

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 70 (1952)  
**Heft:** 24

**Artikel:** Strassenverkehrsanalyse  
**Autor:** Ruckli, Robert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-59623>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Strassenverkehrsanalyse

Von PD. Dr. ROBERT RUCKLI, Ing., Adjunkt des Eidg. Oberbauinspektitates, Bern  
Vortrag aus dem Kurs für Strassenverkehrstechnik an der ETH (siehe Nr. 22, Seite 313)

DK 656.1.0011

Schluss von Seite 335

### D. Herkunft und Ziel des Verkehrs

#### 1. Allgemeine Problemstellung

Die Strasse ist Dienerin des Verkehrs, und zwar nicht nur des gegenwärtigen, sondern auch des zukünftigen. Sie soll so angelegt werden, dass auf ihr möglichst viele Verkehrsbedürfnisse sicher, rasch, wirtschaftlich und bequem befriedigt werden können. Jeder Planung hat daher die Feststellung dieser Verkehrsbedürfnisse voranzugehen. Die Kardinalfrage lautet: «Wer fährt wohin?» Damit gelangt man zum Problem der Bestimmung der Herkunft und des Ziels des Verkehrs. Zu seiner Lösung steht eine Reihe zum Teil neuer, in der Schweiz noch unbekannter Methoden zur Verfügung, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

#### 2. Erhebung ohne Kontaktnahme mit dem Fahrer

a) Registrierung der kantonalen oder ausländischen Herkunft des Motorfahrzeugs. Diese Methode wurde in grossem Umfang anlässlich der schweizerischen Verkehrszählung 1948/49 angewendet. Sie dient zur Untersuchung grosser Räume, also des ganzen Ueberlandstrassennetzes.

Die Ergebnisse solcher als Spezialzählungen bezeichneten Erhebungen lassen sich in Form von Tabellen, Verkehrskarten und des Verkehrsprofiles darstellen. Die Verkehrskarte gibt eine Art Momentaufnahme des von einem bestimmten Ursprungsort stammenden Verkehrs auf dem ganzen Strassennetz (Bild 6). Im Verkehrsprofil wird die Herkunft aller Motorfahrzeuge längs eines bestimmten Strassenzuges dargestellt (Bild 7).

Sowohl Karte wie Profil geben Aufschluss über die Verkehrsbedürfnisse. Beim Studium von Strassenverlegungsprojekten dienen sie zur Abschätzung der durch die Neuverlegung zu erwartenden Verkehrsverlagerung.

Die Unterscheidung der Herkunft kann sich auch auf die Feststellung des kantonseigenen, kantonsfremden und des ausländischen Verkehrs beschränken. Die Grösse des Eigenverkehrs im Verhältnis zum Gesamtverkehr gibt ein Mass für das Interesse eines Kantons an einer Strasse und damit eine Grundlage für die Finanzierung.

b) Registrierung der Polizeinummern. Mit Hilfe dieser Registrierung kann der im Untersuchungsgebiet zurückgelegte Weg jedes einzelnen Fahrzeuges verfolgt und in einen Plan eingetragen werden. Das Verfahren ist umständlich und wird heute kaum mehr angewandt.

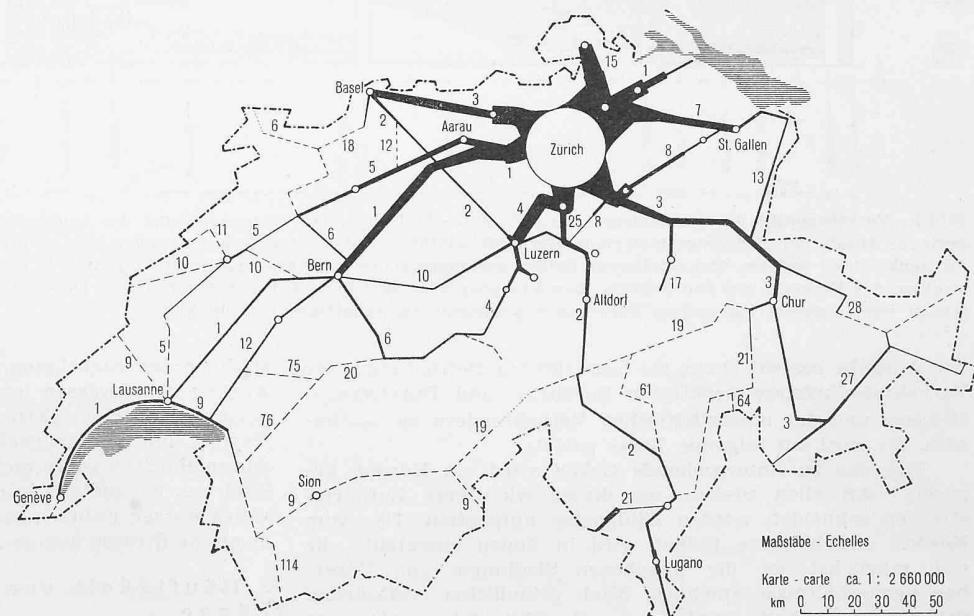
#### 3. Erhebungen durch Kontaktnahme mit dem Fahrer auf der Strasse

Diese unter II C 1 und 2 beschriebenen Verfahren eignen sich

vor allem für kleinere Städte, wo zum Beispiel im Rahmen der Regional- oder Ortsplanung der Anteil des Durchgangsverkehrs bzw. die Notwendigkeit und Lage von Umfahrungsstrassen bestimmt werden soll. Sie wurden in der Schweiz in der letzten Zeit hin und wieder mit gewissem Erfolg angewendet. Da aus praktischen Gründen die Zählposten am Strand aufgestellt werden müssen, liefert die Methode aber recht wenig Aufschlüsse über den Verkehr im Ortsinnern.

Zur Untersuchung des Verkehrs in einem bestimmten Gebiet, zum Beispiel einer Stadt und ihrer Vororte, wurden in Amerika in den letzten zehn Jahren neue Methoden ausgearbeitet und erprobt, die als «Origin-Destination Surveys» bezeichnet werden und die auch für uns von Interesse sind<sup>4)</sup>.

<sup>4)</sup> Origin-Destination Surveys and Traffic Volume Studies. Bibliography No. 11. Highway Research Board, 1951.



Die Nummern bezeichnen die Hauptstrassenzüge

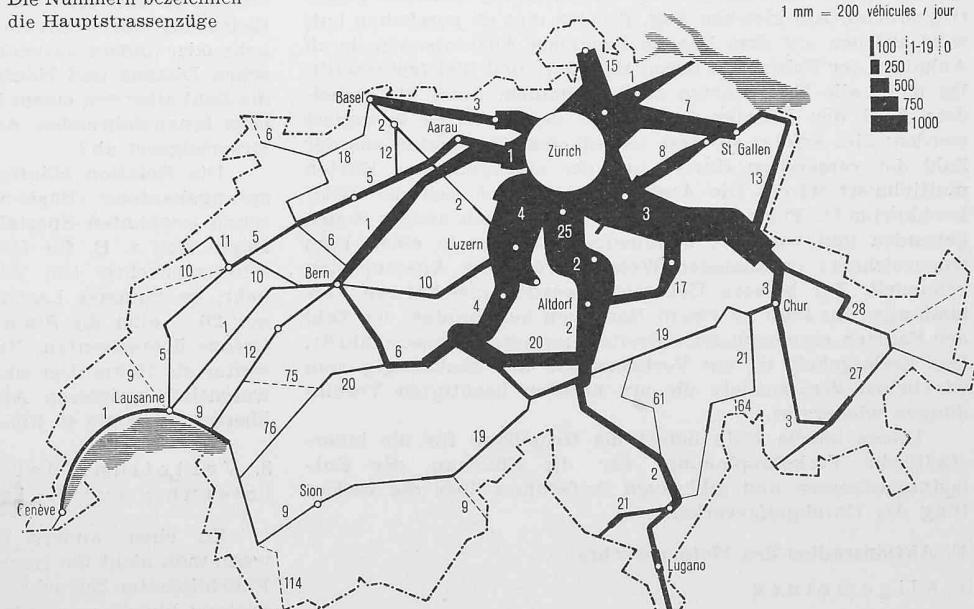


Bild 6. Inanspruchnahme des schweizerischen Hauptstrassennetzes durch Zürcher Automobile, oben an einem Werktag (9. Juli 1948) unten an einem Sonntag (22. August 1948). Die Breite des Verkehrsbandes entspricht dem Tagestotal. Das Bild ist eine Art Momentaufnahme des Zürcher Verkehrs. Der Sonntagsverkehr ist vor allem gegen das Alpengebiet gerichtet.

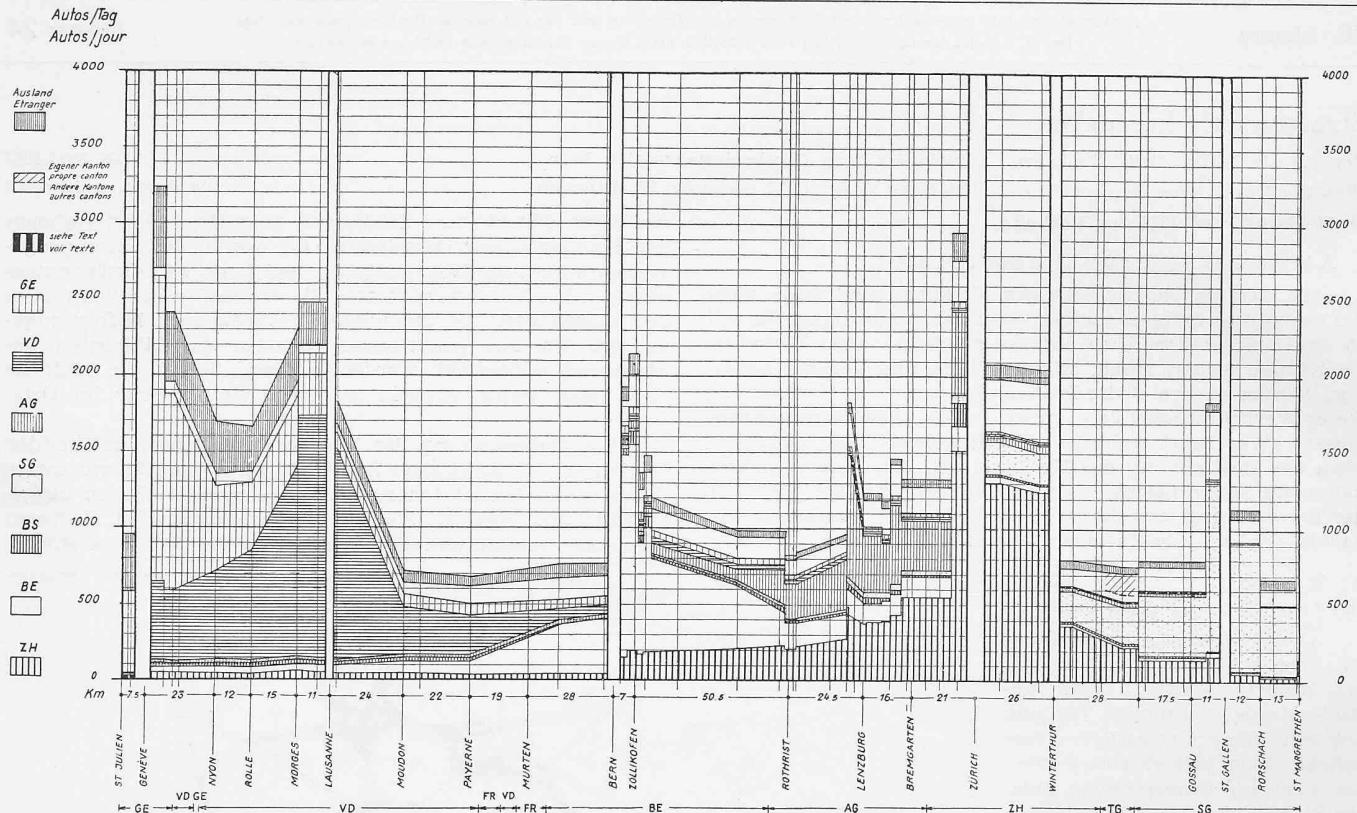


Bild 7. Verkehrsprofil der Hauptstrasse Nr. 1/7, Genf - St. Gallen, mit Unterscheidung der kantonalen Herkunft der Fahrzeuge. Wo wegen zu geringer Anzahl der Fahrzeuge bestimmte Herkunfts-kantone nicht mehr getrennt dargestellt werden konnten, wurden sie in einem Sammelband mit senkrechten weissen und schwarzen Balken zusammengefasst. Spezialverkehrszählung vom 9. Juli 1948. Das Profil zeigt deutlich das Ausstrahlen des Verkehrs aus den Städten. Der scheinbar kontinuierliche Verkehrsstrom dieser Durchgangsstrasse setzt sich von Abschnitt zu Abschnitt immer wieder aus andern Fahrzeugen zusammen (kettenartiges Verkehrsbild).

Die Aufgabe besteht darin, die Lage der zur Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse benötigten Zufahrts- und Durchgangsstrassen und der innerstädtischen Verkehrsadern zu bestimmen. Sie wird auf folgende Weise gelöst:

Um das zu untersuchende Gebiet wird ein Kordon gezogen. An allen Stellen, wo dieser wichtigere Zufahrtsstrassen schneidet, werden Zählposten aufgestellt. Das vom Kordon umschlossene Gebiet wird in Zonen eingeteilt, die sich möglichst an die gegebenen Siedlungs- und Ueberbauungsverhältnisse anlehnern. Nach gründlicher Aufklärung der Oeffentlichkeit werden an alle Motorfahrzeugbesitzer des abgegrenzten Gebietes Fragekarten gesandt, auf denen die an einem bestimmten Tag ausgeführten Fahrten einzutragen sind. Am gleichen Tag, für den dies zu geschehen hat, wird auf den auf dem Kordon liegenden Aussenposten durch Anhalten der Fahrzeuge deren Herkunft und Ziel festgestellt. Da nicht alle Fragekarten zurückkommen, muss die gemeldete Zahl der Fahrten im Innern des Gebietes korrigiert werden; dies erfolgt so, dass sie mit dem Quotienten aus der Zahl der versandten Karten und der eingegangenen Karten multipliziert wird. Die Auswertung bedient sich der IBM-Lochkarten<sup>5)</sup>. Für jede Zone werden alle nach andern Zonen gehenden und von dort kommenden Fahrten in einen Plan eingezeichnet; in analoger Weise werden die Aussenposten behandelt. Zur besseren Uebersicht werden gleichartige Verbindungen im Plan zu einem Band von bestimmter, der Zahl der Fahrten entsprechender Breite zusammengefasst (Bild 8). Das Endergebnis ist ein Verkehrsplan, der unabhängig vom wirklichen Strassennetz die am meisten benötigten Verbindungen wiedergibt.

Dieses ideelle Netz liefert die Grundlage für die innerstädtische Verkehrsplanung, für die Führung der Entlastungsstrassen und gibt auch Aufschluss über die Bedeutung des Durchgangsverkehrs.

#### E. Aktionsradius des Motorverkehrs

##### 1. Allgemeines

Eng verbunden mit der Frage nach Herkunft und Ziel ist jene nach dem Aktionsradius des Motorverkehrs. Bei der Auf-

stellung der Richtlinien für die Projektierung und für den Ausbau der Strassen ist es von Bedeutung, ob diese vorwiegend dem raschen Fern- und Transitverkehr oder mehr dem Rayon- und Lokalverkehr zu dienen haben; denn für den Automobilisten ist es nicht gleichgültig, ob er eine bestimmte Zahl von Kilometern in einer einzigen langen Fahrt oder auf vielen kurzen Fahrten zurückgelegt. Bei langen Fahrten stellt er an die Strasse höhere Anforderungen als bei kurzen.

##### 2. Häufigkeit von Autofahrten bestimmter Länge

Bei der Beurteilung von Strassenbau- und Verkehrsproblemen erhebt sich daher immer wieder die Frage nach der Bedeutung des Fernverkehrs im Verhältnis zum Gesamtverkehr oder anders ausgedrückt, nach dem Zusammenhang zwischen Distanz und Häufigkeit von Autofahrten. Wie nimmt die Zahl aller von einem Ursprungsort auf das Hauptstrassennetz hinausfahrenden Automobile mit der Entfernung vom Ursprungsort ab?

Die Relation Häufigkeit/Distanz wurde für einige Ursprungskantone (Basel-Stadt, Genf und Zürich) durch die schon erwähnten Spezialzählungen aufgedeckt (Bild 9). Es zeigte sich z. B. für Basel, dass der Aktionsradius des Geschäftsverkehrs (im Winter Personen- und Lastwagenverkehr, im Sommer Lastwagenverkehr) recht klein ist, indem nur 20 % aller die Stadt verlassenden Fahrzeuge die 35 km-Grenze überschreiten. Nur die Hälfte aller Automobile fährt weiter als 15 km. Der sommerliche Sonntagsverkehr hat einen wesentlich grösseren Aktionsradius; 50 % aller Fahrzeuge überschreiten die 45 km- und 20 % die 140 km-Grenze.

##### 3. Verteilung der gesamten Fahrkilometerleistung auf Reisen verschiedener Länge

Zu einer andern Häufigkeitsverteilung gelangt man, wenn man nicht die einzelnen Fahrten, sondern die geleisteten Fahrkilometer betrachtet. Die auf Reisen über eine bestimmte Distanz hinaus zustande gekommenen Fahrleistungen lassen sich durch Integration der Häufigkeitskurve berechnen. Es ergibt sich dabei, dass selbst im Geschäftsverkehr die Hälfte aller auf dem Ueberlandstrassennetz geleisteten Fahrkilometer auf Fahrten zustande kommen, die über die 60 km-

<sup>5)</sup> Traffic Surveys by Post Cards, Highway Res. Bd., Bulletin No. 41, 1951.

Bilder 8a bis 8d. Analyse über die Herkunft und das Ziel des Verkehrs der Stadtregion von Greater Kansas City (USA). Entnommen aus: Picton, J. M.; Application of Origin and Destination Traffic Data in Planning Highway Facilities for Greater Kansas City. «Proc. 25th ann. meet. Highway Res. Bd.», 1945.



Bild 8a. Interner Verkehr zwischen den einzelnen Zonen; 300 und mehr Fahrten täglich.



Bild 8b. Interner Verkehr zwischen den einzelnen Zonen; 150 bis 299 Fahrten täglich.

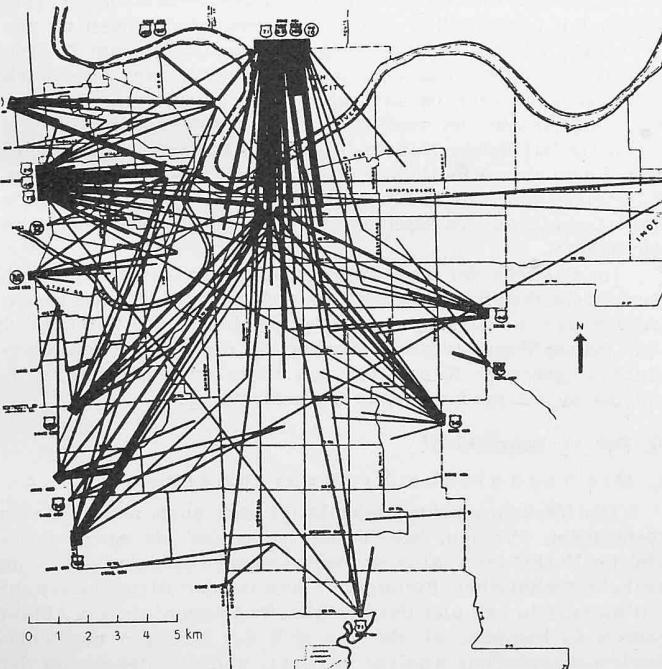


Bild 8c. Von und nach aussen gehender Verkehr aus den einzelnen Zonen; 100 und mehr Fahrten täglich.

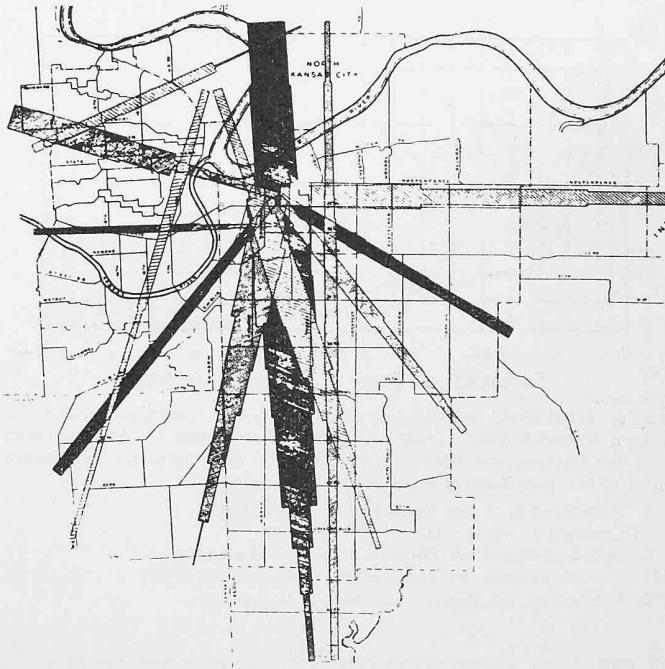


Bild 8d. Karte der am meisten gewünschten Verbindungen; diese ideellen Verkehrslinien wurden ohne Rücksicht auf die wirkliche Lage des Strassennetzes aufgezeichnet. Die Breite des Bandes ist der täglichen Verkehrsmenge proportional.

Grenze hinausgehen. Im Sommersonntagsverkehr werden 50 % der Fahrkilometer anlässlich Reisen von weiter als 130 km zurückgelegt (Bild 10).

#### 4. Folgerungen

Aus diesen zwei Relationen, Häufigkeit/Distanz und Fahrleistungen/Distanz, ergibt sich folgender Schluss: Im Bannkreis der Städte werden die Strassenbauaufgaben durch die häufigen, jedoch verhältnismässig kurzen Autofahrten bestimmt; die Hauptprobleme lassen sich in den Stichworten Kapazität der Strasse, verkehrstechnische Dimensionierung und Flüssigkeit des Verkehrs zusammenfassen. Auf den Ueberlandstrecken gewinnt der Fernverkehr an Gewicht. Er verlangt gestreckte und vor allem übersichtliche Trassen,

die eine sichere, rasche und bequeme Fahrt gestatten. Diese Forderung ist bei der Festlegung der Normalien und Richtlinien massgebend.

#### F. Zweck und Oekonomie des Verkehrs

##### 1. Das Interesse am Kriterium

Beim Problem der Dimensionierung der Strassen wird der Verkehr ohne Rücksicht auf seinen Zweck und seine ökonomische Qualität in seiner Gesamtheit genommen, so wie er gegenwärtig oder künftig anfällt; die Strassenanlage muss in der Breite so bemessen werden, dass sie den zu erwartenden Verkehrsstrom störungsfrei zu schlucken vermag. Schon etwas anders liegen die Verhältnisse bei der Strassen-

und Verkehrsplanung, denn diese soll auf die Bedürfnisse ausgerichtet werden, die ihrerseits vom Zweck des Verkehrs abhängen. Hier gibt es solche, die vor andern den Vorrang haben. Bei der Wertung gelten vor allem ökonomische Kriterien. Noch stärker tritt der Zweck des Verkehrs bei der Behandlung verkehrspolitischer und finanzieller Probleme in den Vordergrund. Da die Verkehrsanalyse allen Interessenten über alle Aspekte der Verkehrsstruktur in umfassender Weise Aufschluss erteilen soll, bildet die ökonomische Seite ebenfalls ein Kriterium der Analyse.

## 2. Der Zweck des Verkehrs

Unter I wurde gezeigt, dass dem Verkehr entweder ökonomische oder dann rekreative Bedürfnisse zugrunde liegen. Die unter A, B und C hier vor genannten Kriterien der Strassenbenützerkategorien und des zeitlichen und örtlichen Verlaufs des Verkehrs gestatten bereits eine recht zuverlässige Scheidung dieser beiden Verkehre. Noch detailliertere Angaben können mit Hilfe von Interviews gewonnen werden.

## 3. Der koordinierte Verkehr

Die Verkehrskoordination läuft darauf hinaus, die verschiedenen Verkehrsträger — Strasse, Eisenbahn, Schiffahrt und Luftfahrt — durch den Staat so zu behandeln, dass keiner so begünstigt oder so benachteiligt wird, dass darunter das Verkehrswesen als Ganzes und damit die Volkswirtschaft Schaden erlitte. Von den drei Verkehrsarten Motorradverkehr, Personenwagenverkehr und Schwerverkehr (Lastwagen und Cars) bildet der Verkehr gegen Entgelt, also der Schwerverkehr, das Objekt der Koordinationsbestrebungen, denn dieser steht in erster Linie in Konkurrenz mit den Bahnen. Und von diesem interessiert weniger der weitverzweigte Flächenverkehr als der Linienverkehr, der parallel zu den Eisenbahnen verläuft.

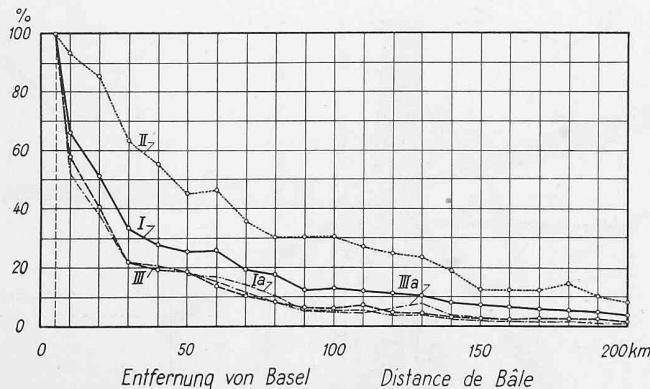


Bild 9. Häufigkeit der auf dem schweizerischen Hauptstrassennetz in beiden Fahrtrichtungen gezählten Basler Automobile in Abhängigkeit von der Distanz von Basel, ausgedrückt in Prozenten der am Stadtrand (5 km vom Zentrum) festgestellten Anzahl.

I Personenwagen, am Freitag, den 9. Juli 1948.

II Lastwagen, am Freitag, den 9. Juli 1948.

III Personenwagen, am Sonntag, den 22. August 1948.

IIIa Lastwagen, am Donnerstag, den 13. Januar 1948.

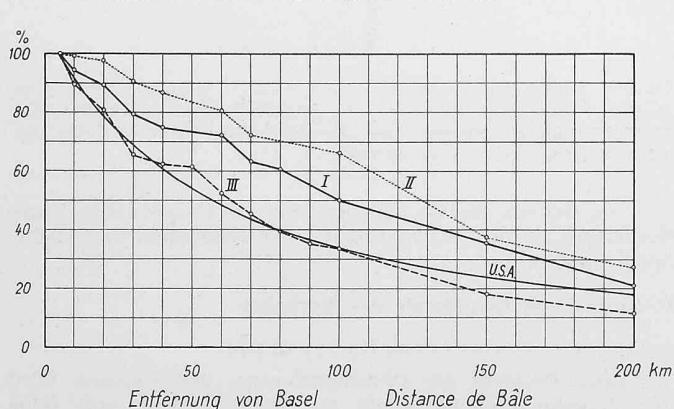


Bild 10. Die von den Basler Personenwagen gefahrenen Kilometer, die auf Reisen zurückgelegt wurden, welche über eine bestimmte Distanz von Basel hinausgehen, ausgedrückt in Prozenten der gesamten Fahrleistung der Basler auf dem Hauptstrassennetz. Bedeutung der römischen Zahlen wie in Bild 9.

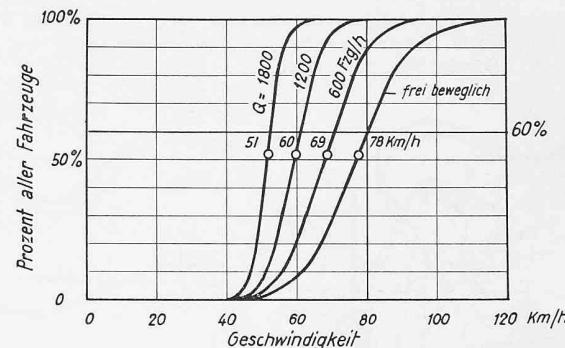


Bild 11. Summenkurve der Geschwindigkeitsverteilung aller Fahrzeuge bei verschiedenen Verkehrs mengen (Parameter) auf einer horizontalen geraden zweispurigen Schnellverkehrsstrasse (ideale Verhältnisse). Die Kurven geben an, wieviel Prozent aller Fahrer langsamer fahren als eine gegebene Geschwindigkeit. Bei kleiner Verkehrs Menge (frei beweglich) fahren 80 Prozent aller Fahrer langsamer als 87 km/h und nur 20 Prozent langsamer als 67 km/h. Die Kreise geben die mittlere Geschwindigkeit aller Fahrzeuge bei einer gegebenen Verkehrs Menge Q an. (Amerikanische Messungen. Die Bilder 11, 12 und 13 wurden entnommen aus «Higway Capacity Manuel», 1950.)

Bei der Durchführung und Auswertung von Verkehrszählungen muss daher zwischen dem koordinierbaren und dem nicht koordinierbaren Verkehr unterschieden werden (Bild 5).

## 4. Privater Verkehr — Öffentlicher Verkehr

Neben dem Problem der ökonomischen Verkehrscoordination besteht in den verkehrsüberlasteten Städten noch das Problem der technischen Koordination des privaten und des öffentlichen Verkehrs. Es ist Aufgabe der Verkehrsanalyse, die Bedeutung und die Ansprüche dieser verschiedenen Verkehrsarten festzustellen und bei Interessenkonflikten zu untersuchen, welches Gebiet jedem Verkehrsträger zum Nutzen der Allgemeinheit zugewiesen werden soll; sie wird auch herangezogen, wenn es gilt, unter Berücksichtigung der Verkehrsbedürfnisse, der verkehrstechnischen Möglichkeiten und der wirtschaftlichen Notwendigkeit die für jeden Fall geeignete Form des öffentlichen Verkehrs zu bestimmen (Tram, Trolleybus oder Autobus). Das Endziel ist ja eine optimale Bewirtschaftung des Mangelgutes öffentlicher Verkehrsraum der Städte.

Im Bereich der ökonomischen Koordination machen sich die verschiedenen Verkehrsträger und insbesondere die Eisenbahnen und die Strasse die Beute, das heißt den Verfrachter bzw. seinen Transportpreis, streitig; bei der technischen Koordination geht der Kampf um den Platz an der Sonne, d. h. um die zu knapp gewordene Verkehrsfläche.

## G. Der Verkehrsablauf

### 1. Die technische Verkehrsanalyse

Die Verkehrsanalyse beschäftigt sich auch mit dem rein technischen Problem des Verkehrsablaufes, da auch dieser ein die Verkehrsstruktur mitbestimmendes Element ist. Vom verkehrstechnischen Standpunkt aus ist der Strassenverkehr ein kinematisches und dynamisches Phänomen, dessen Ablauf jedoch so komplex ist, dass es sich der strengen mathematisch-mechanischen Analyse entzieht, und das daher von der statistischen Seite her betrachtet werden muss. Über den Weg und die Geschwindigkeit eines einzelnen Fahrzeuges lassen sich keine allgemeinen Aussagen machen, da dieses von außen besessen vom Zufall geleitet wird; dagegen bestehen stochastische, d. h. wahrscheinlichkeits-theoretische Zusammenhänge zwischen dem Kollektiv aller Fahrzeuge, also Verkehrs menge, Verkehrsart, Geschwindigkeit und Lage der Fahrzeuge in der Fahrbahn. Diese statistischen Relationen zu erforschen, ist ebenfalls Aufgabe der Verkehrsanalyse. Als massgebende Kriterien greifen wir die Geschwindigkeit und den Fahrweg heraus.

### 2. Geschwindigkeit (V) und Verkehrs menge (Q); die Kapazität

a) Die gewünschte Geschwindigkeit. Auf einer horizontalen, geraden, zweispurigen Strasse, deren Fahrbahn sich in gutem Zustand befindet und auf der der Verkehr weder durch seitliche Einmündungen noch zu geringe Abstände irgendwelcher strasseneigener oder -fremder Anlagen beeinträchtigt

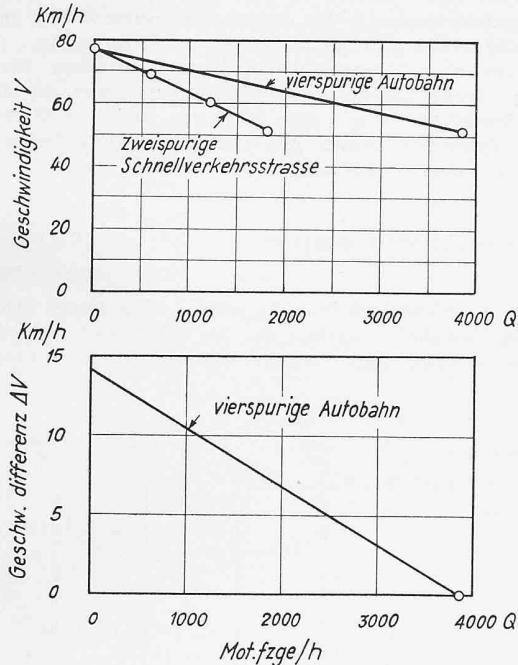


Bild 12 oben. Die mittlere Geschwindigkeit  $V$  in Abhängigkeit von der Verkehrsmenge  $Q$ , auf einer zweispurigen Schnellverkehrsstrasse und in einer Richtung auf einer vierpurigen geteilten Autobahn. Die Kreise auf der untern Linie entsprechen jenen von Bild 11.

Bild 12 unten. Die mittlere Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta V$  in Abhängigkeit vor der Verkehrsmenge in einer Richtung einer vierpurigen geteilten Autobahn. Bei einer Verkehrsmenge von 3900 Fahrzeugen in einer Richtung (im Mittel also 1950 Fahrzeuge pro Spur) fahren alle in Kolonne. Die Kapazität einer Strasse lässt sich schon aus wenigen Beobachtungen bei geringer und mittlerer Verkehrsmenge in der Weise voraussagen, dass die Gerade bis zum Schnitt mit der Abszissenaxe verlängert wird; im Schnittpunkt  $\Delta V = 0$  fahren alle Fahrzeuge in Kolonne, die Kapazität ist erreicht. Auf Grund des zwischen dem Fahrzeugbestand und der Verkehrsmenge bestehenden Zusammenhangs kann so vorausgesagt werden, wann die Strasse dem Verkehr nicht mehr genügen wird.

wird, stellt sich eine ganz bestimmte Verteilung der Geschwindigkeit der einzelnen Fahrzeuge ein, sofern der Verkehr so gering ist, dass sich diese gegenseitig nicht beeinflussen. Es hat unter ihnen langsame, mittlere und schnelle. Es stehen heute besonders konstruierte elektrische Apparate zur Verfügung, mit denen die Geschwindigkeit jedes Fahrzeuges und dazu die Verkehrsmenge, getrennt nach Richtungen, automatisch gemessen werden kann. Aus diesen Messungen lässt sich eine Summenkurve konstruieren, die angibt, wieviele Prozente aller Fahrer eine bestimmte Geschwindigkeit überschreiten. Diese Kurve stellt die von allen Fahrern gewünschten Geschwindigkeiten dar, denn dank der vorausgesetzten idealen Verhältnisse kann ja jeder das ihm entsprechende Tempo einhalten (Bild 11).

b) Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeitsverteilung und der Verkehrsmenge. Mit zunehmendem Verkehr nimmt die Möglichkeit der Aufrechterhaltung der gewünschten Geschwindigkeit ab, die Geschwindigkeitsverteilungskurve wird steiler. In Amerika wurde gefunden, dass die mittlere Geschwindigkeit aller Fahrzeuge mit wachsender Verkehrsmenge linear zurückgeht (Bild 12 oben). Mit Hilfe der Kurve der gewünschten Geschwindigkeiten ist es möglich, die Wahl der in den Strassenbauormalien auftretenden «Ausbaugeschwindigkeit» kritisch zu überprüfen.

c) Die Geschwindigkeitsdifferenz sich folgender Fahrzeuge. Berechnet man paarweise die mittleren Geschwindigkeitsdifferenzen aller sich folgenden Fahrzeuge und trägt man diese wiederum in Funktion der Verkehrsmenge grafisch auf, so ergibt sich mit wachsendem Verkehr ebenfalls eine lineare Abnahme der Differenzen. Dort, wo die schräg nach rechts fallende Linie die Abszissenaxe (Verkehrsmenge) schneidet,  $\Delta V$  also zu null wird, fahren alle Fahrzeuge in Kolonne, und die Kapazität ist erreicht (Bild 12 unten).

d) Geschwindigkeitsverteilung bei gemischemtem Motor- und Radverkehr. Für die schweizerische Strassenbauforschung stellt sich nun die Aufgabe, die in Amerika ent-

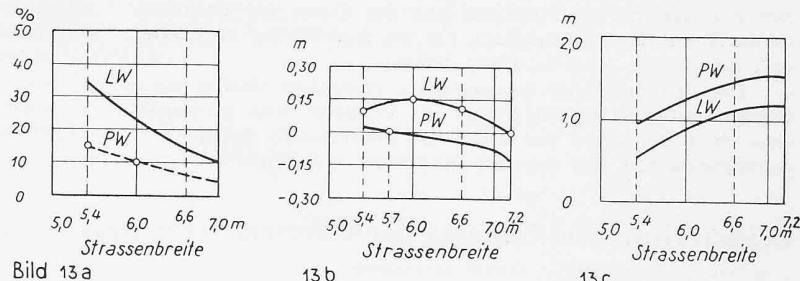


Bild 13a. Verhalten der freibeweglichen Fahrzeuge (geringer Verkehr). Anteil der Fahrzeuge in Prozent, die teilweise in die linke Spur fahren in Abhängigkeit von der Strassenbreite (Amerikanische Beobachtungen).

Bilder 13b und 13c. Verhalten der Fahrzeuge beim Kreuzen: Lage der Fahrzeuge (Längsaxe) in bezug auf die Spurmitte (b) und lichter Abstand der sich kreuzenden Fahrzeuge (c) in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite.

wickelten Methoden für unsere speziellen Bedürfnisse zu erweitern und auf den gemischten Verkehr auszudehnen; wegen der andersartigen Zusammensetzung des Fahrzeugparkes werden sicher andere Q-V-Relationen bestehen. Das Ziel ist die Aufstellung einer Q-V-Funktion für die Autos, in der die Dichte des Radverkehrs als Parameter auftritt. Es besteht dann vielleicht auch die Möglichkeit, für den Fahrradverkehr sog. Gleichwerte zu finden, die angeben, wieviele Radfahrer hinsichtlich der Beanspruchung der Strasse vom Gesichtspunkt der Kapazität aus einem Personenauto gleichzusetzen sind. Die Lösung dieser Aufgabe liegt nicht nur im verkehrstechnischen, sondern auch im eminent verkehrspolitischen Interesse.

e) Die zulässige Verkehrsmenge. Weit schwieriger als die Bestimmung der Kapazität einer Strasse ist die Festlegung der für die Dimensionierung massgebenden zulässigen Verkehrsmenge. Diese steht zur Kapazität in analoger Beziehung wie die zulässige Beanspruchung eines Baustoffes zu dessen Bruchfestigkeit. Es muss hier davon abgesehen werden, die zu ihrer Bestimmung verwendeten Methoden der Verkehrsanalyse zu beschreiben, da dies den Rahmen des Aufsatzes weit überschreiten würde.

### 3. Der Fahrweg; die Lage der Fahrzeuge auf der Fahrbahn

Für die wirtschaftliche Ausnützung einer gegebenen Verkehrsanlage ist es entscheidend, ob das einzelne Fahrzeug die ihm zukommende Fahrspur einhält oder nicht. Je besser die Fahrweise, um so grösser wird die Kapazität einer Strasse. Die Verkehrsanalyse hat daher auch zum Ziel, Untersuchungen über das Verhalten der verschiedenen Strassenbenutzerkategorien anzustellen (Bild 13). Die Ergebnisse werden wertvolle Hinweise für die Dimensionierung der Strassen und die Wahl der wirtschaftlichsten Spurbreite liefern. Wegen der jedem Lande eigenen Verkehrsstruktur können ausländische Untersuchungsergebnisse nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen werden.

### SCHLUSSBEMERKUNGEN

In der Praxis wird es nicht notwendig sein, bei jeder Verkehrsanalyse alle vorstehend betrachteten Kriterien zu berücksichtigen. Je nach der Aufgabenstellung werden mehr die verkehrspolitischen, ökonomischen, planerischen oder technischen Belange im Vordergrund stehen.

Ein erster Anfang zur gesamthaften Verkehrsanalyse wurde für das Hauptstrassennetz bei der Durchführung und Auswertung der schweizerischen Verkehrszählung 1948/1949 gemacht. Andere wertvolle Arbeiten, die leider in der Regel nicht publiziert werden, werden im Schosse von Regionalplanungsgruppen und durch Ortsplaner geleistet. Doch harrt noch eine Reihe wichtiger Probleme und Aufgaben der Lösung, und viel bleibt der schweizerischen Strassenbauforschung noch zu tun. Zu nennen sind im Bereich des Hauptstrassennetzes die Einrichtung der erwähnten automatischen Verkehrszähler und die statistische Verarbeitung der Ergebnisse, die Untersuchungen über die Kapazität von Strassen mit gemischemtem Verkehr — ein Problem, das sowohl den Kantons- wie den Stadtgenieur interessiert — und die Entwicklung eines unseres Verhältnissen angepassten Verfahrens

zur Feststellung der Herkunft und des Ziels des Verkehrs, deren Kenntnis die Grundlage für die Aufstellung regionaler und städtischer Verkehrspläne bildet.

Die Lösung dieser interessanten Aufgaben dürfte heute weniger eine finanzielle Frage als vielmehr eine personelle sein, denn der Bund hat heute die Möglichkeit, solche Forschungsarbeiten aus den Kantonen zufallenden Benzin-

zollhälfte zu subventionieren. Es stehen für diesen Zweck in den Jahren 1950—1954 jährlich 50 000 Fr. zur Verfügung.

Möge es der Zusammenarbeit von Bund, Kantonen, Gemeinden, Hochschulinstituten und Verbänden gelingen, durch gemeinsame Forschungsarbeit den Behörden und der Wirtschaft die analytischen Grundlagen für die Weiterentwicklung unseres Strassenwesens zu liefern.

## Zeichnerische Bestimmung der Wärmeübergangszahl kondensierender Dämpfe

Von Prof. Dr. Ing. habil. J. BÖHM, Alexandria

### b) Arbeitsblätter für einige Fälle

Da die Wärmeübergangszahl für laminaren und turbulenten Film verschieden ist, sind immer zwei Nomogramme für

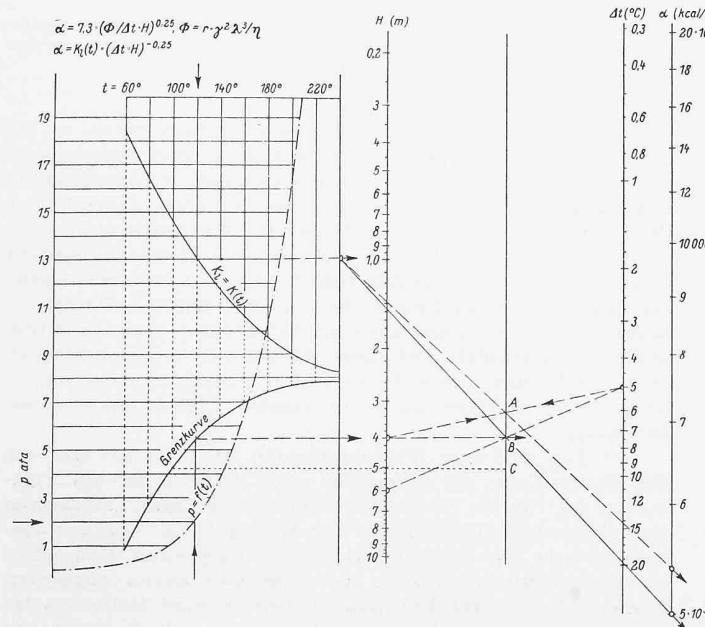


Bild 6. Nomogramm bei laminarem Abfluss. Eingezeichnetes Beispiel: Wasserdampf, vertikales Rohr, laminarer Abfluss,  $H = 4$  m,  $\Delta t = 50$  °C,  $t = 200$  °C gibt  $\alpha_m = 5300 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^0 \text{ C}$ .

Bilder 6 und 7 gelten für Wasserdampf und für senkrechte Austauschfläche.

den gesamten Kondensationsbereich nötig. Man muss also gleichzeitig ein Verfahren angeben, das die Wahl des richtigen Nomogrammes gemäss dem voraussichtlichen Filmcharakter

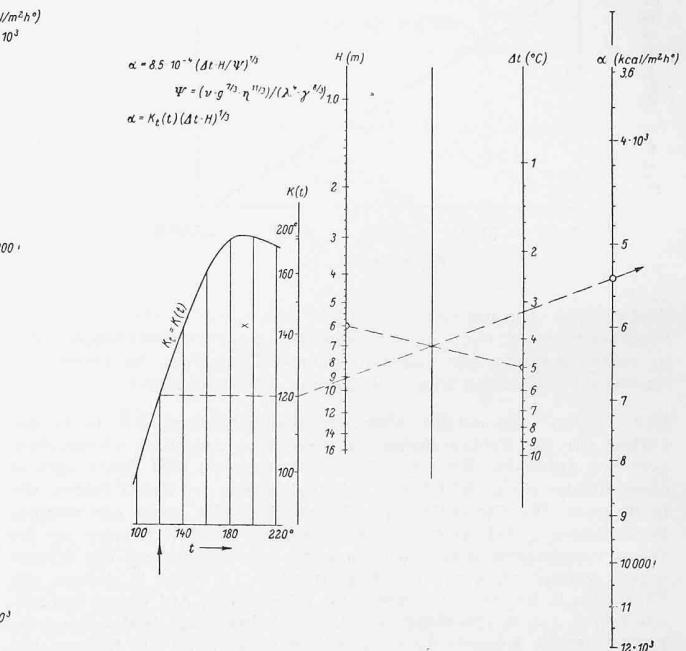


Bild 7. Nomogramm bei turbulentem Abfluss. Eingezeichnetes Beispiel: Wasserdampf, vertikales Rohr, turbulenter Film,  $H = 6$  m,  $\Delta t = 50$  °C,  $t = 120$  °C gibt  $\alpha_m = 5400 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^0 \text{ C}$ . Bei irrtümlicher Benutzung von Bild 6 würde man erhalten  $\alpha_m = 5000 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^0 \text{ C}$ .

ermöglicht. Zwei solcher Möglichkeiten werden bei den nun folgenden Arbeitsblättern gezeigt. Bilder 6 und 7 sind Nomogramme für Wasserdampf nach Schema A und zwar für laminaren und turbulenten Film bei lotrechter Austauschfläche, und Bild 8 für liegende Rohre mit laminarem Ablauf [13]. Zur Wahl der Nomogramme in bezug auf den Filmcharakter dient die Grenzkurve in Bild 6. Sobald der Schnittpunkt A der Geraden von  $H$  nach  $\Delta t$  auf der Zapfenlinie unter den Schnittpunkt B der Projektion fällt, die aus dem Schnittpunkt der Filmtemperatur ( $120$  °C) mit der Grenzkurve zur Zapfenlinie gezogen wird, wird der Abfluss turbulent. In diesem Fall muss zur Bestimmung der Wärmeübergangszahl Bild 7 verwendet werden.

Auf Bild 9 ist ein Nomogramm nach Schema B dargestellt, das für eine Reihe von Dämpfen für laminaren Film anwendbar ist. Es ist in ähnlicher Form in amerikanischen Handbüchern zu finden, wie z. B. in Perry Chemical Engineer's Handbook und wurde ursprünglich von Chilton und seinen Mitarbeitern [14] ausgearbeitet. Seine Handhabung bedarf keiner besonderen Erklärung.

Bild 10 ist ein Sondernomogramm nach Schema A. Es gilt für liegende Rohre von etwa 50 mm Außendurchmesser bei atmosphärischem Druck und ermöglicht die Bestimmung der Wärmeübergangszahl von 17 organischen Dämpfen. Seine Urform stammt von Othmer und Berman [15].

Bilder 11 und 12 sind Nomogramme, die für kondensierenden Wasserdampf gemäss Schema C entwickelt wurden; Bild 11 gilt für turbulenten, Bild 12 für laminaren Ablauf des Kondensatfilms. Die Bestimmung der Wärmeübergangszahl zerfällt in zwei Vorgänge, nämlich 1. die richtige Wahl des Nomogrammes entsprechend dem zu erwartenden Kondensatabfluss, und 2. die eigentliche Bestimmung der Wärmeübergangszahl im Nomogramm.

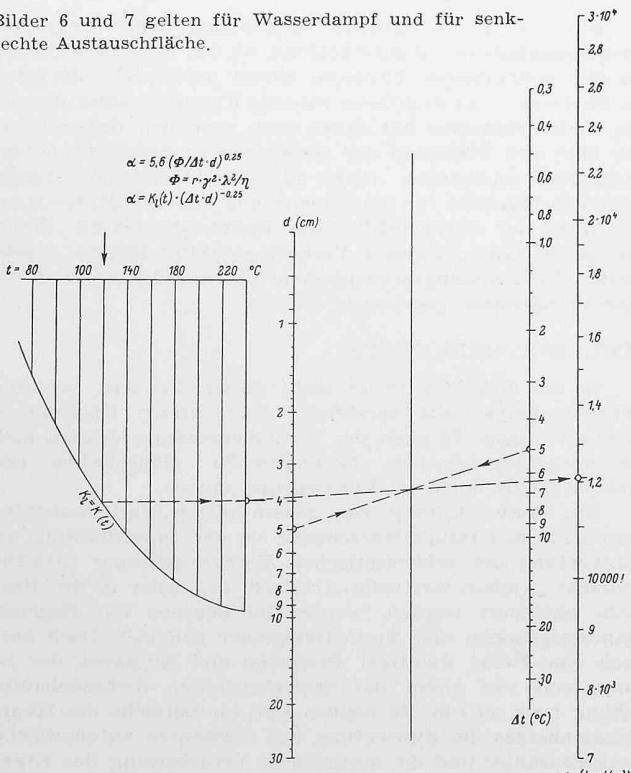


Bild 8. Nomogramm für Wasserdampf für liegende Rohre mit laminarem Abfluss. Eingezeichnetes Beispiel: Wasserdampf, horizontales Rohr, laminarer Film,  $d = 50$  mm,  $\Delta t = 50$  °C,  $t = 180$  °C gibt  $\alpha_m = 12200 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^0 \text{ C}$ .

70. Jg. Nr. 24