ usw.) und besonders nach der bewegenden Kraft.

Die Richtlinien für die Gestaltung des Fahrzeuges sind also außerordentlich vielseitig. Die allgemeinsten Richtlinien für die technische Gestaltung der Fahrzeuge ergeben sich zunächst aus ihren grundsätzlichen Aufgaben. Die Aufgabe des Fahrzeuges ist zunächst die Vermittlung zwischen bewegender Kraft und Transportobjekt, es ist unmittelbarer Träger des Bewegungsvorganges und hat die Bewegung auf den Verkehrsgegenstand zu übertragen. Daher hat das Fahrzeug die Einrichtungen in sich aufzunehmen, die eine möglichst günstige Aufnahme der Bewegungswiderstände gewährleisten. Hierzu dient eine zweckmäßige Ausbildung der äußeren Form (Schiffskörper, Kraftwagen), aber meistens ein besonderer technischer Apparat, der z. B., wie das „Fahrgestell“, auf dem Prinzip der rollenden Reibung (Räder) beruht.

Zweitens dient das Fahrzeug gleichzeitig zur Fassung bzw. Umhüllung des Transportobjektes. In der entwickelteren Verkehrstechnik ist damit zugleich eine Anzahl besonderer Einrichtungen verbunden, die je nach den Ansprüchen des Verkehrsgegenstandes in Art und Umfang sehr verschieden sind (Heiz- und Kühleinrichtungen in besonderen Güterwagen der Eisenbahn usw.).

Drittens hat das Fahrzeug oft noch die Aufgabe, die im vorigen bereits beschriebenen Einrichtungen zur Erzeugung und Aussatzung der Triebkraft mit dem notwendigen Zubehör aufzunehmen. Schließlich hat das Fahrzeug auch noch oft einen Teil der Lade- und Löschvorrichtungen zu tragen; so besonders bei den Schiffen, aber auch bei Eisenbahnwagen, Fuhrwerken usw., hier oft nur als besondere Ausbildung der Form der Ladefläche, häufig aber auch in Gestalt besonderer technischer Vorrichtungen.

Die ganze, diesen verschiedenen Zwecken dienende Anlage, die das Fahrzeug

in sich aufzunehmen hat, muß nun notwendigerweise auch der ihrem Sinn zunächst fremden Aufgabe der Ortsveränderung zugeteilt werden. Der hierin liegende ökonomische Widerspruch kommt in der Bezeichnung „tote Last“ zum Ausdruck. Die tote Last bedeutet stets eine entsprechende Herabsetzung der zulässigen Nutzlast. Die Lösung der transporttechnischen Aufgabe muß also dahin zielen, diese tote Last möglichst gering zu halten. Die nach diesem Gesichtspunkte erreichte technische Vollkommenheit eines Fahrzeuges findet ihr Maß in dem Verhältnis Nutzlast zu Eigengewicht des Fahrzeuges, ein Verhältnis, das z. B. beim Luftverkehr noch außerordentlich ungünstig ist. Es wird allgemein mit zunehmender Größe der Transportgefäße günstiger. Dies um so mehr, als ein Teil der Fahrzeuganlage, und zwar der teuerste, nämlich der zur Übertragung der Bewegung und zur Aufnahme der Reibungswiderstände dienende Teil, mit der Vergrößerung des Fassungsraumes bis zu einer gewissen Grenze nicht, oder doch wenigstens nicht im gleichen Verhältnis, größer werden muß. Außerdem wächst auch der Bedarf an Triebkraft meistens nicht im direkten Verhältnis mit zunehmender Last. Im Schiffsverkehr z. B. erfordert im allgemeinen das im Kubus erhöhte Displacement nur eine im Quadrat erhöhte Maschinenleistung¹⁾. Hieraus erklärt sich die allgemein zu beobachtende Tendenz der zunehmenden Größe bei den meisten Fahrzeugen, insbesondere der Schiffe, Eisenbahngüterwagen usw. Diese Entwicklung findet wieder ihre Grenze in den technischen Wechselbeziehungen der drei Elemente, auf die im Teil a dieses Abschnittes näher eingegangen wurde. Technische Beziehungen dieser Art, besonders des Fahrzeuges zum Weg, sind als Richtlinien für die Gestaltung der Fahrzeuge oft auch dann sehr wichtig, wenn sie in den Kostenberechnungen der Verkehrsunternehmer scheinbar keine Rolle spielen. So ist z. B. vom volkswirtschaftlichen Standpunkte beachtenswert, daß in der Schifffahrt die nach derartigen Überlegungen zu steigende Schiffsgröße unter Umständen eine Vergrößerung in den Abmessungen der Schiffsfahrtsanlagen (Häfen, Schleusen, Docks, Kanäle) notwendig macht. Von besonderer Bedeutung ist dies für die Erhöhung des Tiefganges der Schiffe, da nachgewiesenermaßen die Kosten der entsprechenden Schiffsfahrtsanlagen mit der dritten Potenz der Tiefe wachsen²⁾.

Für die Gestaltung des Fahrzeuges und seine Bewertung ist ferner zu beachten, in welchem Maße es auf die Gesamtaufwände von Einfluß ist, indem es in bestimmtem Grade zur Abnutzung der gesamten Anlage beiträgt. Erstens hat die Technik ihr Augenmerk auf möglichste Abschwächung der zerstörenden Einflüsse auf die Weganlage zu richten und zweitens auf größtmögliche Bestimmung für eigene Abnutzung, d. h. auf große Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Bestimmend für die technische Gestaltung des Fahrzeuges sind gleichzeitig besondere Anforderungen von seiten des Transportgegenstandes in bezug auf Größe, Schutz gegen äußere Einwirkungen usw. Die Gesamtheit aller bestimmenden Momente veranlaßt die Technik zu bestimmten Formgebungen und Ausstattungen der Fahrzeuge. Hierbei führen die Vielseitigkeit der technischen Bedingungen und der besonderen Anforderungen durch die Transportobjekte und schließlich die Beachtung betriebsökonomischer Gesichtspunkte oft zu unvereinbaren Widersprüchen. Z. B. erhöht die dauerhafte Ausstattung der Fahrzeuge die Abnutzung der Wege und den Bedarf an Zugkraft, in der Binnenschifffahrt widerspricht die sonst wünschenswerte Vergrößerung der Schiffe z. B. der Ungewißheit, immer volle Ladung zu finden, usw.

¹⁾ Vgl. hierzu z. B. H. J. Haarmann, „Die ökonomische Bedeutung der Technik“ in der Seeschifffahrt. Leipzig 1908.

²⁾ Vgl. z. B. den Aufsatz von Regierungsrat Schmidt über „Seeschifffahrtsanlagen und Seeschifffahrtsanlagen“ in der Zeitschrift „Deutsche Wasserwirtschaft“, 1924, Heft 6.

Die Ausmittlung solcher widerstreitender Gesichtspunkte ist Sache wirtschaftlicher Erwägungen, wobei Kosten und Nutzen zu vergleichen sind.

Die Vielseitigkeit der technisch zu beachtenden Anforderungen an die Fahrzeuge begegnet noch einem weiteren Widerspruch, der aus der Technik der Herstellung der Fahrzeuge kommt. Der zumeist massenhafte Bedarf an Fahrzeugen sowie die Kompliziertheit ihrer Anlage, besonders wenn sie zugleich Träger der Kraft erzeugungsanlage sind, veranlaßt die Fahrzeuge herstellenden Unternehmen in besonderem Maße zur Durchführung der Vereinheitlichung, sie trachten nach Typisierung und Normalisierung der Fahrzeuge. Das entspricht nur in einer Hinsicht auch dem wirtschaftlichen Standpunkt der Verkehrssubjekte oder -unternehmer, hinsichtlich der geringeren Anschaffungskosten für die Fahrzeuge. Andererseits muß der Verkehrtreibende darauf verzichten, daß seinen besonderen Anforderungen an die Ausbildung des Fahrzeuges Rechnung getragen wird. Der Entscheidung zu einem bestimmten „Typ“ (Kraftwagen, Fuhrwerk, Dampfer) muß dann eine genaue Ausmittlung aller zum Teil sich widerstreitenden Anforderungen zugrunde liegen. Die Lösung bleibt aber in jedem Fall ein „technischer Kompromiß“. Das typisierte Fahrzeug entspricht nie genau seinem besonderen Verkehrszweck, nie ganz den besonderen Anforderungen seines Benutzers. Sein Vorteil ist nur mittelbar, indirekt, indem durch die Typisierung das einzelne Verkehrsmittel in der Anschaffung billiger wird. Dabei ist zu beachten, daß dieser Vorteil mit dem Umfang der Produktion wächst und erst bei großem Bedarf, der eine umfangreiche Produktion notwendig macht, von Bedeutung wird. Das normalisierte Fahrzeug, Verkehrsmittel, bedarf daher einer „nachdrücklichen Einführung“ von seiten der Produzenten; eine Tatsache, die wir im modernen Verkehrswesen, z. B. im Kraftfahrzeugbau, deutlich bestätigt finden.

4. Abschnitt

Die ökonomische Bedeutung der Betriebstechnik des Verkehrs.

a) Die Probleme der Betriebsgestaltung.

Die technische Gestaltung der zur Durchführung des Verkehrs notwendigen Einrichtungen und Hilfsmittel entnimmt ihre Gesichtspunkte nicht allein der transporttechnischen Aufgabe an sich; die verkehrstechnische Aufgabe beschränkt sich nicht auf die rationelle Durchführung je einer eindeutigen, einmaligen Ortsveränderung, sondern sie hat auch zu berücksichtigen, daß das Verkehrsbedürfnis im allgemeinen nach der Durchführung eines Transportes sogleich wieder in derselben Stärke da ist, daß also der tatsächliche Vorgang der Ortsveränderung in mehr oder minder gleichmäßiger Wiederholung zu erfolgen hat. Aus dieser Tatsache erhält die Verkehrstechnik aber erneut Forderungen und vor allem neue Möglichkeiten zu rationaler Lösung ihrer Aufgaben. Es führt dahin, daß die dauernde Wiederkehr des Verkehrsvollzuges — welcher dabei oft nach Art, Richtung und Größe wechselt — nach bestimmten Prinzipien geordnet und die einzelnen Verkehrsakte zu einer fortlaufenden Verkehrsabwicklung zweckmäßig zusammengefaßt werden. Dann haben wir die Durchführung des Verkehrs in sogenannten „Betrieben“. Damit ist bereits gesagt, daß es sich bei dem Verkehrsbetriebe, von dem wir hier sprechen wollen, keineswegs um „Betrieb“ im Sinne einer Unternehmung handelt. Auch der Verkehr einer Straße, eines Hafens usw. stellt einen Verkehrsbetrieb dar.

Der Begriff des Betriebes schließt als erste Voraussetzung in sich, daß dem wiederholten Vollzuge der technischen Handlung eine gleiche einmal geschaffene Anlage (z. B. eine Straße, der Wagenpark oder die Schiffe einer Verkehrsunternehmung) zugrunde liegt, was ökonomisch den Sinn hat, für alle wiederholten gleichen

Verkehrsakte einen bestimmten Teil der Aufwände hierdurch einzusparen. Ein Verkehrsbetrieb umfaßt also die dauernde Wiederkehr des Verkehrs vollzuges auf der Grundlage ein für allemal getöffneter Verkehrrungen. Mit dem Werkzeug der einmalig geschaffenen Anlage wird der Verkehr „betrieben“. Die ökonomischen Gesichtspunkte der Betriebsgestaltung, die für die Anordnung der einmal zu errichtenden Verkehrsanlage maßgebend sind, ergeben sich aus den leicht erkennbaren Bedingungen, die die Zusammenfassung von mehr oder weniger gleichen Verkehrsakten auf der Grundlage einer einen gewissen Teil der Verkehrswerkzeuge darstellenden festen Einrichtung mit sich bringt. Es kann hier erstens — soweit die wiederkehrenden Aufgaben gleich sind —, ein Teil aller notwendigen Verkehrrungen (z. B. für die Kraftversorgung oder Einrichtungen für das Be- und Entladen) herausgenommen und damit können bestimmte Vorrichtungen (z. B. die Erzeugung der bewegenden Kraft oder das Instandhalten und Versorgen der Fahrzeuge) nach dem Prinzip der Arbeitsteilung gesondert zusammengefaßt werden. Beides ermöglicht eine weitergehende Mechanisierung des Verkehrs. Andererseits wieder müssen die Verschiedenheiten in den wiederkehrenden Aufgaben, die der Betrieb zusammenfaßt, in dem Sinne berücksichtigt werden, daß die einmal, d. h. eindeutig errichtete Anlage mit dem geringsten Gesamtaufwand den wechselnden Aufgaben gerecht werden kann.

Wie diese betriebsgestaltenden Richtlinien sich im Bau der Anlage auswirken, möge folgendes Beispiel zeigen. Im Verkehrsbetriebe eines Fernsprechnetzes wechseln mit den einzelnen Verkehrsakten stets auch Lage und Richtung der Wege. Das betriebstechnische Problem heißt hier: wie kann mit geringstem Aufwand auf Grund einer festen Anlage wechseln in jeder Punkt (des Fernsprechnetzes) mit jedem anderen durch einen künstlichen „Zentralpunkt“ durch feste künstliche Wege verbunden werden; in diesem Zentralpunkt kann dann durch Herstellen der entsprechenden „Verbindungen“ jede nur denkbare Verkehrsbeziehung (d. h. deren Weg) leicht hergestellt werden. Man sieht, wie von den Betriebsproblemen her die Grundsätze der verkehrstechnischen Einzelaufgabe umgestaltet werden: statt des „geraden“ Weges haben wir im Fernspreverkehr meistens einen vielfachen „Umweg“ über die „Zentrale“, der eben aus betriebstechnischen Gesichtspunkten gerechtfertigt ist.

Alle Aufgaben der Betriebsgestaltung stehen unter dem Gesichtspunkte der höchsten Nutzarmachung der Anlage, d. h. Erzielung der höchsten Leistung oder möglichen Herabsetzung der Gesamtkosten bzw. — bei gleichbleibenden Verkehrsakten — des „spezifischen Aufwandes“.

Für die grundsätzliche Gestaltung des Verkehrsbetriebes ist vom wirtschaftlichen Standpunkte eine Entscheidung besonders wichtig, die technisch insofern bedeutsam ist, als sie ganz allgemein über den „Grad des technischen Ausbaues“ der Betriebsanlage entscheidet. Es entsteht für die Betriebsgestaltung zu nächst allgemein die Frage, wie die Kosten der Gesamtheit aller Verkehrsleistungen zeitlich zu verteilen sind, nämlich auf die Errichtung der ein für allemal geschaffenen Anlage und auf die Ausführung der einzelnen Verkehrsakte, also auf den Betrieb. Denn beide Aufwände stehen in umgekehrtem Verhältnis zueinander: je höher die Kosten der Anlage, um so geringer die des Betriebes.

Daß solche grundsätzlichen Fragen der Betriebsgestaltung häufig nicht nur über den Grad, d. h. den Umfang, sondern auch über die Art des technischen Ausbaues der Verkehrseinrichtungen entscheiden, zeigt sich z. B. im Binnenschiffahrtbetriebe, wenn es sich um den Ausbau der Wasserstraßen handelt. Für die Schiff-

barmachung von Flüssen entsteht hier die Frage: entweder „Flußregulierung“, was geringe Anlagekosten und hohe Betriebskosten bedeutet, oder „Flußkanalisierung“, was höhere Anlagekosten, aber billigeren Betrieb bedeutet. Solche Entscheidungen müssen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten orientiert sein, also z. B. auch die Entwicklungsmöglichkeiten des Verkehrs berücksichtigen. Nur wenn die Wirtschaft der Technik eine bestimmte Abgrenzung ihrer Aufgabe und feste Maßstäbe für alle Aufwandsgrößen — also z. B. bestimmte Zinslast des Anlagekapitals usw.¹⁾ — gibt, kann sie das günstigste Verhältnis zwischen Anlage und Betrieb und damit den Grad des technischen Ausbaues einer Verkehrsanlage bestimmen. W. Launhardt hat in seiner „Theorie des Trassierens“ den Versuch gemacht, durch mathematische Behandlung dieser Beziehungen die Frage allgemein zu lösen²⁾. Die Gründe für die tatsächliche Verschiebung dieses Verhältnisses im Sinne des größer werdenden Anlagekapitals ist Sache wirtschaftlicher Untersuchungen³⁾.

Die besonderen betriebsgestaltenden Richtlinien, die sich auf die Handhabung der einzelnen Hilfsmittel beziehen, ergeben sich wie folgt: Bei Befriedigung des räumlich und zeitlich wechselnden Verkehrsbedürfnisses mit den gleichen Hilfsmitteln einer Verkehrseinrichtung (einer Eisenbahn, einer Reederei, eines Wagenparks) ist die allgemeine Aufgabe der Betriebsgestaltung, bei genügendem Verkehrsbedürfnis die volle Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage auszunutzen. Es müssen also die einzelnen Verkehrswerkzeuge zeitlich und räumlich so auf die verschiedenen und wechselnden Aufgaben verteilt werden, daß sie alle voll ausgenutzt werden, daß also z. B. die Fahrzeuge bei ihrer Zuteilung zu den wechselnden Transporten möglichst keine Wege ohne Transport durchlaufen und Lasten stets nach Maßgabe ihrer vollen Leistungsfähigkeit befördern, vor allem nicht stilliegen („aufliegen“); d. h. Vermeiden der „toten Zeit“, des „toten Gewichtes“ und der „toten Kraft“. Die Beachtung dieser betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte kommt bekanntlich bei Eisenbahn und Schifffahrt in der Tarifpolitik deutlich zum Ausdruck. Wie solche Betriebsprobleme auch im Bau der Anlagen zu berücksichtigen sind, wurde bereits angedeutet.

Für die Betriebsgestaltung im einzelnen bleibt schließlich der Technik bei Ausnutzung der fertigen Anlage nach verschiedenen Seiten hin ein gewisser Spielraum. Zunächst kann sie das mehr oder minder gleichmäßige Verkehrsbedürfnis immer nur durch einzelne Verkehrsakte befriedigen. Der Umfang dieser jeweils zusammenfassenden Aufgaben ist von ihrem zeitlichen Abstände abhängig. Z. B. hat die Betriebsleitung einer Eisenbahn, Straßenbahn, eines Postbetriebes usw. die Wahl, das gleichmäßige Verkehrsbedürfnis durch häufige Verkehrsakte mit kleineren Transporteinheiten oder durch selteneren Verkehrsakte mit entsprechend größeren Verkehrseinheiten zu befriedigen. Selbst unter Berücksichtigung aller von seiten der Wirtschaft an die Betriebsart gestellten Anforderungen bleibt hier ein Spielraum, in dem dann nach technisch-ökonomischen Gesichtspunkten entschieden werden muß. Hier haben wir eine veränderliche Betriebsgröße (bei den Eisenbahnen die „Zugstärke“), für die die technische Ökonomik die Größe zu ermitteln hat, bei welcher die Gesamtkosten der Leistungseinheit die

¹⁾ Maßgebend für das „wirtschaftlichste“ Verhältnis von Anlage und Betrieb ist vor allem das durch die gesamte Wirtschaft bestimmte Verhältnis „Zinsfuß zu Lohn“.

²⁾ Vgl. W. Launhardt, „Die kommerzielle Trassierung“, Hannover 1887.

³⁾ Es handelt sich hier natürlich um die für unsere gesamte Wirtschaft zutreffende Erscheinung des Vorschreitens von extensiven nach intensiven Wirtschaftscharakter. Für das Verkehrswesen ist sie aber von besonderer Bedeutung. Sax formuliert sie als „Intensitätsgesetz des Verkehrs“. Vgl. „Verkehrsmittel“, Bd. 1, Seite 64.

geringsten sind. Die Aufgabe einer derartigen technisch-ökonomischen Untersuchung wäre also für Eisenbahnen die Ermittlung der „wirtschaftlichsten Zugstärke“ bei gegebenem Verkehrsumfange.

Die Art der Betriebsabwicklung im einzelnen ist noch nach anderen Seiten hin veränderlich, z. B. auch hinsichtlich der Dauer des tatsächlichen Vollzuges der einzelnen Ortsveränderung. Damit ist die Frage der „Fahrtgeschwindigkeit“ gegeben. Auch die Geschwindigkeit der Beförderung ist in der Betriebsgestaltung einer Verkehrsanlage ein Element, das mit den fertigen Verkehrswerkzeugen noch bis zu einer gewissen Grenze frei wählbar ist. Für seine Bestimmung sind ebenfalls wirtschaftliche Anforderungen, sowie rein technische Bedingungen maßgebend. Die höchsterreichbare Geschwindigkeit ist im Bau der Anlage, und zwar nicht nur der bewegenden Kraft, sondern auch in der des Weges und der Fahrzeuge festgelegt. Ebenso ist in der Anlage auch bereits eine bestimmte „Geschwindigkeitsstufe“ festgelegt, bei der die Antriebsmaschine mit dem besten Wirkungsgrade, d. h. mit dem vergleichsweise geringsten Energieverbrauch arbeitet.

Die Gesichtspunkte, die über die Festsetzung der Geschwindigkeit der Beförderung entscheiden — die also auch bereits für die Gestaltung der Anlage maßgebend sind — sind, ebenso wie etwa für die Ermittlung der wirtschaftlichsten Zugstärke, auf die wir hier nicht näher eingehen, im allgemeinen verschieden. Im wesentlichen entscheiden erstens die technischen Möglichkeiten, zweitens das im einzelnen verschiedene Verhältnis der entstandenen Mehrkosten zu dem wirtschaftlichen Werte der damit erreichten Geschwindigkeitserhöhung. Um der Wirtschaft aber die Entscheidung nach diesem Gesichtspunkte überhaupt zu ermöglichen, hat die technische Ökonomik für die bestimmten Verkehrsmittel das Gesetz zu ermitteln, nach dem die Gesamtkosten der Leistungseinheit mit der Geschwindigkeit wachsen oder fallen; sie hat also die Gesetzmäßigkeiten festzustellen, mit denen die unter dem Einfluß der Geschwindigkeit stehenden Aufwände mit dieser zu- oder abnehmen. Für die Eisenbahnen erhebt sich z. B. die Frage, wie ändert sich die Abnutzung des Oberbaues, der Kohlenverbrauch der Lokomotive und andere Betriebskostenelemente mit wachsender Geschwindigkeit?⁴⁾

Das der Rationalisierung des Verkehrsbetriebes in erster Linie zugrunde liegende Prinzip des wiederkehrenden Vollzuges unter gemeinsamer Verwendung der nämlichen Hilfsmittel versucht sich nach bestimmten Methoden — vor allem in Verbindung mit dem Prinzip der Arbeitsteilung — im einzelnen immer weiter durchzusetzen. Überall, wo besondere technische Einzelvorrichtungen in gleichartigem und regelmäßigen Vollzuge auftreten, werden sie gesondert herangestellt und ebenfalls auf der Grundlage einer einheitlichen Anlage zusammengefaßt. Das führt dann zu den verschiedensten an sich einheitlichen, untergeordneten, aber selbständigen Teilbetrieben. So werden die Aufgaben der Aufnahme und Abgabe der Transportobjekte an die Verkehrsmittel auf der Grundlage einheitlicher Vorrichtungen in Sonderbetrieben (Bahnhöfen, Stationen) zusammengefaßt. Dieser Betriebsform muß dann der Verkehr Rechnung tragen, indem alle von benachbarten Punkten ausgehenden Verkehrsbeziehungen hier zur „Abfertigung“, „Verladung“ usw. zusammenfließen. Ebenso werden die Instandhaltung der Fahrzeuge, die Versorgung mit Kraftstoffen usw. je in besonderen Anlagen geschlossen vollzogen. Die Übergabe der Transportgüter von einem Verkehrsmittel an ein anderes — z. B. vom Schiff an die Eisenbahn — drängt sich in wenigen, mit großer Vollkommenheit ausge-

⁴⁾ In einer Abhandlung von Rudolf Esch „Über den Einfluß der Geschwindigkeit der Beförderung auf die Selbstkosten der Eisenbahnen“, Jena 1911, ist diese Untersuchung allgemein durchgeführt.

statteten technischen Anlagen, Umschlagplätzen, zusammen. Die Lade- und Löschvorrichtungen werden aus den einzelnen Schiffen herausgenommen und in einer besonderen Anlage (Hafenanlagen usw.) zusammengefaßt.

Mit der größten Vollkommenheit ist die Rationalisierung des Betriebes bei den Eisenbahnen durchgeführt. Hier hat man, um durch ein Beispiel das Grundsätzliche der Eisenbahnbetriebsmethoden hervorzuheben, aus dem einzelnen Beförderungsakt — z. B. der Fahrt eines Güterzuges —, der ja an sich schon eine Sammelaufgabe darstellt, bestimmte Betriebsaufgaben zu gesonderter, gemeinsamer Behandlung herausgenommen. Aus dem geschlossenen Güterzug mußten zunächst an jeder Station, die er durchlief, die für diese bestimmten Wagen durch umständliche Rangierarbeiten herausgezogen werden. Diese Arbeit wird nun dem einzelnen Güterzug unter bedeutender Vereinfachung abgenommen, indem in besonderen Anlagen (Verschiebebahnhöfen) vorher die einzelnen Wagen in der umgekehrten Reihenfolge der zu durchlaufenden Stationen zu einem Zuge geordnet werden. Damit braucht in jeder Station immer nur der letzte Wagen abgehängt zu werden, was eine wesentliche Vereinfachung des Fahrbetriebes bedeutet. Das in solchen „Verschiebebahnhöfen“ zusammenfassend vorzunehmende Ordnen der Züge kann hier auf Grund der zweckmäßigen Anlagen mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden¹⁾.

Im Sinne der rationellen Betriebsgestaltung wirkt vor allem auch die „Mechanisierung des Verkehrs“. Sie besagt eine Zwangsläufigkeit der gesamten Verkehrsabwicklung, also mehr als die Mechanisierung des einzelnen Transportaktes, von der früher die Rede war, die aber für die Mechanisierung des Verkehrs die notwendigste Grundlage ist.

Das Prinzip der Mechanisierung des Betriebes antwortet gleichzeitig auf eine Reihe von Anforderungen der Wirtschaft an den Verkehrsbetrieb, die sich auf das zeitliche Verhältnis der einzelnen Verkehrsakte zueinander beziehen, die Forderung nach Stetigkeit, Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit. Diesen Forderungen wird durch die mit der Mechanisierung bewirkte Zwangsläufigkeit des Transportvollzuges wirkungsvoll Rechnung getragen. Der Mechanisierung liegt allgemein ein System sachlicher Verkehrsregeln zugrunde, das den technischen Vollzug durch Zurückführen auf nur ausführende Vorrichtungen zu einer innerlich selbständigen „Eigenbewegung“ macht. So genügt es bei der Eisenbahn ein Hebelgriff auf der Lokomotive, und sofort gerät das ganze Spiel des inneren Mechanismus der Lokomotive in Gang, greift auf die Räder über, die durch ihre Reibung an den Schienen die Vorwärtsbewegung bewirken und durch die zweckmäßige Anordnung des Schienenweges die Bewegung in die gewollte Richtung zwingen usw.

Für die Heraushebung der Probleme der Betriebsgestaltung ist schließlich noch beachtenswert, daß der technischen Zusammengehörigkeit der drei bei jedem Verkehrsvorgang mitwirkenden Elemente nur selten die Zusammenfassung in einheitlicher Wirtschaftsorganisation entspricht. Deshalb werden meist die in Frage kommenden Einheiten der drei Elemente jeweils in anderer Gruppierung zu einem Verkehrsakt beitragen. Soweit außenstehende wirtschaftliche Gesichtspunkte über diese Zusammenfassung entscheiden, kommt es betriebstechnisch auf eine Willkür heraus. Dann entsteht für übergeordnete Wirtschaftsorganisationen (Behörden) die betriebstechnische Aufgabe, hier ordnend einzugreifen. Dies aber

¹⁾ Die betrieblichen Aufgaben der Verschiebebahnhöfe sind im übrigen viel schwieriger und umfangreicher, als es hier angedeutet werden konnte. Die Eisenbahntechnik kennt heute bereits eine „Bahnhofswissenschaft“. Allgemeinverständliches hierüber bei O. Blum „Der Weltverkehr und seine Technik im 20. Jahrhundert“, Berlin 1920.

muß nach den Gesichtspunkten erfolgen, daß für alle Teilanlagen der Verkehrsmittel möglichst deren volle Leistungsfähigkeit ausgenutzt wird und die Gesamtheit aller Verkehrselemente harmonisch ineinander greift. Hierbei gehört u. a. die technische Aufteilung der Großstadtstraße in einzelne Verkehrsstreifen für Straßenbahn, Kraftwagen, Fuhrwerke, Personenverkehr, Radfahrer usw., vor allem auch die Aufteilung der gemeinsamen Verkehrsanlage nach den Richtungen, den Geschwindigkeiten usw., also Rationalisierung des Verkehrsbetriebes durch „Betriebsregeln“, wie sie in den „Verkehrsordnungen“, verkehrspolizeilichen Vorschriften, der „internationalen Seestraßenordnung“ usw. zum Ausdruck kommen.

b) Die technischen Probleme der Betriebsführung.

Die bisher behandelten Probleme der Betriebstechnik des Verkehrs beschränken sich auf die Gesichtspunkte der Betriebsgestaltung, d. h. sie beziehen sich auf den Teil technischen Handelns, der nach Maßgabe der erkannten Wechselbeziehungen aller mitwirkenden technischen Elemente dem tatsächlichen Verlauf der Verkehrsabwicklung einen bestimmten Plan zugrundelegt und danach die Verkehrseinrichtungen gestaltet.

Die technisch vollkommenste Anlage, der beste Plan der Betriebsgestaltung führen aber erst dann zum höchsten Betriebserfolge, wenn diese Anlage und dieser Betriebsplan folgerichtig und zweckmäßig „gehandhabt“, ausgeführt werden. Denn auf der Grundlage der Verkehrseinrichtungen und des Betriebsplanes folgt erst die dauernde Umsetzung dieses Planes in den wirklichen Betrieb. Diese Verwirklichung vollzieht sich aber durch immer wiederkehrende menschliche Eingriffe in die technische Anlage, bzw. in den mechanisierten Betrieb. Auch diese konkreten technischen Handlungen im Verkehrswesen müssen nicht nur an sich dem Zweck entsprechen, im Sinne des Betriebsplanes die gewollte Verkehrsleistung zu verwirklichen, sondern müssen auch selbst nach Ansatz und Vollzugsart von den Grundsätzen der technischen Vernunft geleitet sein. Hierin liegen die Probleme der „Betriebsführung“.

Für die rationelle Art der Betriebsführung handelt es sich also darum, alle notwendigen ausführenden menschlichen Tätigkeiten zur „Handhabung“ des technischen Apparates so auszuwählen, anzusetzen und zu gestalten, daß erstens eine höchstmögliche Nutzbarmachung der Anlage und andererseits eine rationelle Verwendung der menschlichen Arbeitsfähigkeit erreicht wird. Tatsächlich entscheiden auch erst diese menschlichen Verrichtungen über den endgültigen Erfolg des Betriebes.

Die Notwendigkeit, für beste Gestaltung der Betriebsführung allgemeine Grundsätze zu ermitteln, ist heute von der Wissenschaft anerkannt. Die Ergebnisse derartiger Forschungen sind in den Lehren der „wissenschaftlichen Betriebsführung“¹⁾ zusammengefaßt. Als deren Begründer gilt in erster Linie der amerikanische Ingenieur Frederik Taylor²⁾, dessen Lehren unter dem Namen „Taylor-System“ und „Taylorismus“ bekannt sind.

Allgemein erhöht sich nun die Bedeutung dieser Betriebsaufgaben mit der Zahl der zur Erreichung der technischen Leistung notwendigen menschlichen Verrichtungen und mit der Bedeutung des mechanischen, zwangsläufigen Prozesses, den

¹⁾ Bei dieser handelt es sich also um ganz etwas anderes als bei dem Lehrgebiet der „Betriebswissenschaften“, welche sich mit den Aufgaben der Betriebsorganisation, also mit Problemen der Betriebsgestaltung befassen.

²⁾ F. Taylor, „The Principles of Scientific Management“, New York 1911. Deutsch von R. Rösler, Oldenburg 1913.

sie auslösen. Hieraus ergibt sich ohne weiteres, daß gerade im Verkehrswesen die Probleme der Betriebsführung eine wichtige Rolle spielen müssen. Denn im Vergleich zu den Betrieben der Produktionstechnik bleibt im Verkehrsbetriebe den menschlichen Vorrichtungen in der Regel ein größerer, immer aber ein wichtiger Teil des Arbeitsvollzuges vorbehalten, weil die Zwangsläufigkeit des ganzen Betriebes weit weniger durchgeführt werden kann. Im Verkehrsbetriebe kann nie der Verlauf des technischen Prozesses wie in der Produktion zu einem ununterbrochenen, stetig und gleichmäßig weiterlaufenden gemacht werden, immer sind es nur einzelne, selbständige, unter sich getrennte technische Prozesse, Verkehrsakte, die jedesmal durch menschliche Vorrichtungen eingeleitet und beendet werden müssen. Ferner muß jeder Einzelvollzug eines Transportes auf Grund der immer wechselnden Transportaufgabe, der zeitlich und räumlich ungleichförmigen Beschaffenheit der Wege usw. auch während des ganzen Vorganges durch menschliche Eingriffe „gelenkt“ werden.

Allgemein ist von folgendem auszugehen. Das Wesen der Betriebsführung liegt darin, daß der Mensch selbst als mitwirkender Faktor, als ein selbständiges Glied in die Kette des ganzen technischen Prozesses einbezogen ist, und zwar jedesmal an einer Stelle, wo der Betriebsplan in der Mechanisierung, d. h. in der Zwangsläufigkeit des Betriebes eine Lücke lassen mußte, die jeweils den veränderlichen Momenten der Aufgabe entsprechend ausgefüllt werden muß. Das heißt aber, daß hier jedesmal wieder die technische Vernunft über die Art des menschlichen Eingreifens näher entscheiden soll. Dies wird aber nie vollkommen der Fall sein, weil dem menschlichen Zweckhandeln stets komplizierte Erwägungen und psychische Vorgänge zugrunde liegen, die immer nur im besten Fall auch zu dem technisch absolut Richtigen führen werden; menschliche Unvollkommenheit und menschliches Irren werden auch den gewissenhaftesten Betriebsbeamten zu betriebstechnisch fehlerhaftem Handeln verleiten. Es werden also in der Betriebsführung Fehler entstehen, die auf die Wirkungen der menschlichen Psyche zurückzuführen sind.

Zur möglichst Ausschaltung solcher Fehler, d. h. Gefährdungen des richtigen Betriebsablaufes ist es zweckmäßig, die grundsätzlichen Beziehungen des Psychischen zum technischen Handeln zu untersuchen und daraus Regeln für die Betriebsführung herzuleiten. In der Tat hat seit Anfang dieses Jahrhunderts die wissenschaftliche psychologische Forschung hier eingesetzt und die Disziplin der „Psychotechnik“ begründet. Grundlegend sind hier vor allem die Arbeiten H. Münsterbergs, der die Bedeutung der Psychologie für das Wirtschaftsleben allgemein behandelt hat¹⁾.

Jedoch ist die menschliche Psyche nicht allein für das technische Handeln bestimmend. Da es sich schließlich um die körperlichen Vorrichtungen selbst handelt, hängt das richtige technische Handeln auch von den leiblichen Eigenschaften und Fähigkeiten des im Betriebe Tätigen ab. Die für den technischen Erfolg der menschlichen Vorrichtungen maßgebenden Bedingungen liegen stets zunächst im Individuum, es kommt damit auf die individuelle, körperliche und psychische Veranlagung an. Das legt aber nahe, bei der Zuweisung der verschiedenen Betriebsfunktionen an die einzelnen Mitwirkenden auf deren Veranlagung Rücksicht zu nehmen und letztere zu diesem Zwecke näher zu untersuchen. Damit haben wir dann die „Berufseignungsprüfung“ und — soweit es auf geistige Eigenschaften, Entscheidungsfähigkeit, schnelle Auffassung, Gedächtnis usw. ankommt — die „psychotechnische Eignungsprüfung“.

¹⁾ H. Münsterberg, „Grundzüge der Psychotechnik“. Leipzig 1914. — Derselbe, „Psychologie und Wirtschaftsleben“. Leipzig 1912.

Bei einigem Nachdenken ist leicht zu erkennen, daß die Psychotechnik für die Verkehrsbetriebe besondere Bedeutung haben muß, weil, wie oben nachgewiesen ist, hier den menschlichen Eingriffen besonders wichtige Entscheidungen vorbehalten werden müssen. Bei fast allen Transportvorgängen, sei es Eisenbahnzug, Kraftwagen oder Schiff, liegt die Bewegung mit ihrer ganzen physischen Macht „in der Hand“ eines oder weniger „Betriebsführer“. Deren Handlungen, bzw. deren Versagen, sind deshalb von so großer Wichtigkeit, weil dem Bewegungsvorgange meistens eine große mechanische „Wucht“, d. i. Zerstückungsfähigkeit, innewohnt. Wie unendlich viel hängt z. B. von dem betriebstechnisch richtigen Handeln eines Lokomotivführers ab! Die besondere Eigenart seiner Funktionen und die Beachtung aller Fähigkeiten, auf die es ankommt, ergibt die Richtlinien für die besondere Berufseignung, die durch Würdigung körperlicher und Charaktereigenschaften und durch psychotechnische Untersuchungen festzustellen ist.

Es würde zu weit führen, hier im einzelnen auf die feineren Unterschiede der Berufseignung in modernen Verkehrsbetrieben näher einzugehen und die genaueren Verfahren der psychotechnischen Eignungsprüfung darzulegen. Speziell für das Eisenbahnwesen liegen bereits eingehende Untersuchungen vor, die vom „psychotechnischen Ausschuß der Reichsbahn“ vorgenommen und laufend weiter verfolgt werden¹⁾.

Die Erkenntnis des wichtigen ursächlichen Zusammenhangs zwischen der Technik einerseits und den psychischen und physischen Bedingungen alles menschlichen Handelns andererseits, muß für die Betriebsführung nach zwei Seiten hin Beachtung finden. Erstens werden die Vorrichtungen, die die Betriebsführung einer bestimmten technischen Anlage erfordert, genauer untersucht und nach Maßgabe der besonderen Bedingungen dem „Geeignetsten“ zugewiesen. Andererseits wird die Beachtung der psychischen Gesetze menschlichen Handelns darauf hinausgehen, den Vorrichtungen selbst die günstigsten Bedingungen zu schaffen, d. h. für alle Handarbeitsvorgänge die Vollzugsform zu ermitteln, die der menschlichen Arbeitskraft die beste Entfaltung gestattet, also die menschliche Leistungsfähigkeit am besten ausnutzt. Damit wird dann auf die Aufgaben der Betriebsgestaltung zurückgegriffen. Man kann sagen, daß hierdurch bis zu gewissen Grade die technische Fragestellung der Betriebsgestaltung umgedreht wird, es ergibt sich eine „Rekonstruktion“ der Betriebsanlagen von den Vorrichtungen her, eine formale Anpassung der körperlichen Leistungsfähigkeit des Betriebsarbeiters.

Die besondere Betonung dieses Gesichtspunktes bei den Problemen der Betriebsführung entspricht dem „Taylorssystem“. Genau wie auf der einen Seite die Berufsanalyse zur psychotechnischen Eignungsprüfung führte, sucht man andererseits auf empirischen Wege, durch experimentelle „Arbeits- und Zeitstudien“, die beste Form des Arbeitsvollzuges bzw. der „Verrichtungs-elemente“ zu ermitteln und aus den Ergebnissen solcher Versuche und Beobachtungen allgemeine „biotechnische“ Gesetze abzuleiten, die beim technischen Ausbau der Betriebe zu beachten sind. Die besondere Bedeutung dieses Gesichtspunktes für das Verkehrswesen geht aus dem oben Gesagten hervor.

¹⁾ Vgl. u. a. den Aufsatz von K. Marbe „Über Psychologie und Eisenbahnwesen“ im „Archiv für Eisenbahnwesen“ 1924, Heft 5.