Die Aufgaben des Verkehrsingenieurs

Autor(en): **Leibbrand, K.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69 (1951)**

Heft 25

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-58881

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

69. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nummer 25

Die Aufgaben des Verkehrsingenieurs

Von Dr.-Ing. K. LEIBBRAND, a. o. Professor an der ETH
Antrittsvorlesung, gehalten am 10. Februar 1951 DK 656.0072

Der Aufwand für den Verkehr

Die Bedeutung des Verkehrs für das gesamte menschliche Leben nimmt ständig zu. Das Reisebedürfnis des modernen Menschen steigt von Jahr zu Jahr. Die Gütermengen, die zu Lande, zu Wasser und in der Luft befördert werden, wachsen immer weiter an. Die Energiemengen, die in Hochspannungsleitungen, Oel- und Ferngasleitungen übertragen werden, werden immer grösser, und auch der Nachrichtenverkehr dehnt sich immer stärker aus.

Vor 25 Jahren wurden in Westeuropa etwa 6 bis 7% des Nationaleinkommens für den Verkehr ausgegeben. Heute sind es schon rund 10%, und in den USA erreichen diese Ausgaben bereits fast 25% des gesamten Volkseinkommens. Dementsprechend wächst auch die Zahl der im Verkehrswesen Beschäftigten und damit die Zahl der Verkehrsingenieure.

Der Begriff «Verkehrsingenieur»

Bei der Vielzahl der Verkehrsmittel gibt es heute keinen Universal-Verkehrsingenieur mehr. Noch vor 120 Jahren konnte Robert Stephenson, der Sohn George Stephensons, gleichzeitig im Lokomotivbau und im Brückenbau (Brücke über den Tyne, Britannia-Brücke) Hervorragendes leisten. Längst ist aber, parallel zu der Entwicklung auf allen anderen Gebieten der Technik, auch hier eine starke Differenzierung eingetreten. Der Ingenieur, der den 50 Hertz-Motor für elektrische Lokomotiven entwickelt, beherrscht die Fragen des Düsenantriebs für Flugzeuge nicht mehr. Der Fachmann für Hochspannungsübertragungen kann die Probleme der Telephonie auf Dezimeterwellen nicht mehr im Einzelnen übersehen. Auch der Bauingenieur kann nicht mehr in alle Gebiete seines Berufs gleichmässig eindringen. Er kann sich einer der verschiedenen — wenn man so sagen darf — klassischen Aufgaben des Strassenbaues, des Gleisbaues oder des Wasserstrassenbaues und insbesondere dem Brücken- und Tunnelbau für diese Verkehrswege zuwenden, oder aber er wird Verkehrsingenieur im engeren Sinn. Ueber die Aufgaben dieses speziellen Verkehrsingenieurs, der sich besonders mit dem Betrieb der Verkehrsmittel befasst, soll hier berichtet werden.

Wirtschaftliche Verwendung des Materials

Die moderne Technik strebt auf allen Gebieten nach bester Ausnützung des Materials. Bei Motoren und Maschinen sollen Treibstoffverbrauch und Gewicht möglichst weit heruntergedrückt werden. Im Stahlbrückenbau werden die zulässigen Spannungen immer weiter hinaufgeschraubt, um den Stahlverbrauch einzuschränken. Im Eisenbetonbau bietet die Vorspannung die Möglichkeit zur vollständigen Ausnutzung der vorhandenen Stahl- und Betonquerschnitte. Auch bei den Verkehrswegen muss der Ingenieur daran gehen, die Ausnützung des Materials zu verbessern.

An den Baustoffen der einzelnen Fahrbahn, sei es Schiene oder Strasse, lässt sich nicht viel einsparen, denn die Verkehrslasten werden immer grösser. Dadurch nimmt die Beanspruchung der Baustoffe ständig zu. Aber mit etwas anderem muss haushälterisch umgegangen werden: mit der Zahl der Fahrspuren und der Grösse der von ihnen beanspruchten Flächen. Die Bemessung dieser Fahrspuren und Flächen ist eine der wichtigsten Aufgaben des Verkehrsingenieurs.

Die für den Verkehr benutzten Flächen sind streng genommen unproduktiv. Sie sind der eigentlichen Produktion entzogen und liegen brach. Der steigende Verkehr fordert aber immer weitere Flächen, die der Erzeugung verloren gehen. Schon draussen auf dem Land ist es schwierig, die Flächen für den Neubau von Autostrassen, Rangierbahnhöfen, Kanälen oder Flugplätzen der Landwirtschaft wegzunehmen. In den Brennpunkten des Verkehrs, in den Kernen unserer Grosstädte, ist es oft aber einfach unmöglich, auf Kosten der vorhandenen wertvollen Bebauung zusätzliche Flächen für Verkehrszwecke freizumachen. Die jahrelangen Bemühungen um eine Erweiterung der Hauptbahnhöfe Bern und Zürich sind zu bekannt, als dass es hier einer Erläuterung bedarf. Es bleibt nur der Ausweg, die Ausnutzung der vorhandenen Anlagen und Flächen zu steigern und aus jeder Fahrspur — sei es ein Gleis oder eine Strassenspur — das Aeusserste an Leistung herauszuholen.

Dabei ist auf einen wichtigen Unterschied gegenüber anderen Gebieten der Technik hinzuweisen: Der Konstrukteur, der den Querschnitt eines Tragwerks oder ein Auflager dimensionieren will, hat fast nur mit physikalischen und statischen Grössen zu tun, die mathematisch exakt erfasst werden können. Der Verkehrsingenieur, der den Querschnitt eines Verkehrsbandes oder einen Verkehrsknoten bemessen will, muss neben den mathematischen Grössen in erster Linie das Verhalten der Menschen beobachten, die an den Betriebsvorgängen beteiligt sind. Er kann nicht von feststehenden Belastungen ausgehen, sondern muss auf Grund von Zählungen und sorgfältigen Schätzungen Annahmen für die künftige Beanspruchung des Verkehrsweges machen. Diese Feststellung gilt ebenso für den Strassenverkehr wie für den Schienenverkehr, die beide zum Arbeitsgebiet des Verkehrsingenieurs gehören.

Neue Aufgaben im Eisenbahnwesen

Für den Eisenbahningenieur hat sich die Aufgabenstellung in den letzten Jahrzehnten völlig gewandelt. Die klassische Aufgabe des Baues neuer Eisenbahnstrecken und Bahnhöfe auf freiem Gelände wird ihm, wenigstens in Westeuropa und Nordamerika, nur noch selten gestellt. An ihre Stelle ist die moderne Aufgabe getreten: die Erhöhung der Leistung auf den vorhandenen Bahnanlagen entsprechend den ständig wachsenden Bedürfnissen in qualitativer und quantitativer Hinsicht, und in unseren Grosstädten vielfach bis zur äussersten überhaupt möglichen Grenze. Bestehende Bahnhöfe und Strecken sind zu Höchstleistungsanlagen um- und auszubauen.

Das Rüstzeug zur Lösung dieser Aufgabe bietet die betriebswissenschaftliche Forschung und die Weiterentwicklung der Betriebstechnik auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse. Die neue Eisenbahnbetriebstechnik hat schon vor dem ersten Weltkrieg ihren Anfang genommen. 1912 traten auf verschiedenen Strecken im Rheinland und Ruhrgebiet ernste Betriebstörungen infolge der Ueberlastung der Strecken auf. Es war unmöglich, den weiteren Ausbau der Linien zu drei- und viergleisigen Strecken abzuwarten. Abhilfe wurde durch die Einrichtung von sogenannten Zugleitungen gesucht und gefunden. Während bis dahin der Fahrdienstleiter jedes Bahnhofs den Betrieb nur bis zu seinen Nachbarbahnhöfen übersehen konnte, wurden zentrale Stellen geschaffen, die den Betrieb auf ganzen Strecken und zusammenhängenden Teilen des Netzes übersehen und bei Stockungen die entsprechenden Anordnungen treffen können.

In Nordamerika verlief die Entwicklung in ähnlicher Richtung. Die Amerikaner brachten ihr System der Zugüberwachung, das Dispatching System, 1917 nach Europa und führten es auf der von ihnen betriebenen Nachschublinie von der Atlantikküste zur Westfront (St. Nazaire — Nevers — Is-sur-Tille) ein. Die Vorzüge dieser Betriebsweise veranlassten viele europäische Bahnverwaltungen zur Uebernahme des Dispatching Systems. Auf stark belasteten Strecken wird seitdem in zunehmendem Mass der Betrieb durch Dispatcher, Zugleitungen und Zugüberwachungen gesteuert.

Parallel zu dieser Entwicklung wurden auf dem Gebiet des Eisenbahnsicherungswesens grosse Fortschritte erzielt. Die mechanischen Sicherungsanlagen wurden in immer grösserem Umfang durch elektrische ersetzt. Auf wichtigen Strecken wurde der handbediente Block durch den halb- oder vollautomatischen Streckenblock abgelöst. Allein durch die Einführung der Signalautomatik kann die Leistung eines Streckengleises um etwa 60 bis 80% gesteigert werden. Das bedeutet, dass in vielen Fällen auf den mehrgleisigen Ausbau der Strecken verzichtet werden kann. In den USA hat man im Herbst 1950 auf einer über 150 km langen Strecke das zweite Gleis abgebaut und neue Sicherungsanlagen installiert. Die eingleisige Strecke leistet jetzt ebenso viel wie vorher die zweigleisige. — Automatischer Streckenblock ist z. B.

auf der Strecke Zürich Hbf.-Oerlikon, auf zahlreichen Stadt- und Untergrundbahnen und auf der über 1100 km langen Fernstrecke Moskau-Charkow-Stalino eingerichtet.

Die Weiterentwicklung der Zugleitungs- und Signaltechnik führte in den letzten Jahren zum Streckenzentralstellwerk, das die Amerikaner CTC = centralised traffic control und die Franzosen CCC = commande centralisée de la circulation nennen. Neuerdings wird versuchsweise die Verbindung zwischen Befehlstelle und fahrendem Zug durch UKW-Funk (Ultrakurzwellen) hergestellt.

Eine Sonderentwicklung stellt der Richtungswechselbetrieb (französisch: banalisation des voies) dar, der es erlaubt, auf zweigleisigen Strecken beide Gleise in der gleichen Richtung zu betreiben. Solche Anlagen sind auf einzelnen Streckenabschnitten zwischen Paris und Dijon, zwischen Stuttgart und Heidelberg und bei Köln, sowie auf amerikanischen Strecken eingerichtet worden. Bei dieser Betriebsweise ist die fliegende Ueberholung von Zügen in voller Fahrt möglich. Auf den zwei- und mehrgleisigen Strecken kann die Leistung in der Lastrichtung, z. B. morgens in Richtung Grosstadt, abends in Richtung Vororte, weiter erheblich gesteigert werden.

Einer gewissen Erhöhung der Betriebskosten durch solche Anlagen steht vielfach eine starke Herabsetzung der Baukosten gegenüber. Bei Verkehrsbauten kommt es nicht darauf an, die Baukosten allein oder die Betriebskosten allein niedrig zu halten, vielmehr muss die Summe der Bau- und Betriebsaufwendungen ein Minimum erreichen.

Leistungssteigerung der Bahnhöfe

Anders liegt das Problem der Leistungssteigerung bei den Knotenpunkten, den Personen-, Abstell-, Güter- und Rangierbahnhöfen. Zwar hat auch hier die Einrichtung zentraler Betriebsüberwachungen und die Anwendung der modernen Signaltechnik schon zu grossen Verbesserungen geführt. Aber das allein genügt nicht. Wenn der Eisenbahningenieur eine so komplizierte Anlage leistungsfähiger ausgestalten soll, so muss er sich mit einer ganzen Reihe von Einzelvorgängen befassen.

Rein innerbetrieblich sind die grossen Bahnhöfe des Personen- und Güterverkehrs sehr schwer zu übersehen. Zu den drei Dimensionen des Raumes tritt immer die vierte Dimension der Zeit. Es gibt bis heute noch keine Methode, um den Betriebsablauf auf einem grossen Bahnhof übersichtlich in den zwei Dimensionen eines Zeichenpapiers darzustellen. Die Gleisanlage muss aber ein genaues Abbild dieser schwer erfassbaren Betriebsvorgänge sein.

Schon die Wahl des richtigen Gleissystems ist sehr schwierig. Für einen Bahnhof mit zwei zweigleisigen Strecken gibt es bei reinem Linksbetrieb zwei Lösungen mit Linienbetrieb, zwei mit Richtungsbetrieb und zwei mit verschränktem Richtungsbetrieb, zusammen also sechs verschiedene Gleissysteme. Dazu kommen sechs Systeme mit reinem Rechtsbetrieb und je sechs mit Rechtsbetrieb auf der einen oder auf der anderen Strecke. Das sind zusammen 24 Möglichkeiten. Bei drei Strecken sind es $24 \cdot 2 \cdot (5 + 4 + 3 + 2 + 1) = 720$ Kombinationen. Für einen Bahnhof wie Zürich-Hbf. mit vier einmündenden Linien von Oerlikon, Baden, Thalwil und Meilen gibt es theoretisch 40 320 mögliche Kombinationen. Selbst wenn nur Systeme mit reinem Linksbetrieb und Richtungsbetrieb zugelassen werden, ergeben sich noch 2520 verschiedene Anordnungen, eine immer noch fast unübersehbare Fülle von Möglichkeiten.

Bei der Beurteilung der verschiedenen Lösungen spielt die Bewertung der Fahrwegkreuzungen eine ausschlaggebende Rolle. Sie sind besonders eingehend nach ihrer betrieblichen Bedeutung und Abhängigkeit zu untersuchen.

Bei der Auswahl des Gleissystems müssen neben den eisenbahnbetrieblichen Notwendigkeiten aber auch die bautechnischen und insbesondere die städtebaulichen Bedingungen berücksichtigt werden. Durchgeführte Planungen zeigen, dass es tatsächlich mit Hilfe der Eisenbahnbetriebswissenschaft möglich ist, Bahnhöfe grösserer Leistung auf kleinerer Fläche unterzubringen, das heisst, in manchen Fällen sogar Flächen im Stadtkern für andere Zwecke freizugeben. Der Entwurf für die Umgestaltung der Eisenbahnanlagen einer Stadt von 500 000 Einwohnern[1]) ergab die Möglichkeit einer Erhöhung der Zugzahlen um 40 bis 50% bei Verkleinerung der Flächen um 20 % oder 150 000 m². Bei einem Quadratmeterpreis von 100 Fr. bedeutet das einen Beitrag von 15 Mio Fr., der bei Veräusserung des Geländes für die Umbauarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann. Volkswirtschaftlich ist der Gewinn aber viel grösser, denn ein Gelände im Stadtbereich von diesem Wert kann nun einer nutzbringenden Verwendung zugeführt werden.

Die Aufgabe endet nicht an den Grenzen des Bahngeländes. Es muss vielmehr dafür gesorgt werden, dass genügend grosse Flächen für den Umschlag der Güter und Reisenden auf Strassenfahrzeuge und die nötigen Parkflächen für diese Wagen freigehalten werden. Nachdem seit vielen Jahren der Haus-Haus-Verkehr für Güter eine allgemein anerkannte Forderung geworden ist und die Eisenbahnen sich durch die Entwicklung des Behälterverkehrs bemühen, diesem Wunsch so weit wie möglich zu entsprechen, muss endlich auch die Forderung nach dem Haus-Haus-Verkehr für die Reisenden erhoben werden. Ein Reisender von Winterthur nach Wollishofen muss am Hauptbahnhof Zürich rund 300 m weit gehen und drei Fahrbahnen überschreiten, um von der Eisenbahn auf die Strassenbahn, von dem einen öffentlichen Verkehrsmittel auf das andere, überzugehen. Der Zeitverlust ist für die Reisenden unbequem, die mehrfachen Kreuzungen mit dem Kraftverkehr sind störend und gefährlich. Durch Verkürzung der Wege und Entflechtung können Verkehrsflächen gespart werden.

Bild 1 zeigt den Entwurf für den Bahnhofvorplatz einer Stadt von 90 000 Einwohnern, bei dem grösster Wert auf Uebersichtlichkeit und kurze Wege gelegt wurde. Der ankommende Reisende sieht beim Verlassen des Aufnahmegebäudes fächerförmig angeordnet vor sich von links nach rechts: Autobushaltestelle (für die Postautobusse war eine eigene Haltestelle verlangt), Trolleybushaltestelle, Strassenbahn, Hauptfussgängerweg durch eine Einkaufsstrasse zur Stadtmitte, Taxi und — in etwas grösserer Entfernung — Privatwagen. Damit sind wir schon bei der städtischen Verkehrsplanung.

Neue Aufgaben im Strassenverkehr

Im Grossen gesehen sind die Probleme der Strasse genau die gleichen wie diejenigen der Schiene. Auch hier überwiegt bei weitem die Ausgestaltung des bestehenden Netzes gegenüber gänzlichen Neuplanungen. Wie beim Schienenverkehr wird auch beim Strassenverkehr das Flächenproblem von Jahr zu Jahr bedrohlicher. Viele Städte in Westeuropa haben in den letzten 100 Jahren ihre Einwohnerzahl verfünffacht oder sogar noch stärker erhöht. Zürich hat z. B. von 35 000 Einwohnern im Jahre 1840 auf 335 000 im Jahre 1940 zugenommen. Der Verkehr hat noch viel stärker zugenommen als die Einwohnerzahl. In günstiger Verkehrslage, an Strassenkreuzungen und Bahnhöfen, ist in dieser Zeit eine besonders dichte und hohe Bebauung entstanden. Der grosse Wert der Bauten rings um die Verkehrsknotenpunkte verhindert in den meisten Fällen die notwendige Vergrösserung der Verkehrsflächen. In den Stadtkernen sind Strassen und Plätze überlastet und verstopft. Aber die Entwicklung geht weiter. Der Verkehrsstrom wird von Tag zu Tag stärker.

Der Verkehrsingenieur muss hier die gleichen Mittel anwenden wie bei der Schiene:

sorgfältige Ermittlung der künftigen Verkehrsstärken durch Zählung und Schätzung,
betriebswissenschaftliche und fahrdynamische Forschung, und Auswertung der Ergebnisse in der Praxis,
Anwendung der modernen Signaltechnik mit selbsttätigen und fahrzeuggesteuerten Signalen, und Synchronisierung der aufeinanderfolgenden Kreuzungen eines Strassenzuges («grüne Welle»),
Einführung des Richtungswechselbetriebs, bei dem die mittleren Fahrspuren einer vielspurigen Fahrbahn jeweils in der Lastrichtung befahren oder Strassen zeitweise zu Einbahnstrassen mit wechselnder Richtung erklärt werden.

Den Bahnhöfen der Eisenbahn entsprechen die Bahnhöfe und Haltestellen für Autobusse, Fernlastzüge und Strassenbahnen.

Wie bei der Eisenbahn tritt auch hier das Problem der gleichzeitigen Bedienung mehrerer verschiedener Verkehrsarten auf. Dort sind es Berufs-, Ausflugs- und Fernpersonen-

[1]) Vgl. K. Leibbrand, Eisenbahn und Stadtplanung, SBZ 1951, Nr. 13, S. 165*.

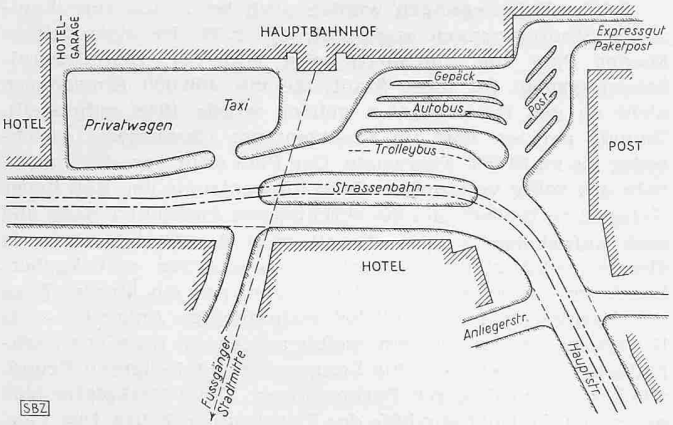

Bild 1. Optimale Gestaltung eines Bahnhofplatzes

verkehr mit den verschiedensten Fahrzeugen vom leichten Triebwagen bis zum schweren Schlafwagenzug, Post, Reisegepäck, Expressgut, Eilgut, Stückgut, einzelne Wagenladungen und geschlossene Grossgüterwagenzüge; hier sind es Fussgänger, Radfahrer, Pferdefuhrwerke, Motorräder, Personenwagen, Lastwagen, Autobusse, Trolleybusse und schliesslich mit den Strassenbahnen wieder ein Schienenverkehrsmittel.

Für die Verkehrsknoten der Strasse sind wieder die Kreuzungen der verschiedenen Verkehrsarten genau zu verfolgen, da sie für die Leistungsfähigkeit und für die bauliche Gestaltung ausschlaggebend sind.

Forderungen der Verkehrssicherheit

Wie bei den Eisenbahnen ist auch für die Strassen die oberste Forderung diejenige der Verkehrssicherheit. In dieser Hinsicht liegt noch manches im argen.

Im allgemeinen Bauwesen haben wir längst anerkannte Regeln der Technik. Sie sind in Vorschriften, Verordnungen, Bestimmungen, Richtlinien und Normblättern festgelegt. Ihre Einhaltung wird von der Baupolizei überwacht. Wer gegen diese Regeln verstösst und dadurch den Einsturz eines Bauwerks verursacht, wird vor Gericht gestellt und zur Rechenschaft gezogen. Durch Ausbildung, Prüfungen und Ueberwachung der praktischen Tätigkeit wird dafür gesorgt, dass Entwurf und Bauleitung nur solchen Bauingenieuren oder Architekten übertragen werden, die die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen besitzen.

In gleicher Weise sind in über 100jähriger Entwicklung Grundsätze für die Eisenbahnen geschaffen worden, deren Uebertretung unnachsichtlich geahndet wird. Als Ergebnis der Bemühungen in persönlicher und sachlicher Hinsicht ist eine erfreulich niedrige Unfallziffer festzustellen.

Für den Strassenverkehr sind wir aber noch nicht so weit. Wohl haben sich in den letzten 40 Jahren allmählich ebenfalls ganz bestimmte Regeln für die Gestaltung der Strassennetze nach den Forderungen des motorisierten Verkehrs herausgebildet, z. B. für Fahrbahnbreiten, Schutzinseln, Markierungen, Kreuzungen, Kreisplätze, Tankstellen usw., sie werden aber nicht überall beachtet. Die Fehler, die hier gemacht werden, können zu schweren Unfällen führen. Häufig wird die Meinung vertreten, die Probleme des Strassenverkehrs seien so einfach, dass jeder Architekt oder Ingenieur ohne besondere Erfahrungen und Kenntnisse der verkehrstechnischen Zusammenhänge die richtigen Entschlüsse für den Entwurf von Verkehrsstrassen fassen könne. Vielleicht rührt das daher, dass eine wirklich gute und einwandfreie Verkehrslösung immer unkompliziert, einfach und selbstverständlich wirken wird. Wir sollten aber auch für alle Strassenplanungen vom Stadtkern einer Grosstadt bis hinaus zur ländlichen Wohnsiedlung und zum Dorf ein gewisses Mass von Erfahrungen und Kenntnissen voraussetzen und die anerkannten Regeln der Verkehrstechnik für verbindlich erklären.

Der Flächenbedarf der Verkehrsmittel

Alle baulichen und betrieblichen Verbesserungen können aber nicht mit der raschen Motorisierung oder — viel richtiger gesagt — Individualisierung des Verkehrs Schritt halten. Statt dass der Flächenbedarf eingeschränkt werden kann, steigt er im Zuge dieser Entwicklung in den letzten Jahren sprunghaft an. Der Reiseverkehr verlagert sich in zunehmendem Masse von den öffentlichen Massenverkehrsmitteln auf den Privatwagen und auch auf das Fahrrad. Aehnlich ist es im Güterverkehr. Dazu tritt ein sehr starker Neuverkehr, da viele Verkehrsbedürfnisse erst jetzt mit dem privaten Personen- und Lastfahrzeug befriedigt werden können.

Tabelle 1. Leistung auf einem 3,00 m breiten Verkehrsstreifen im Stadtkern

Verkehrsmittel	Maximale stündl. Leistung Personen	Mittlere Reisegeschwindigkeit km/h	Grösste Leistung Pers.-km/h	Verhältnis der Flächen je Pers.-km h
Fussgänger	16 000	4	64 000	16
Radfahrer	5 400	12	65 000	15
Motorradfahrer . . .	2 400	15	36 000	28
Personenwagen . . .	1 200	12	14 400	70
Autobus/Trolleybus				
32-plätzig	5 600	10	56 000	18
55-plätzig	8 400	10	84 000	12
150-plätzig m. Anh.	18 000	10	180 000	6
Strassenbahn				
einzeln fahrend . .	10 800	10	108 000	9
mod. 2-Wagenzug .	24 000	10	240 000	4
Métro Paris	25 000	22	550 000	2
Schnellbahn USA . .	40 000	25	1 000 000	1

Unter Benutzung von Traffic Engineering Handbook, USA, 1950 und Angaben von M. Derou, Régie Autonome des Transports Parisiens, 1950

Bei den einzelnen Verkehrsmitteln ist der Flächenbedarf je Reisenden sehr verschieden. Die Tabelle 1 nennt Zahlen für die Verkehrsleistung einer Fahrspur, wie sie sich aus Berechnungen und aus deutschen, französischen, englischen und amerikanischen Quellen ergeben. Die erste Spalte der Tabelle nennt die quantitative Leistung. Die zweite Spalte bringt mit der mittleren Reisegeschwindigkeit den Qualitätsfaktor. Auf den ersten Blick erscheinen die genannten Geschwindigkeiten als sehr gering. Nach übereinstimmenden Beobachtungen an vielen Orten können aber im Stadtkern von Grosstädten zu den Hauptverkehrszeiten höhere Reisegeschwindigkeiten nicht erzielt werden. Die letzte Spalte vergleicht dann den spezifischen Flächenbedarf, wobei das günstigste Verkehrsmittel mit 1 bewertet ist.

Diese Zahlen geben aber noch kein richtiges Bild des wirklichen Flächenbedarfs. Der Privatwagen braucht in nächster Nähe seines Ziels Aufstellflächen zum Be- und Entladen und zum Parken. Die Aufstellfläche eines Wagens ist viel grösser als seine Grundfläche. Rings um das Fahrzeug muss ein Spielraum frei bleiben. Die Türen schlagen nach aussen auf. Am Strassenrand bleiben beim Parken unregelmässige Zwischenräume ungenutzt. Markierte Standflächen auf Parkplätzen müssen auch für grosse Wagen ausreichen. Einschliesslich der Zufahrten ist daher je Wagen im Mittel mit 30 m² Parkfläche zu rechnen.

Um die Flächennot deutlich zu machen, soll einmal angenommen werden, dass der gesamte Verkehr einer Innenstadt ausschliesslich durch ein einziges Verkehrsmittel bedient wird. Die Schnellbahn würde zur Bewältigung des Gesamtverkehrs 0,8 % der Grundfläche des Stadtkerns benötigen. In der Praxis würde die Schnellbahn als Hoch- oder Untergrundbahn natürlich ganz von der Oberfläche verschwinden. Würde der Verkehr nur durch Strassenbahnen bedient, so wären 2,5 % der Grundfläche hierfür frei zu machen. Für Trolley- oder Autobusse allein wären es 3,5 %. Für Privatwagen ergibt sich aber schon bei einem Motorisierungsgrad von 1 Wagen je 10 Einwohner (USA 1950 1:3,8, Schweizer Städte jetzt etwa 1:18) ein Flächenbedarf von 15 % zuzüglich 55 % für Parkflächen — zusammen also rd. 70%. Diese Verhältnisse sind in Bild 2 dargestellt. Dort sind auch mit gestrichelten Linien die verfügbaren Flächen dargestellt. Der Anteil der Strassen-

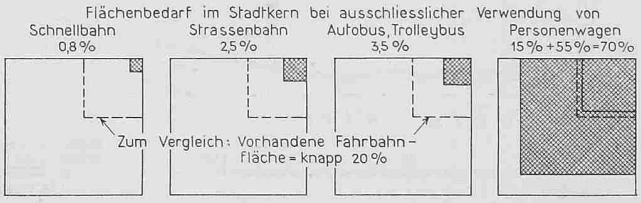

Bild 2. Vergleich des Flächenbedarfs verschiedener Verkehrsmittel

flächen einschliesslich Trottoirs beträgt im Kreis I der Stadt Zürich 27 %. Die Fahrdämme allein machen weniger als 20 % aus. Auch im Stadtkern anderer Grosstädte stehen etwa 15—20 % der Grundfläche für den Fahrverkehr zur Verfügung.

Die Entwicklung des Grosstadtverkehrs

In der Grosstadt lautet deshalb die entscheidende Frage für den Verkehrsingenieur: Oeffentliche oder private Verkehrsmittel? oder besser, um Verwechslungen mit der Wirtschaftsform der Verkehrsbetriebe zu vermeiden: Allgemeine oder Einzel-Verkehrsmittel?

Das Problem Schiene-Strasse, also im innerstädtischen Verkehr das Problem Strassenbahn-Trolleybus-Autobus, ist demgegenüber durchaus zweitrangig. Die allgemeinen Verkehrsmittel, zu denen natürlich auch die Taxi gehören, brauchen fast überhaupt keine Parkflächen. Abgesehen von dem kurzen Halt zum Aus- und Einsteigen der Fahrgäste sind sie ständig in Bewegung. Die für diese Verkehrsmittel notwendigen Flächen stehen in allen Städten zur Verfügung. Die für den Einzelverkehr notwendigen Flächen, insbesondere die Parkflächen, werden aber trotz Anwendung der oben genannten betriebstechnischen Methoden und aller bautechnischen Hilfsmittel (Garagenhochhäuser, Kellergaragen) in absehbarer Zeit erschöpft sein. Die Verkehrsplanung ist deshalb gezwungen, in den Stadtkernen die flächensparenden allgemeinen Verkehrsmittel zu bevorzugen, wenn der Verkehr künftig überhaupt noch bewältigt werden soll.

Es wäre unmöglich und wirtschaftlich unsinnig, die Verkehrsflächen durch Abreissen ganzer Häuserzeilen und Blöcke zu vergrössern. Wird der Verkehr aber gedrosselt, so sinkt der Wert der Gebäude, weil Handel und Wandel behindert werden. Beispiele aus den USA zeigen die Konsequenzen: In einer Grosstadt gingen die Umsätze der Geschäfte im Stadtkern empfindlich zurück, weil die Käufer dort nirgends mehr parken konnten. Daraufhin richteten die betroffenen Geschäftsleute mit gutem Erfolg gemeinsam eine Omnibuslinie zur kostenlosen Beförderung ihrer Kunden ein. Also Rückkehr von dem unmöglich gewordenen Einzelverkehrsmittel zum allgemeinen Verkehrsmittel. — In einer andern Stadt schloss ein grosses Kaufhaus in der Stadtmitte seine Pforten und errichtete einen Neubau in der Mitte eines grossen, dazugekauften Parkplatzes.

Solche Ueberlegungen werden auch bei neuen amerikanischen Stadtplanungen angestellt, wie z. B. der Metropolitan Master Plan von Cincinnati zeigt (Bild 3). Der Generalbebauungsplan für diese Stadt, die mit 450 000 Einwohnern nicht zu den Riesenstädten gehört, wurde 1948 aufgestellt. Damals parkten dort im Stadtzentrum (downtown) gleichzeitig bis zu 21 000 Fahrzeuge. Der Plan sieht vor, dass innerhalb des völlig verstopften Geschäftszentrums der Bau neuer Garagen verhindert und die vorhandenen Parkplätze nach und nach aufgehoben werden. Damit wird der Einzelverkehr in diesem bedrängten Stadtbezirk zwangsläufig zurückgehen. Dicht um das verstopfte Gebiet herum soll ein innerer Ring von Parkgaragen — möglichst mehrstöckige Anlagen — für Kurzparker gebaut werden, weiter aussen ein Ring von Parkplätzen zu ebener Erde für Langparker auf billigeren Grundstücken mit niedrigeren Parkgebühren. Diese Parkplätze sind sozusagen die Kopfbahnhöfe des Privatautoverkehrs. Das Viereck des Geschäftszentrums hat eine Grösse von 600 . 600 m, so dass dem Autofahrer bis zu fünf Minuten Fussweg zugemutet werden. Gleichzeitig wird gefordert, dass im Stadtkern der öffentliche Verkehr verdichtet wird.

Die Kenntnis dieser amerikanischen Verhältnisse gibt uns wichtige Fingerzeige für eine künftige Entwicklung, die in den grösseren Städten der Schweiz mit ihren eng gebauten Stadtkernen nicht unwahrscheinlich ist. Selbstverständlich muss in unseren Städten jede irgendwie verfügbare Fläche für den Einzelverkehr ausgenützt werden. Das Parkbedürfnis kann aber nur dadurch in erträglichen Grenzen gehalten werden, dass die allgemeinen Verkehrsmittel so gut wie nur irgend möglich ausgebaut werden. Dadurch wird dem Autobesitzer ein Anreiz geboten, seinen Wagen nicht mehr für Fahrten in die Stadtmitte zu benutzen, so dass die Parknot dort spürbar gemildert wird. Ob darüber hinaus nach amerikanischem Vorbild Parkgebühren eingeführt werden sollen, die teilweise über den Tarifen der allgemeinen innerstädtischen Verkehrsmittel liegen, ist eine schwierige verkehrspolitische Frage.

Veränderungen im Städtebau

Die Absperrung des Stadtkerns für den Einzelverkehr ist durchaus nichts Neues: Schon vor 2000 Jahren verbot Cäsar in den grossen Städten des Römischen Reiches die Einfahrt von Fahrzeugen in die Geschäftsviertel zu bestimmten Tageszeiten, um der Verstopfung der Strassen zu begegnen. Mit dem Zusammenbruch des Römischen Reiches verfielen diese Weltstädte.

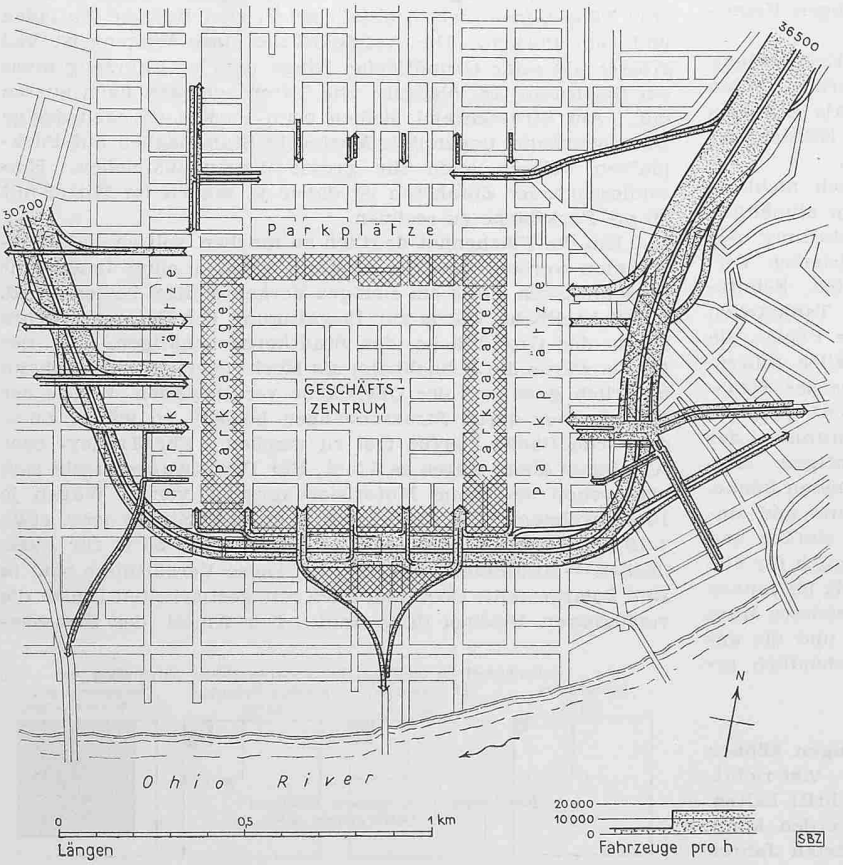

Bild 3. Stadtzentrum von Cincinnati, Ohio, USA. Masstab 1 : 20000

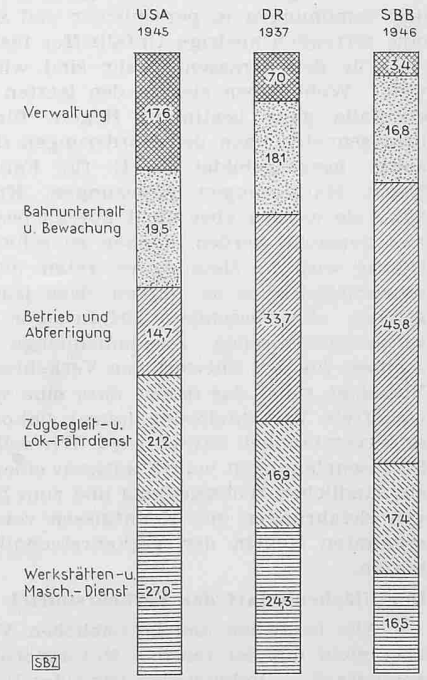

Bild 4. Prozentuale Verteilung der Personalkosten bei den Eisenbahnen verschiedener Länder

Das Gesicht unserer abendländischen Städte wurde jahrhundertelang durch den Festungsbau geprägt. Wall und Graben beherrschten das Bild der Städte. Denken wir an den Zürcher Schanzengraben, oder denken wir an mittelalterliche Städte wie Carcassonne oder Rothenburg ob der Tauber, die ihr Aussehen nur der damaligen Kriegstechnik verdanken. Die schönen runden Türme der Stadtmauer von Nürnberg hat kein Geringerer als Albrecht Dürer entworfen, und zwar nicht aus ästhetischen Gedanken heraus, sondern auf Grund ballistischer Ueberlegungen.

Die Kriegstechnik ist fortgeschritten. Stadtmauern und Festungen sind wertlos geworden. Der Städtebau wurde frei. Aber nach einer Atempause von rund 100 Jahren, die leider nicht sehr glücklich ausgenützt wurde, wird heute dem Städtebau eine neue Fessel angelegt. Der Flächenbedarf des modernen Verkehrs ist so gross geworden, dass die Verkehrsplanung für die gesamte Stadtplanung massgebend wird.

Der Verkehrsstädtebau muss die Stadt als Ganzes sehen. Es wäre falsch, nur das Parkproblem oder nur einen bestimmten Verkehrsknoten für sich allein zu betrachten. Jede Veränderung des städtischen Strassennetzes an einem einzigen Punkt, etwa der Bau einer niveaufreien Kreuzung für Kraftwagen, beeinflusst alle benachbarten Strassenzüge und Knotenpunkte und verändert Stärke und Richtung der Verkehrsströme in weitem Umkreis. Mit besonderer Sorgfalt sind die Standorte neuer Autobus- und Lastwagenbahnhöfe auszuwählen, weil sie den Schwerverkehr wie Magnete an sich ziehen. Solche Einrichtungen werden in Zukunft in allen grösseren Städten gebraucht.

Immer muss das gesamte Verkehrsnetz und das Zusammenspiel aller Verkehrsmittel einschliesslich des Fussgängerverkehrs überlegt und beobachtet werden. Oft ist es beispielsweise sehr zweckmässig, neue kreuzungsfreie Hauptverkehrsstrassen neben die Eisenbahnstrecken zu legen, um den Stadtkörper nur einmal mit einem Mehrzweck-Verkehrsband zu durchschneiden und eine städtebauliche Koordination von Schiene und Strasse durchzuführen.

Verkehrsplanung in Stadt und Land

Eine ungenügende oder schlechte Verkehrsplanung wird nicht nur zu Störungen im Verkehrsablauf selbst führen, sondern auch das Wirtschaftsleben der Städte in Mitleidenschaft ziehen. Im Städtebau, der eine Gemeinschaftsleistung vieler Disziplinen wie Soziologen, Architekten, Tiefbauingenieure, Volkswirte, Hygieniker, Juristen und anderer ist, tritt die Tätigkeit des Verkehrsingenieurs in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund.

Verkehrsplanung ist heute überall notwendig, nicht nur in den Grosstädten, sondern ebenso dringend auch in den Mittel- und Kleinstädten. Die Verkehrsplanung ist zugleich ein wichtiges Teilgebiet der Regional- und Landesplanung.

Verkehrswirtschaftliche Aufgaben

Zu den rein technischen Ueberlegungen treten die Fragen der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verkehrsmittel und des gesamten städtischen und darüber hinaus des staatlichen Verkehrssystems. Allgemeine volkswirtschaftliche Forderungen müssen Berücksichtigung finden.

Auch die Beurteilung dieser Dinge gehört zu den Aufgaben des Verkehrsingenieurs, ja, sie ist gegenwärtig vielleicht die wichtigste. Heute, im Streit der Meinungen über den Wettbewerb der Verkehrsmittel, wie Schiene und Strasse, oder Strassenbahn-Trolleybus-Autobus, oder Eisenbahn und Binnenschiffahrt, oder Schiffahrt und Luftfahrt im Ueberseeverkehr, muss der Verkehrsingenieur aus seiner Kenntnis der Betriebskostenstruktur heraus der Oeffentlichkeit das notwendige Tatsachen- und Zahlenmaterial für eine sachliche und unparteiische Beurteilung vorlegen. Es stehen so grosse volkswirtschaftliche Werte auf dem Spiel — wie eingangs erwähnt 10% des Nationaleinkommens — dass die Entscheidungen der Verkehrspolitik gründlich abgewogen und völlig unbeeinflusst getroffen werden müssen. Sie wirken sich im täglichen Leben jedes einzelnen Bürgers aus.

In der heutigen Zeit, in der die Frage der wirtschaftlichen wie der technischen Koordinierung der Landverkehrsmittel auf Schiene und Strasse alle anderen Verkehrsprobleme überschattet, kann und darf der Verkehrsingenieur nicht mehr einseitig nur Eisenbahn- oder nur Strasseningenieur sein. Er muss die bautechnischen, betriebstechnischen und betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten aller Verkehrsmittel kennen, wenn er jedes am richtigen Ort verwenden will.

Am richtigen Ort — das ist besonders zu betonen. Weder technische noch wirtschaftliche Verkehrslösungen können von Stadt zu Stadt oder gar von Land zu Land ohne nähere Prüfung übertragen werden. Dafür nur noch ein kurzes Beispiel: die verschiedenartige Kostenstruktur der Eisenbahnen in den USA, in Deutschland und in der Schweiz. Bild 4 zeigt, dass bestimmte Gesetzmässigkeiten zwischen dem Aufbau der Betriebskosten bei den Bahnnetzen bestehen. Es ist aber unmöglich, amerikanische Auffassungen unbesehen auf schweizerische Verhältnisse zu übertragen. Allgemein ist festzustellen, dass es für den Verkehrsingenieur keine Formeln und keine Rezepte gibt. In jedem Fall muss er sich den besonderen Bedingungen anpassen, die ihm von den Bewohnern, von der Landschaft und von der Wirtschaft gestellt werden.

Der Verkehrsingenieur hat eine Fülle von Aufgaben zu lösen, die seinen Beruf interessant und vielseitig machen.

Von Tunnelbauten in Oesterreich

DK 624.19(436)

Der im Jahre 1852 fertiggestellte, doppelspurige Semmeringtunnel ist der Bahnverwaltung wegen den von Anfang an einsetzenden Wasser- und Frostschäden als Sorgenkind bekannt und zwang sie wiederholt, umfangreiche Reparaturen ausführen zu lassen. Die weitreichenden Zerstörungen der Ausmauerung führten 1947 nach eingehenden Studien, Untersuchungen und Sondierungen zum Beschluss, unverzüglich einen Parallelstollen zu erstellen, da es aus Gründen der Betriebsicherheit nicht angängig erschien, die notwendigen Instandstellungen ohne Unterbrechung des Bahnverkehrs in Angriff zu nehmen. Auch liess man die zunächst gefasste Idee, den Vortrieb des neuen Tunnels teilweise von Querschlägen aus dem bestehenden zu fördern, mit den gleichen Ueberlegungen fallen und arbeitete ausschliesslich von den beiden Installationsplätzen der Nord- und Südseite aus. Der neue, einspurige Tunnel (der alte soll später ebenfalls einspurig betrieben werden) verläuft im allgemeinen in 97,5 m Abstand parallel zum alten und besitzt wie dieser ein Längsgefälle von 4 ‰ etwa von der Mitte aus gegen die Portale. Im Hinblick auf die kommende elektrische Traktion beträgt die lichte Profilhöhe 6,30 m über den Schwellen. Einzelheiten des Projektes finden sich in einem aufschlussreichen Aufsatz in der «Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins» vom 3. Januar 1950.

Die Bauarbeiten des 1154 m langen Tunnels (etwa 900 m ü. M.) setzten im September 1949 ein, im März 1951 erfolgte der Durchschlag, auf Ende dieses Jahres wird seine Fertigstellung erwartet. Beim Vortrieb zeigten sich beträchtliche Druckerscheinungen im Dolomitgebirge, das von Quarzitlagern, Talk- und Tonschiefern durchsetzt ist. Streckenweise erwies sich das Bergwasser als aggressiv, weshalb der einwandfreien Entwässerung und Abdichtung der bis 80 cm starken Verkleidung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Bei der angewandten, etwas modifizierten belgischen Bauweise gelangte die Kunz'sche Gewölbeabspriessung zur Anwendung. Es wird nach der Vollendung dieses, an zuständiger Stelle viel diskutierten Tunnelbaues Gelegenheit geben, auf die teilweise recht schwierige Bauausführung zurückzukommen.

Der zweigleisige Tauerntunnel (1220 m ü. M.) durchstösst hinter dem Nordportal auf etwa 350 m Länge den Schuttkegel des Höhkaar-Baches. Der nach 1901 in Angriff genommene Stollenbau in dem losen, wasserdurchtränkten und mit Bollensteinen durchsetzten Material stiess auf ausserordentliche Erschwernisse, so dass der Tagesfortschritt kaum einen Meter betrug. Bei einem katastrophalen Einbruch ergoss sich damals der den Tunnel in nur 20 bis 25 m Höhe kreuzende Bach mit einer Wasserführung von 4 m^3/s in die Baustrecke und verursachte grosse Schäden an Bauwerken und Installationen. In diesem Gebiet zeigte die Ausmauerung schon früh Defekte, die sich im Laufe der Zeit, trotz wiederholt ausgeführten Ausbesserungen, immer mehr ausdehnten und schliesslich hinsichtlich der Sicherheit des Zugverkehrs beängstigende Ausmasse annahmen. Das durch Fugen und Spalten regenartig in den Tunnel eindringende Wasser zerstörte durch seine aggressive Wirkung den Mörtelverband des Granitmauerwerkes und schwemmte Material mit, so dass infolge des erhöhten und ungleichmässigen Gebirgsdruckes Ge-