

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69 (1951)
Heft: 27

Artikel: Die Verkehrsregelung auf dem Bürkliplatz in Zürich
Autor: Thommen, H.W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-58888>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Die Verkehrsregelung auf dem Bürkliplatz in Zürich

DK 656.1.051 (494.34)

Von H. W. THOMMEN, Zürich

Die Ausgangslage

Am Bürkliplatz (Bild 1) stossen mehrere, die Zürcher City von Norden nach Süden durchziehende Verkehrswege auf den Kranz von Uferstrassen, der die ganze untere Bucht des Zürichsees umsäumt. Die Platzanlage, die anfangs der dreissiger Jahre nach den damals zur Verfügung stehenden verkehrstechnischen Erkenntnissen und geltenden Masstäben der Verkehrsplanung weitblickend und grosszügig projektiert worden war, erwies sich als bemerkenswert leistungsfähig und ermöglichte trotz der unaufhörlichen Zunahme der Motorfahrzeuge bis in die jüngste Zeit hinein eine durchaus flüssige und verhältnismässig sichere Verkehrsabwicklung. Diese war lediglich durch den Richtungsbetrieb in den beiden Längsfahrbahnen des Platzes gekennzeichnet, der weitgehend auch die Verkehrsbewegungen an den beiden Platzenden steuerte. Weitere Sondervorschriften an die Adresse der Strassenbenützer bestanden nicht. Es herrschte insbesondere kein Kreiselverkehr um die Mittelinsel des Platzes herum. Sämtliche Fahrzeugführer fanden auf allen seinen Teilen und in den anschliessenden Strassen ihren Weg leicht nach jedem beliebigen Fahrziel. Zwei Umstände erleichterten das Verkehrsgetriebe: der Einbahnverkehr in den an den Platz anstossenden Abschnitten von Stadthausquai und Fraumünsterstrasse und die Sperrung der direkten Einfahrt in die Talstrasse, die nur von der Bahnhofstrasse aus durch die kurze unbenannte, auf den Eingang des Hotels Baur au Lac zu führende Strasse erreichbar war, die wir der Einfachheit halber «X-Gasse» nennen (Bild 3 links).

In dieser Verkehrsordnung trat dadurch ein Wechsel ein, dass die im Ausbau zur Entlastungsstrasse für die City befindliche Talstrasse durchgehend für beide Fahrrichtungen freigegeben wurde. Das hatte zur Folge, dass die vom Platz her in die Talstrasse einfahrenden Vehikel den Nord-Süd-Verkehr der Bahnhofstrasse in schieferm Winkel an einer Stelle zu kreuzen haben, wo bisher keine zueinander feindliche Verkehrsbewegungen stattfanden. Ein neuer Schnitt- und Gefahrenpunkt entstand, der infolge der örtlichen Gegebenheiten als sehr kritisch betrachtet werden musste.

Die verantwortlichen Instanzen der Stadt gaben sich Rechenschaft über die Gefährlichkeit dieser Sachlage und trafen vor der Freigabe der Einfahrt in die Talstrasse Massnahmen, die eine sichere Verkehrsabwicklung auch nach durchgehender Öffnung der Talstrasse für beide Fahrrichtungen gewährleisten sollten. Diese Massnahmen bestanden in der Einführung des heute geltenden allgemeinen Verkehrsregimes auf dem ganzen Bürkliplatz und in der Errichtung der Lichtsignal-Anlage in dessen Westteil, die nach den Angaben der Polizei von der bekannten Berner Firma Hasler AG. geliefert wurde. Sie steht seit Mitte März 1951 in Betrieb.

Das neue Verkehrsregime

Die heutige Verkehrsordnung auf dem Bürkliplatz (Bild 2) ist (abgesehen von der Einführung des teils automatischen, teils fahrzeuggesteuerten Go- & Stop-Betriebes im Bereich der Lichtsignalanlage) vor allem dadurch gekennzeichnet, dass aller den westlichen Platzteil berührende Fahrverkehr in eine Kreisbewegung rund um die grosse Längsinsel des Platzes einbezogen ist, während sich der Verkehr zwischen Quaibrücke einerseits, Stadthausquai und Fraumünsterstrasse andererseits in beiden Richtungen ohne Einordnung in diesen «Hauptkreisel» direkt über den östlichen Platzteil und den dortigen kleinen Teilkreisel abspielt. Zur Verwirklichung dieses «grossen» Kreisverkehrs mussten vor allem zwei sehr tief in den bisherigen Verkehrszustand einschneidende Massnahmen getroffen werden. Erstens darf heute von der Bahnhofstrasse aus nicht mehr unmittelbar nach rechts zum Alpenquai abgebogen werden. Fahrzeugführer, die diesen Weg einschlagen wollen, haben vielmehr durch die X-Gasse nach der Talstrasse hinüberzuwechseln, von wo aus sie zum Alpenquai abbiegen können. Verfehlen sie dagegen die Abzweigung nach der ge-

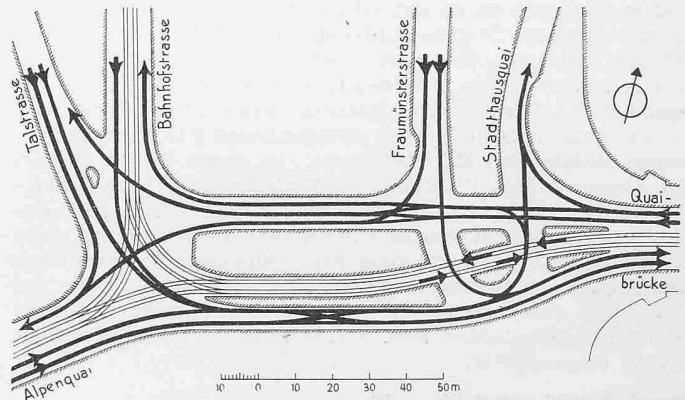


Bild 2. Bürkliplatz, bauliche Gestalt und heutige Verkehrsführung; Masstab 1:2000. Links das westliche Platzende, wo der Verkehr durch Lichtsignale geregelt ist. Rechts der Brückenkopf der Quaibrücke, wo sich der starke Linksabbiegeverkehr vom Alpenquai nach der Innenstadt völlig unbeaufsichtigt und ungeregelt mit den Fahrbewegungen der Strassenbahn und des Verkehrs zwischen Bellevueplatz und linkem Limmatufer auseinanderzusetzen hat



Bild 1. Zürich, See-Ende und Limmat vor dem Umbau des Bürkliplatzes. Phot. Beringer & Pampaluchi.

- A Alpenquai
- B Bellevueplatz
- Ba Bahnhofstrasse
- Bü Bürkliplatz
- F Fraumünsterstrasse
- HB Hauptbahnhof
- L Limmatquai
- P Paradeplatz
- Q Quaibrücke
- R Rämistrasse
- T Talstrasse

nannten Querverbindung und gelangen sie ganz ans Ende der Bahnhofstrasse, so bleibt ihnen nichts übrig, als den ganzen Platz zu umfahren, um nach Beschreibung eines vollen «Kreises» um die Mittelinsel und nach Kreuzung ihrer eigenen Fahrbahn endlich wenige Meter neben der Stelle, wo sie ursprünglich nach rechts abschnellen wollten, auf den Alpenquai zu gelangen.

Zweitens ist heute auch das unmittelbare Linksabbiegen vom Alpenquai in die Bahnhofstrasse verboten, das geradezu eine Dominante des bisherigen Verkehrsbetriebes auf dem Bürkliplatz war. Fahrer, die heute vom Alpenquai in die Bahnhofstrasse oder zum Paradeplatz gelangen wollen, haben daher den ganzen Platz bis zur Quai-Brücke zu umfahren, wo es ihnen freisteht, direkt nach dem Stadthausquai zu steuern und Bahnhofstrasse und Paradeplatz durch Börsen- oder Poststrasse zu erreichen oder auf dem Bürkliplatz selbst zu wenden, um ihrem Ziele über dessen landseitige Längsfahrbahn zuzustreben.

Im Rahmen dieser grundlegenden Verkehrsordnung spielt sich unter der Herrschaft der neuen Lichtsignalanlage am westlichen Platzende ein an sich sehr einfacher, flüssiger und sozusagen eleganter Dreiphasenbetrieb ab (Bild 3). Von den drei Phasen sind dabei nur zwei zwangsläufig, nämlich Phase A für den Fahrverkehr in beiden Richtungen des Verkehrszuges Quai-Brücke - Bürkliplatz - Alpenquai, sowie Phase B für den Strassenbahnbetrieb und den schienenfreien Fahrverkehr zwischen Brücke und Bahnhofstrasse. In diesen beiden Phasen ist ferner je eine Richtung des Verkehrszuges Quai-Brücke - Bürkliplatz - Talstrasse freigegeben. Die dritte Phase FT dagegen dient zur Hauptsache dem Fussgängerverkehr und einer zusätzlichen Berücksichtigung der zahlreichen Strassenbahnlinien zwischen Brücke und Bahnhofstrasse; sie wird nur auf Verlangen durch die betreffenden Verkehrsteilnehmer mittels Fahrleitungskontakten bzw. Steuerschwellen in der Trottoirfläche eingeschaltet.

Psychologische Gesichtspunkte

In bezug auf die Verkehrsregelung an wichtigen Knotenpunkten gilt die Regel: nur das Einfache ist einfach genug! Das gegenwärtige Regime auf dem Bürkliplatz jedoch missachtet die psychologische Situation eines Fahrzeugführers, indem sie ihn durch eine Ueberzahl von signalmässigen Weisungen in «unnatürliche» Wege zwingt.

Besonders deutlich kommt dies in der Führung des Verkehrs von der Bahnhofstrasse nach dem Alpenquai zum Ausdruck, der, wie erwähnt, unmittelbar vor dem Ende der Bahnhofstrasse nach der Talstrasse abgelenkt wird. Diese Ordnung der Dinge ist für einen nicht Ortskundigen schwer verständlich. Wohl befindet sich an der Kreuzung Bahnhofstrasse-Börsenstrasse eine Orientierungstafel, die dem Fahrzeugführer den Fahrweg nach «Luzern, Gotthard, Sargans, Chur» über die X-Gasse vorschreibt. Diese Tafel, formell ein Vorwegweiser, wird aber vom Fahrzeugführer, der sie überhaupt beachtet, mit grösster Sicherheit als eine Aufforderung aufgefasst, schon an der Börsenstrasse nach rechts abzuschwenken. Sie kann an dieser sehr belebten Kreuzung überhaupt nicht gelesen werden, ohne dass durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers gefährliche Situationen entstehen. Ferner stellt ein Wegweiser überhaupt keinen zwingenden Befehl dar, den durch ihn angedeuteten Fahrweg einzuschlagen, sondern er überlässt es dem Strassenbenützer, auch über einen Umweg an sein Fahrziel zu gelangen.

Aus diesen Gründen war vorauszusehen, dass der Vorwegweiser und der am Eingang zur X-Gasse stehende eigentliche Wegweiser ihre Wirkung auf zahlreiche Fahrzeugführer verfehlen würden. Die seitherigen Beobachtungen haben diese Erwartung bestätigt. Fremde Automobilisten stehen an der kritischen Stelle schon stark unter der Attraktion des unmittelbar vor ihnen liegenden Sees und werden dadurch von den schwerverständlichen Anordnungen der Verkehrspolizei abgelenkt. Gewiss befinden sich unmittelbar vor dem Lichtsignal am Fahrbahnrande eine Signaltafel mit der Weisung «Rechtsabbiegen verboten» und dementsprechende Richtungszeichen,

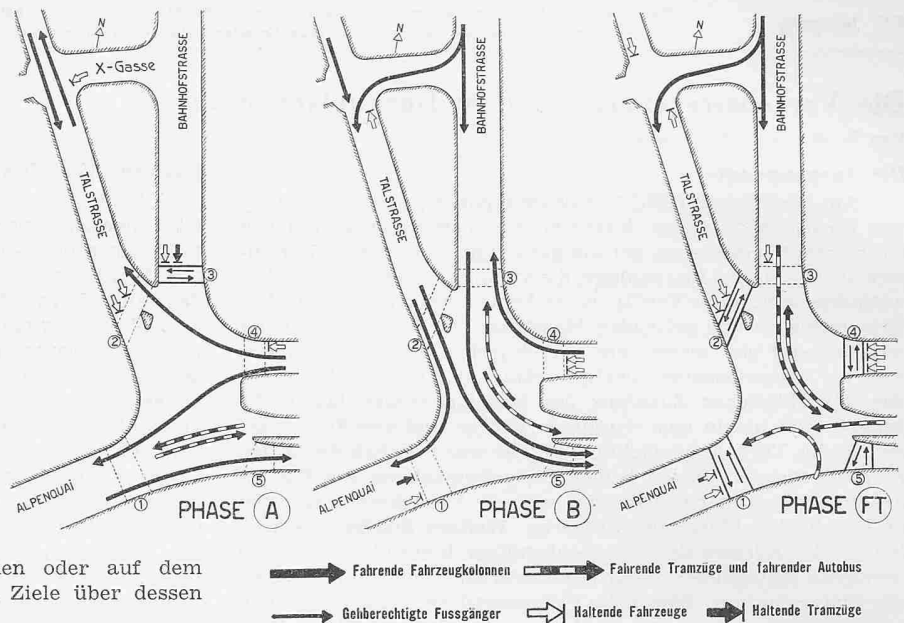


Bild 3. Phasenpläne der Verkehrsregelung am westlichen Platzende. Man beachte besonders die Umlenkung der vom Paradeplatz nach dem Alpenquai strebenden Fahrzeuge durch die «X-Gasse» — eine Verkehrsführung, die infolge der Unmöglichkeit einer einwandfreien Orientierung der Verkehrsteilnehmer Anlass grosser Schwierigkeiten ist

und ausserdem erscheint das grüne Signallicht für die Freigabe der Fahrt in Form eines nach links deutenden Pfeils. Sehr oft aber kommt die erwähnte Tafel dem Führer eines Fahrzeuges in einer längeren Kolonne überhaupt nicht zu Gesicht und der grüne Lichtpfeil entgeht auch leicht seiner Aufmerksamkeit, weil er durch die in Bewegung geratene Kolonne mehr oder weniger mitgerissen wird und genug mit anderen Aufgaben der Lenkung beschäftigt ist (Bild 10, S. 372).

Stand so zum vornherein fest, dass das schlechthin «einzigartige» Verbot des Rechtsabbiegens, dieses Gegensatz zu allem Gewohnten, seine Wirkung auf Ortskundige weitgehend verfehlen würde, so muss leider selbst das an sich mit dem System des Kreisverkehrs im Einklang stehende Verbot des Linksabbiegens in umgekehrter Richtung, nämlich vom Alpenquai direkt nach der Bahnhofstrasse, als sehr unzweckmässig bezeichnet werden. Die örtliche Situation mit der weit offenen und durch Platzanlage und Umgebung betont monumentalen Einfahrt in die Bahnhofstrasse ist ganz dazu angetan, den vom Alpenquai nahenden Fahrzeugführer zum direkten Einschwenken in diese Verkehrsader zu veranlassen. Auch fehlen

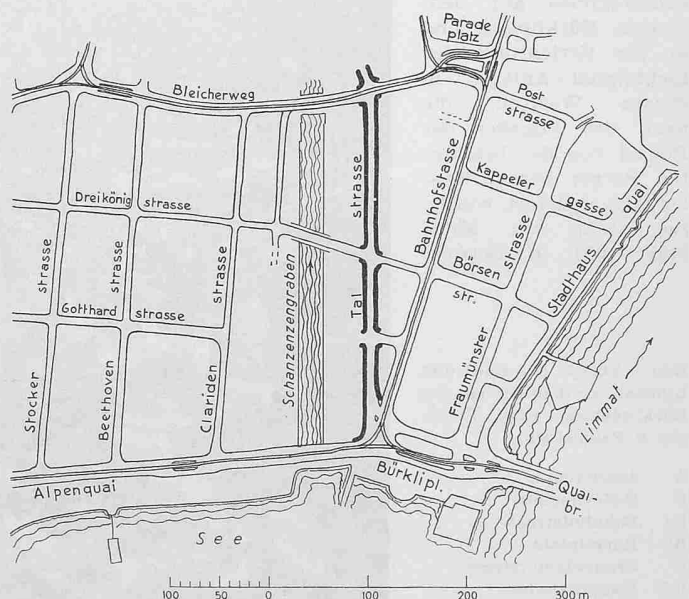


Bild 4. Der Bürkliplatz im Strassennetz; Masstab 1:7500. Stark umrandet die Talstrasse, deren Öffnung für den Verkehr in beiden Richtungen Anlass zu der im Text erörterten Aenderung des Verkehrsregimes auf dem Bürkliplatz war

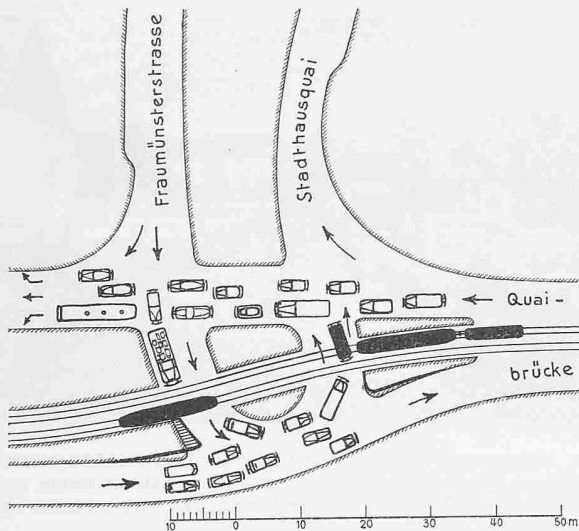


Bild 5. Der kritische Verkehrsknäuel am Brückenkopf der Quaibrücke, wo die schon durch den Tramverkehr gehinderten Querfahrten durch den Rechtsvortritt der Hauptverkehrsrichtungen weiter gehemmt werden

vom Alpenquai aus gesehen alle Merkmale der Platzgestaltung, die den vorgeschriebenen Kreisverkehr erkennen lassen, und namentlich bestehen in diesem Teil des Platzes keine Inseln oder sonstigen körperlichen Leiteinrichtungen, die dem von der Enge kommenden Verkehr den Umweg durch die seeseitige Längsfahrbahn einfach aufzwingen würden. Wohl befindet sich dort eine richtig geführte Leit- bzw. Sicherheitslinie, die das Abbiegen nach links verbietet; angesichts des Widerspruchs der durch sie angedeuteten Verkehrsführung zu der psychologischen Situation des Fahrers aber ist sie nicht wirksam genug, um ihn vom direkten Einschwenken in die Bahnhofstrasse abzuhalten, wenn er zu diesem Manöver bereits angesetzt hat.

Dass auch der von der Quaibrücke her auf den Platz gelangende Fahrzeugführer vor einer mehrfachen psychologischen Schwierigkeit der eben geschilderten Art steht, sei hier nur angedeutet.

Safety first

Es ist ein wichtiges Anliegen aller Verkehrsregelung, die besonders kritischen Fahrbewegungen der Linksabbieger unter Kontrolle zu bekommen. Dies gelingt aus leichtverständlichen Gründen am besten durch die Konzentration des Linksabbiegeverkehrs an Stellen, die mit Lichtsignalen ausgestattet sind. Am Westende des Bürkliplatzes hat man gerade das Gegenteil vorgenommen: an der mit Lichtsignalen ausgestatteten Stelle hat man das Linksabbiegen verboten. Daher sind die Fahrer jetzt darauf angewiesen, entweder vor Erreichen des Platzes in die Stockerstrasse oder eine andere Seitenstrasse des Alpenquai einzubiegen oder dann den Bürkliplatz völlig zu umfahren und erst an dessen östlichem Ende nach links gegen die Innenstadt abzuschwenken. Beides ist gleich verkehrshindernd und gefährlich, und beides ist nicht durch Lichtsignale geregelt. Das Abbiegen nach der Stockerstrasse und ihren Parallelstrassen (Bild 4) vollzieht sich notgedrungen aus dem sehr flüssigen Verkehr einer zu raschem Fahren besonders geeigneten Verkehrsader heraus und durchbricht einen dementsprechend schnell fließenden Gegenstrom von Fahrzeugen, die vom Bürkliplatz herannahen. Die Umfahrung des Platzes aber und das Linksabbiegen vor dem Brückenkopf (Bilder 5 und 6) bringt den Fahrzeugführer sofort nach Beginn seines Manövers auf die von zahlreichen Linien befahrenen Tramgleise und unmittelbar nachher in den Strom der von der Brücke kommenden Fahrzeuge, die ihm gegenüber den Vortritt besitzen, wobei er mangels genügenden Aufstellraumes das Profil der Tramgleise nicht räumen kann. Daher ist dieser Punkt ebenfalls einer der schlechtesten des neugestalteten Platzes.

Besonders gefährlich ist die Einfahrt in die Talstrasse vom Bürkliplatz her, wo sich die Fahrbahn auf einer kaum 10 m langen Strecke von fast 6 m Breite in scharfem Bogen auf rd. 2,8 m Breite verengt. Grossfahrzeuge, wie Schwerlastwagen und namentlich Cops, füllen den ihnen zur Verfügung stehenden Raum satt bis an die beidseitigen Ränder aus. Dies bringt den einzelnen Fahrzeugführer in erhebliche Verlegenheit, da er sich von der raschen Verschmälerung des vor ihm liegenden



Bild 6. Die berühmte Querfahrt aller vom Alpenquai nach der Innenstadt strebenden Fahrzeuge am Eingang zur Quaibrücke

Strassenabschnittes nicht rechtzeitig Rechenschaft geben kann. Besonders kritisch liegen die Dinge bei der im praktischen Verkehrsbetrieb immer vorkommenden gegenseitigen Ueberholung von Motorfahrzeugen und Radfahrern (Bild 7).

Platzgestaltung, Verkehrsführung und Leistungsfähigkeit der Kreuzung

Neben der Gewährleistung hinlänglicher Sicherheit für alle Strassenbenützer ist es eine Hauptaufgabe aller Verkehrsordnung, für ein Höchstmass an Leistungsfähigkeit der Verkehrsanlagen zu sorgen. Darunter versteht man das Vermögen einer Strasse, einer Kreuzung oder eines Platzes zur Bewältigung einer möglichst grossen Verkehrsmenge in möglichst kurzer Zeit. Um dieses Höchstmass zu erreichen, hat man sich zu fragen: welche Verkehrsflächen und welche Fahrbahnbreiten benötigen die einzelnen Verkehrsströme? Wie wird der vorhandene Verkehrsraum am besten auf die verschiedenen Verkehrsarten, Verkehrsmengen und Verkehrsrichtungen aufgeteilt, um die vorhandene Verkehrsanlage bestmöglich auszunützen und den im ganzen auftretenden Verkehr am zweckmässigsten zu bewältigen?

Bei der getroffenen Lösung auf dem Bürkliplatz erhalten die einzelnen Verkehrskomponenten (unterschieden nach Zahl, Richtung und Art der Strassenbenützer) zum Teil weniger, zum Teil mehr Raum, als sie zum raschen Weiterkommen benötigen. Vorhandener Verkehrsraum und vorhandene Verkehrsanlagen werden teils überlastet, teils ungenügend beansprucht, sind also im ganzen ungleichmässig und daher schlecht ausgenützt. Die richtige Auswertung von Verkehrszählungen hätte unzweideutig gezeigt, dass der Verkehrsstrom zwischen Alpenquai und Bellevueplatz die weit überwiegende Komponente des gesamten Verkehrs auf dem Bürkliplatz bildet, was übrigens schon der blosse Augenschein eindeutig erkennen lässt. Während aber diesem Strom in der Richtung West-Ost, also vom Alpenquai nach der Quaibrücke auf der Seeseite des Bürkliplatzes durchgehend eine Doppelfahrbahn zur Verfügung steht, die er während der Phase A des heutigen Verkehrsregimes jeweils allein benützt (und auch tatsächlich benötigt), weist die gegenwärtige Ordnung der Gegenrichtung dieses wichtigsten



Bild 7. Blick von der Talstrasse auf den Bürkliplatz. Links die gefährliche Einfahrt mit ihrer plötzlichen Fahrbahnverschmälerung



Bild 8. Rückstau des auf eine einzige Fahrspur angewiesenen Verkehrs vom Bellevueplatz nach dem Alpenquai bis über die Mitte der Quaibrücke hinaus



Bild 9. Dreispurige Vorsortierung in der landseitigen Längsfahrbahn des Platzes. Richtungsbezeichnung der beiden Spuren rechts und in der Mitte mit gleicherweise nach rechts abgewinkelten Pfeilen ergibt keine eindeutige Orientierung

Verkehrstromes in der landseitigen Längsfahrbahn des Platzes nur eine einzige Spur zu.

Die Auswirkung dieser Fehldisposition (Bilder 8 und 9), die eines der Grundelemente der ganzen heute am Bürkliplatz geltenden Verkehrsordnung und der Phasenfolge an der Signalanlage ist, werden durch zwei Umstände verschärft. Erstens reihen sich die vom Bellevueplatz nach dem Alpenquai strebenden Fahrzeuge schon am Anfang der Brückenfahrbahn ein, um beim Signal des Bürkliplatzes in die ihnen zugewiesene Richtungsfahrbahn zu gelangen. Sodann wurde an der Strassenbahnhaltestelle «Kongresshaus» in jüngster Zeit die Benützung der Fahrbahn zwischen den beiden Inselferrons unterdrückt, was auch an dieser Stelle eine einspurige Abwicklung des mächtigen Fahrverkehrs vom Bürkliplatz nach der Enge bedingt; dieser wird also praktisch über eine Strecke von rd. 600 m auf eine einzige Fahrspur zusammengedrängt. Dies führt zu einer entsprechenden Verlängerung des «Aufmarschraumes» für eine gegebene Anzahl von Fahrzeugen und hat in der Verkehrsbeziehung Bellevueplatz - Alpenquai die Entstehung einer oft überhaupt nicht mehr abreissenden Fahrzeugkolonne zur Folge. In diesem Sachverhalt liegt die primäre Ursache für die Schwierigkeiten in der Verkehrsabwicklung. Die Missachtung der Regel, dass eine Signalanlage versagen muss, wenn ihr Rückstau in einen anderen, nicht in die signalmässige Verkehrsregelung einbezogenen Schnittpunkt mehrerer Verkehrsströme hineinreicht, führt immer wieder zu schweren gegenseitigen Behinderungen zwischen dem starken Verkehr in der Längsrichtung des Platzes und dem quer dazu verlaufenden Anschlussverkehr im Brückenkopf der Quaibrücke.

Das Versagen der heutigen Verkehrsordnung kommt aber nicht bloss in den beschriebenen Verkehrsschwierigkeiten an den verschiedensten Stellen des Platzes zum Ausdruck, sondern vor allem darin, dass die Leistungsfähigkeit des Platzes sehr erheblich herabgesetzt ist. Eine gewisse Entlastung mag eintreten, wenn der gegenwärtig ganz oder teilweise gesperrte Limmatquai und die Bahnhofbrücke dem Verkehr wieder offen stehen. Die am stärksten belastete Einspur für den Verkehr Bellevue-Alpenquai kann jedoch dadurch kaum spürbar entlastet werden, weil die heutige Verkehrsorganisation keinen Ausgleich zwischen den verschiedenen Fahrspuren zulässt.

Fussgängerverkehr und Fahrverkehr

Eine wichtige Rolle spielt auch die nicht geglückte Gestaltung des Fussgängerverkehrs. Wohl wird dieser durch besondere Leuchtschriften «Gehe» und «Warte» (Bild 10) geregelt. Nun hat sich aber schon am Bellevueplatz gezeigt, dass als Einheit betriebene Fussgängerstreifen nicht befriedigen, wenn sie über Fahrbahnen führen, die in getrennten Phasen des gesamten Signalzyklus abwechselnd von verschiedenen Fahrzeugströmen benützt werden. Die Fussgänger werden durch das nicht voraussehbare Anhalten und Anfahren der verschiedenen, ihren Schutzweg kreuzenden Fahrzeugkolonnen derart irritiert, dass sie zum grossen Teil nicht mehr in der Lage sind, die Lichtsignale «Gehe» und «Warte» zu beachten und zu befolgen, und es vorziehen, sich wie bei anderen Signalanlagen völlig auf die direkte Beobachtung des Fahrverkehrs zu verlassen.

Bei Fussgängerstreifen, die nur den Fahrweg einer einzigen Verkehrsrelation überqueren, haben die Fussgänger zur Ueberschreitung der Fahrbahn die ganze Zeit zur Verfügung, während welcher der Fahrverkehr zwecks Freigabe anderer, zu ihm feindlicher Fahrrichtungen anhält. Sobald aber der Fussgängerstreifen Fahrwege mehrerer Verkehrsströme schneidet, die in verschiedenen Phasen freigegeben werden und deren Freigabezeiten zusammengezählt vielleicht gar den ganzen Phasenumlauf ausfüllen würden, muss von Zeit zu Zeit der gesamte Fahrverkehr gleichzeitig gestoppt werden, um die Fussgänger passieren zu lassen. Dies bedeutet aber einen Verlust an wertvoller Wegzeit für den Fahrverkehr und setzt zwangsläufig die Leistungsfähigkeit des Platzes herab.

Diese Folgen sind beim Bürkliplatz deutlich zu beobachten. So ist beispielsweise der besonders wichtige Fussgängerstreifen über die dreispurige Längsfahrbahn auf der Landseite des Platzes wegen der fast ständigen Freigabe der einen oder andern Fahrspur sehr oft für beträchtliche Zeit gesperrt bzw. es muss umgekehrt häufig der gesamte Fahrverkehr anhalten, um einigen wenigen Fussgängern das Ueberschreiten der Fahrbahn zu ermöglichen. In diesen Zeiten aber ist der ganze Platz praktisch völlig leer. Infolge der grossen Distanzen zwischen den einzelnen Fussgängerstreifen bzw. den einzelnen Haltepunkten für den Fahrverkehr mussten sehr lange Abflusszeiten in die Phasenfolge eingerechnet werden, wodurch nochmals wertvolle Wegzeit für den Fahrverkehr verloren geht.

Möglichkeiten der Abhilfe

Es ist offensichtlich, dass die heutige Verkehrsordnung auf dem Bürkliplatz nur eine Scheinlösung der dort gegebenen Probleme darstellt. Teils wurden diese Probleme überhaupt nicht gelöst, sondern einfach auf andere Stellen des Strassennetzes verdrängt, was die Verantwortung für eine zweckmässige Abwicklung der betreffenden Verkehrsbewegungen von der Polizei auf die einzelnen Strassenbenützer zurückwälzt. Mangels einer konstruktiven Gesamtkonzeption für die Verkehrsregelung auf dem Platze selbst und in seiner Umgebung begnügte man sich

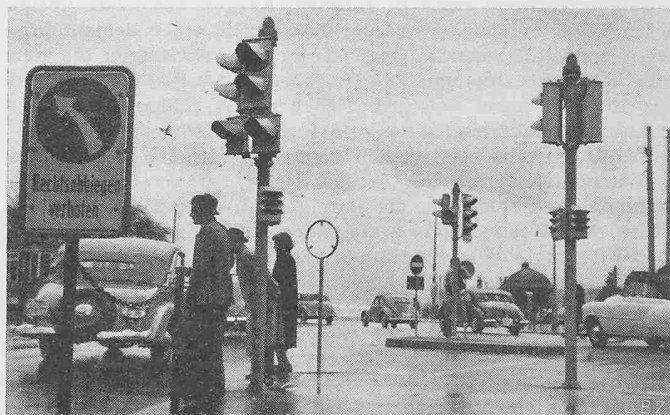


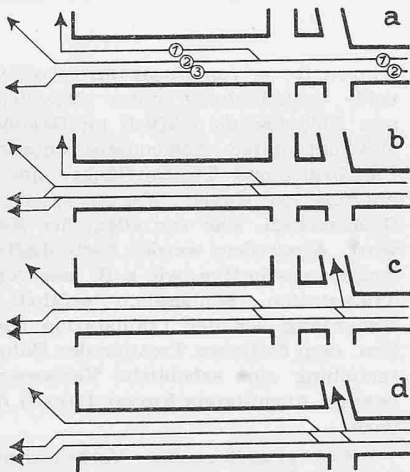
Bild 10. Nicht weniger als 14 Lichtsignalmasten und rund zwei Dutzend anderer Signale «zieren» heute den überorganisierten Platz. Das «unnatürliche» Rechtsabbiegeverbot

mit Einzellösungen, die sich nicht zur Synthese zusammenfügen, sondern sich sogar widersprechen oder gegenseitig aufheben.

Von einer erfolgreichen Verkehrsregelung kann nur dann gesprochen werden, wenn die getroffenen Massnahmen den einzelnen Strassenbenutzern einen Teil der sich ihnen stellenden Probleme wirklich abnehmen, ohne sie auf der andern Seite nur wieder mit neuen Schwierigkeiten zu belasten. Dazu aber bedarf es einmal einer vorgängigen gründlichen Analyse des überhaupt zu bewältigenden Verkehrs nach Art, Dichte und Richtung der einzelnen Verkehrszüge und sodann eines klaren Gesamtplanes für die anzustrebende Verkehrsordnung, in den sich die zahlreichen Einzelmassnahmen widerspruchsfrei einzugliedern haben.

Eine wirkliche Sanierung hängt entscheidend von einer zweckmässigen Organisation des Verkehrs Ost-West zwischen Quaibrücke und westlichem Teil des Bürkliplatzes ab. Die Ergebnisse dieser Ueberlegungen zeigen die Schemadarstellungen Bilder 11 und 12. Im Anschluss an diese prinzipiellen Untersuchungen sind alsdann die sich aufdrängenden praktischen Vorschläge zu einer grundlegenden Umgestaltung des Verkehrs auf dem Bürkliplatz zu entwickeln. Diese Vorschläge bewegen sich absichtlich im Rahmen einer besseren Ausnützung der heute bestehenden Platzanlage und setzen neben einer freilich sehr tiefgreifenden Umstellung der Lichtsignalanlage lediglich bauliche Abänderungen von verhältnismässig geringem Umfang voraus. Weitergehende Untersuchungen über die Möglichkeit oder gar Notwendigkeit eines grosszügigen Kreisverkehrs mit den Stadthausanlagen als parkähnlich ausgestalteter Mittel-

Bild 11. Prinzipdarstellung der Verkehrsführung Ost-West in der landseitigen Längsfahrbahn des Bürkliplatzes, von der Quaibrücke (rechts) bis zur Verzweigung nach Bahnhofstrasse, Talstrasse u. Alpenquai (links). Siehe dazu auch die Belastungsdiagramme Bild 12.



a) Betriebsweise mit einspuriger Führung auch des weit überwiegenden Verkehrs nach dem Alpenquai und völliger Trennung der 3 Richtungsspuren (heute)

b) Doppelspurige Führung des Verkehrs nach dem Alpenquai, unter grundsätzlicher Beibehaltung des heutigen Verkehrsregimes. Die Wirkung liegt in einer besseren Ausnützung der beiden Fahrspuren 1-2 bzw. 2-3, da Fahrzeuge auch aus der rechten Hälfte der Brückenfahrbahn nach dem Alpenquai gelangen können; Bedingung dieser Betriebsweise ist jedoch eine immer gemeinsame Freigabe des Verkehrs nach Alpenquai und Talstrasse

c) Verkehrsführung nach dem im Text dargelegten Hauptvorschlag Bild 14. Der Verkehr nach Bahnhofstrasse und Paradeplatz wird nach dem Stadthausquai bzw. der Fraumünsterstrasse abgelenkt. Dadurch kann dem Verkehr nach der Talstrasse die rechte Spur der dreispurigen Platzfahrbahn zugewiesen werden, und der Verkehr nach dem Alpenquai erhält eine durchgehend selbständige Doppelfahrbahn, die auch unabhängig vom Verkehr nach der Talstrasse freigegeben werden kann.

d) Endgültige Form dieser Betriebsweise nach dem Ergänzungsvorschlag Bild 16. Der direkte Querverkehr von der Fraumünsterstrasse nach der Quaibrücke ist unterdrückt, womit der Hauptverkehr in der Längsrichtung des Platzes erheblich flüssiger wird, die dreispurige Vorsortierungsstrecke vor dem Lichtsignal eine grosse Länge und Aufnahme-fähigkeit erhält und die Strassenbahn anscheinlich verlängerte Perronkanten gewinnt.

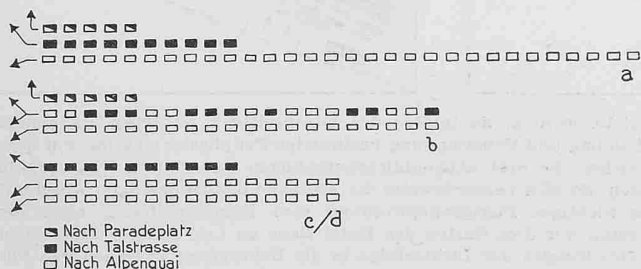


Bild 12. Kapazitätsvergleich der in Bild 11, a bis d dargestellten Betriebsformen. Angenommen 5 nach dem Paradeplatz, 10 nach der Talstrasse und 30 nach dem Alpenquai strebende Fahrzeuge

insel oder unter Mitbenützung der Börsenstrasse wurden dagegen noch nicht angestellt. Sie bleiben aber im Hinblick auf die ohnehin geplante Seeufergestaltung und die künftige Verkehrsentwicklung ausdrücklich vorbehalten.

Es liegt nahe, zunächst nach Mitteln und Wegen zur Behebung der heutigen Uebelstände auf dem Bürkliplatz unter prinzipieller Beibehaltung der bestehenden Verkehrsordnung zu suchen. Voran steht dabei die unbedingte Notwendigkeit einer durchgehend zweispurigen Führung des Verkehrs von der Quaibrücke nach dem Alpenquai und einer Entlastung des Teilkreisels am östlichen Platzende gemäss Bild 13 b oder c.

Eine gründlichere Nachprüfung dieses Gedankens zeigt jedoch, dass diese Massnahmen allein von recht beschränkter Wirkung wären. Eine weitgehende Preisgabe der Grundlagen der heutigen Verkehrsordnung und die radikale Umgestaltung des Platzes sind notwendig, wenn eine wirklich entscheidende Verbesserung eintreten soll, die eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Platzes gewährleistet und Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer bietet. Dabei können die übermässigen Zumutungen an die Aufmerksamkeit und das Orientierungsvermögen vermindert werden. Im Folgenden sei dieser Vorschlag beschrieben (Bild 14).

Die wichtigste Massnahme besteht darin, dass dem Verkehr von der Quaibrücke zum Alpenquai eine durchgehend zweispurige Fahrbahn zugeteilt wird. Das wird dadurch ermöglicht, dass der Verkehr vom Bellevueplatz nach Bahnhofstrasse und Paradeplatz durch Neugestaltung der Trottoirzunge vor dem Geiserbrunnen unmittelbar nach der Quaibrücke in die Fraumünsterstrasse abgeleitet wird, um von dort durch die Börsen-, vor allem aber durch die Poststrasse nach seinen Fahrzielen zu gelangen. Diese Verkehrsführung entspricht der berechtigten Tendenz, die Bahnhofstrasse dem Trambetrieb vorzubehalten. Eine grundlegende Umstellung erfährt auch der Verkehr von Bahnhof- und Talstrasse zum Alpenquai. Zu diesem Zweck erhält die Bahnhofstrasse durch eine weitere Zurücksetzung der westlichen Trottoirkante zwei getrennte Richtungsspuren für die nach rechts und links abbiegenden Fahrzeuge; die Talstrasse dagegen weist für den seewärts gerichteten Fahrverkehr nur noch eine einzige Fahrspur auf, die gleichzeitig dem Verkehr nach Quaibrücke und Alpenquai dient. Die notwendigen baulichen Abänderungen des westlichen Platzendes sind im Bild 14 dargestellt. Der Weg für den Fahrverkehr Quaibrücke - Alpenquai wird durch zweckmässige Kantenföhrung der grossen Platzinsel strömungsgünstiger geführt und durch einen neuen Verkehrsteiler vom Verkehr nach der Talstrasse getrennt. Die Insel in der Mündung der Talstrasse wird so umgestaltet, dass die in die Strasse einfahrenden Vehikel sicher durch die Einlaufkurve gesteuert werden und erst am Ende der Kurve in die freie Strassenstrecke gelangen, womit Kollisionen mit dem Verkehr der Gegenrichtung vermieden werden. Im Alpenquai wird schliesslich unter Ausnützung der dortigen Abkröpfung der Tramgleise die Schutzinsel für die Fussgänger eingebaut, die einen integrierenden Bestandteil des ursprünglichen Projektes für den Ausbau des Bürkliplatzes bildete und bis heute nicht erstellt wurde,

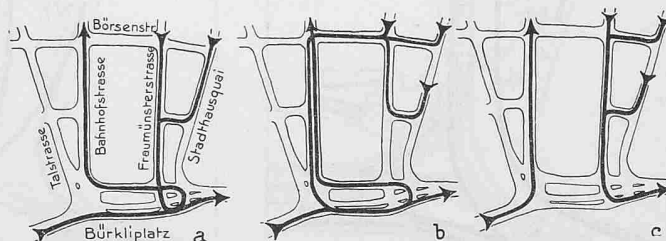


Bild 13. Einzelheiten zur allgemeinen Verkehrsführung zwischen Bahnhofstrasse und Limmat

a) Heutiger Zustand, grosse Verkehrsschwierigkeiten am östlichen Platzende

b) Umlenkung des von Fraumünsterstrasse und Stadthausquai nach der Quaibrücke strebenden Verkehrs über Börsen- und obere Bahnhofstrasse würde den kritischen Punkt am östlichen Platzende entlasten und damit den Linksabbiegeverkehr vom Alpenquai nach der Innenstadt erleichtern

c) Rückkehr zur bisherigen Verkehrsführung mit Linksabbiegen vom Alpenquai nach der Bahnhofstrasse auf dem westlichen Platzende und im Schutz der neuen Lichtsignale gemäss dem Vorschlag im Text würde zu einer erheblichen Vereinfachung der Verkehrsabwicklung im ganzen beitragen

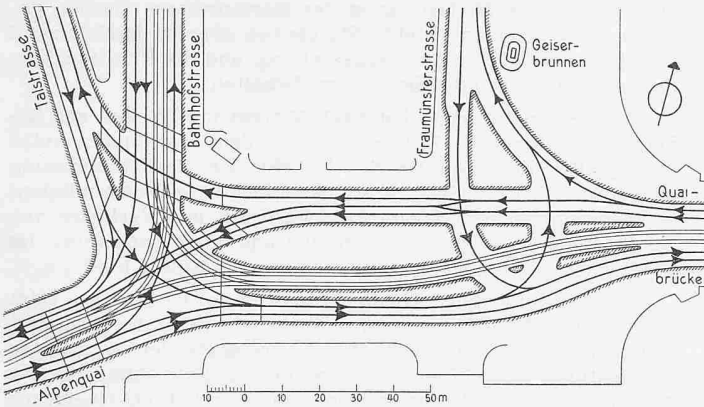


Bild 14. Bauliche Platzgestaltung und Verkehrsführung nach dem im Text entwickelten Gegenvorschlag; Masstab 1:2000. Linksabbiegen vom Alpenquai nach der Bahnhofstrasse am westlichen Platzende, Verkehr von der Quaibrücke nach Bahnhofstrasse und Paradeplatz gemäss Bild 11c. Grundlegend werden auch die Verbindungen zwischen Bahnhof- bzw. Talstrasse und Alpenquai verbessert. Die bauliche Umgestaltung des Platzes ist vor allem durch teilweise neue, teilweise umgestaltete Inseln im westlichen Teil gekennzeichnet (bequemer Ueberschreiten der Fahrbahnen, freiere und flüssigere Phasenfolge für den Fahrverkehr). Die Verkehrsführung nach dem Alpenquai könnte durch eine geringfügige Zurücksetzung des Hotelgartens nochmals sehr wesentlich verbessert werden

obschon sie den Fussgängern die Ueberschreitung der dort sehr breiten Fahrbahn erleichtern würde.

Die so abgeänderte Platzform und Verkehrsführung ermöglicht einen äusserst einfachen Dreiphasenbetrieb der entscheidend vereinfachten Lichtsignalanlage gemäss Bild 15, das keiner Erläuterung bedarf. Es ist festzustellen, dass die notwendige Wegzeit für Phase 1 (mit Linksabbiegen vom Alpenquai nach der Bahnhofstrasse) durch die Verkürzung von Phase 3 für den Verkehr von der Brücke nach dem Alpenquai gewonnen wird, der durch seine nunmehr durchgehend doppelspurige Führung weniger Zeit benötigt. Sodann ist der Vorteil herauszuheben, dass der Verkehr aus Bahnhofstrasse und Talstrasse nach Alpenquai und Quaibrücke nunmehr für die Fahrzeugführer keine Schwierigkeiten mehr bietet, da in der Bahnhofstrasse eine Vorsortierung in zwei getrennten Richtungsspuren mit entsprechend getrennten Signalphasen stattfindet. In der Talstrasse ist keine Vorsortierung mehr nötig. Die in der einzigen Fahrspur gemischt eingereihten Fahrzeuge schwenken nach Freigabe der Fahrt ohne weiteres nach beiden Seiten ab.

Sehr beträchtlich vereinfacht werden durch das hier vorgeschlagene Verkehrsregime auch die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen Fahr- und Fussgängerverkehr. An einer

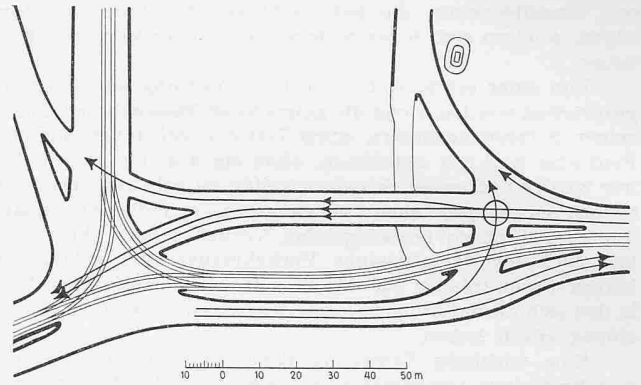


Bild 16. Variante zu Bild 14, Masstab 1:2000. Der Verkehr aus dem Stadthausviertel nach dem rechten Limmatufer wird über Börsenstrasse und Bahnhofstrasse umgeleitet gemäss Bild 13b. Damit entfällt jede Störung des von der Brücke kommenden Fahrverkehrs durch Querverkehr von der Fraumünsterstrasse und es bleiben nur die verhältnismässig seltenen Querfahrten ortskundiger Fahrzeugführer vom Alpenquai nach der Fraumünsterstrasse und ein einziger, dementsprechend schwach belasteter Schnittpunkt feindlicher Verkehrsströme (im Kreis). Uebrigere Vorteile siehe Bild 11d. Durch eine solche Verkehrsführung erhält der Bürkliplatz bei im wesentlichen unveränderter baulicher Gestalt ein Höchstmass an Leistungsfähigkeit für den Strassenbahnbetrieb wie für die allgemeine Verkehrsabwicklung, womit sich der geringe Nachteil der Umleitung eines verhältnismässig bescheidenen Lokalverkehrs bezahlt machen dürfte

ganzen Reihe von Fussgängerstreifen werden die Phasen für beide Verkehrsarten unter Zwischenschaltung der notwendigen Ablaufzeiten einfach im Gegentakt gekoppelt. Dies ermöglicht unter Anwendung entsprechender Fühlorgane in Fahrbahn- und Trottoirfläche eine praktisch restlose Ausnutzung der totalen Wegzeit, sowie einen sehr rapiden Rot-Grünwechsel, was vor allem der Fussgänger sehr begrüsst wird. Ausserdem werden vorteilhafte neue Fussgängerverbindungen geschaffen, wie z. B. jene vom Kongresshaus nach der Tramstation. Schliesslich erfährt der besonders wichtige Uebergang von der Tramstation nach den Stadthausanlagen bzw. dem östlichen Trottoir der Bahnhofstrasse durch die Unterteilung eine erhebliche Verbesserung, wodurch auch eine bessere Ausnutzung kurzer Pausen des Fahrverkehrs möglich wird.

Die grundlegenden Verbesserungen der gesamten Verkehrsabwicklung und die vorgeschlagenen Abänderungen an Verkehrsführung und Platzgestaltung sind in den Bildern 11 c und 12 c dargestellt. Bild 11 c zeigt die rationellere Auf-

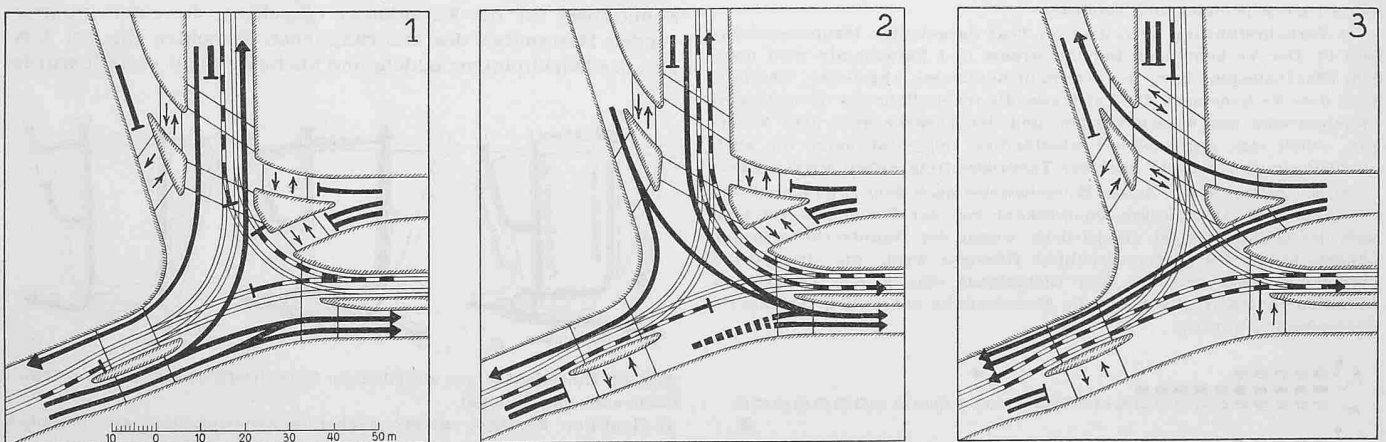


Bild 15. Die drei Phasen der Verkehrsabwicklung gemäss Vorschlag Bild 14 (vgl. Text). Ein sehr grosser Vorteil der vorgeschlagenen Platzgestaltung, Verkehrsführung und Phasenfolge liegt auch darin, dass eine grosse Anzahl wichtiger Fussgängerstreifen je nur von einer einzigen Richtung des Fahrverkehrs überquert wird und dass daher diese Uebergänge immer dann freigegeben werden können, wenn der betreffende Fahrzeugstrom abgestoppt wird; umgekehrt wird dadurch erreicht, dass der Fahrverkehr an den betreffenden Stellen überhaupt nie wegen der Fussgänger angehalten werden muss. In den drei Phasenbildern können nicht alle einzelnen Verkehrszustände dar-

gestellt werden, da infolge der gegenseitigen zeitlichen Ineinanderschiebung und Ueberlappung bestimmter Teilphasen einzelne von ihnen zwischen die drei <Augenblicksaufnahmen> des ganzen Phasenzyklus fallen. So fällt beispielsweise die Freigabe des landseitigen Abschnitts des wichtigen Fussgängerstreifens vom Dampfschiffsteg nach dem Trottoir vor dem Garten des Hotel Baur au Lac durch entsprechende Verzögerungen der Lichterfolge in die Uebergänge zwischen den Phasen 1 und 2 bzw. 2 und 3. Die Autobuslinie <K> ist nicht dargestellt, weil die heutige Anordnung ihrer Endhaltestelle auf die Dauer kaum haltbar ist

teilung des Verkehrs der verschiedenen Fahrrichtungen auf die drei Spuren der landseitigen Längsfahrbahnen; Bild 12 c veranschaulicht die bessere Ausnützung der drei Richtungsspuren. Daraus wird ersichtlich, wie der Rückstau des Verkehrs nach dem Alpenquai, der in den kleinen Kreiselpfad am Brückenkopf hineinragt bzw. bis auf die Brücke greift, verkürzt werden könnte. Dadurch lassen sich die heutigen «Verriegelungen» zwischen Längs- und Querverkehr im östlichen Platzteil weitgehend vermeiden. Einen grossen Gewinn daraus zöge vor allem die Strassenbahn, deren vom Bellevue kommende Züge heute infolge der Stockungen an der erwähnten Stelle immer wieder ihre Phase B oder FT nach dem heutigen Phasenzyklus verpassen.

In Bild 16 sei schliesslich dargetan, wie sich die hier vorgeschlagene grundsätzliche Verkehrsordnung auf dem Bürkliplatz noch weiter vervollkommen liesse. Die schon in Bild 13b erörterte Umleitung des Verkehrs von der Fraumünsterstrasse nach der Brücke via Börsen- und Bahnhofstrasse, wie sie dort zu einer partiellen Verbesserung der Verkehrsabwicklung unter dem heutigen Regime zur Diskussion gestellt wurde, wird hier auch in das neue Verkehrsprinzip eingebaut. Sie ermöglicht eine höchst erwünschte und wiederum vor allem den städtischen Verkehrsbetrieben zugutekommende Verlängerung der Mittelinsel des Platzes, wodurch die Haltestelle der Strassenbahn in beiden Fahrrichtungen je mindestens zwei Dreiwagenzüge aufnehmen könnte.

Berechnung der Wärmeaustauscher

DK 621.565.94

Von Prof. Dr. F. BOŠNJAKOVIĆ, Zagreb

Schluss von S. 334

H. Gekoppelte Apparate

Oft werden mehrere einfache Teile aneinandergeschaltet, und man bekommt einen gekoppelten Wärmeaustauscher. Seine Gesamtcharakteristik Φ setzt sich aus den Einzelcharakteristiken φ_i der n Einzelteile zusammen und kann daraus berechnet werden. Der Zusammenhang hängt von der Art der Schaltung ab. Es genügt somit, Φ -Diagramme für einige Grundformen zu haben, um daraus die Charakteristik der gekoppelten Apparate zu ermitteln. Die beiden wichtigsten Schaltungen sind die Gleichsinnschaltung (Bild 9) und die Gegensinnschaltung (Bild 10), die wir hier besprechen wollen. Unter «Gleichsinn» und «Gegensinn» wird die Art des äusseren Anschlusses des betreffenden Teiles gekennzeichnet, ohne Rücksicht auf die spezifische Art des Austauschers. So kann ein Gegenstromaustauscher sowohl im Gleichsinn als auch im Gegensinn an die andern Einzelteile angeschlossen werden. Deswegen sind die Begriffe «Gegenstromapparat» und «Gegensinnschaltung» wohl zu unterscheiden. Das selbe gilt für «Gleichstromapparat» und «Gleichsinnschaltung».

Die Charakteristiken der Einzelteile in den Bildern 9 und 10 seien φ_a, φ_b usw., die Gesamtcharakteristik des gekoppelten Apparates sei Φ . Als wesentlich setzen wir voraus, dass die Wärmewerte W_1 und W_2 unveränderlich sind, d. h. $W_1/W_2 = \text{konst.}$, und dass jeder Strom beim Eintreten in den nächsten Einzelteil eine genügend gleichmässige Temperatur erlangt hat (gute Durchmischung in den Uebergangs-

leitungen). Wir wenden hier die «Schnittmethode» an, indem wir um einzelne Teile geschlossene Schnitte legen (siehe z. B. Teil c in Bild 9) durch die jeweils zwei (und nur zwei!) eintretende und zwei austretende Ströme geschnitten werden.

Gleichsinnschaltung. Für den gesamten Apparat gilt nach Gleichung (8)

$$(29) \quad \frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'} = 1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \Phi_{gl}$$

während z. B. für den Teil c analog zu schreiben ist

$$(30) \quad \frac{t_{1cd} - t_{2cd}}{t_{1bc} - t_{2bc}} = 1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \varphi_c$$

Schreibt man Gleichung (30) für alle Einzelteile auf und multipliziert die Ausdrücke miteinander, so fallen auf der linken Seite alle Zwischentemperaturen heraus, und man bekommt

$$(31) \quad \frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'} = \prod_{i=1}^n \left[1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \varphi_i\right]$$

wo $\prod_{i=1}^n$ das Symbol für die Produktbildung über n Einzelteile bedeutet. Vergleicht man das mit Gleichung (29), so folgt sofort

$$(32) \quad \Phi_{gl} = \frac{1 - \prod_{i=1}^n \left[1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \varphi_i\right]}{1 + \frac{W_1}{W_2}}$$

Für den praktisch wichtigen Fall, dass der Austauscher aus n gleichwertigen Einzelteilen zusammengesetzt ist, d. h. wenn

$$(33) \quad \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi$$

folgt

$$(34) \quad \Phi_{gl} = \frac{1 - \left[1 - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \varphi\right]^n}{1 + \frac{W_1}{W_2}} \quad (\varphi = \text{konst.})$$

Gegensinnschaltung. Durch analoge Betrachtungen wie bei Gleichsinn folgt hier

$$(35) \quad 1 - \Phi_{gn} = \frac{1 - \frac{W_1}{W_2}}{\prod_{i=1}^n \frac{1 - \frac{W_1}{W_2} \varphi_i}{1 - \varphi_i} - \frac{W_1}{W_2}}$$

und für gleiche Einzelcharakteristiken

$$(36) \quad 1 - \Phi_{gn} = \frac{1 - \frac{W_1}{W_2}}{\left(\frac{1 - \frac{W_1}{W_2} \varphi}{1 - \varphi}\right)^n - \frac{W_1}{W_2}} \quad (\varphi = \text{konst.})$$

J. Die Kommutationsregel, Gemischte Schaltung

Aus den Gleichungen (32) und (35) ist zu lesen, dass sich Φ_{gl} bzw. Φ_{gn} nicht ändern, wenn man die Faktoren unter dem Produktsymbol π in ihrer Reihenfolge untereinander vertauscht. Daraus folgt die an sich nicht selbstverständliche Kommutationsregel: Für das Verhalten des gekoppelten Austauschers ist es belanglos, in welcher Reihenfolge die Einzelapparate eingegliedert oder untereinander vertauscht werden, soweit dadurch deren individueller Schaltungssinn erhalten bleibt und keine merkliche Änderung der Wärmedurchgangskoeffizienten k_i der Einzelapparate hervorgerufen wird. Diese Regel gilt auch für gemischte Schaltungen, in denen sowohl gleichsinnig als auch gegensinnig geschaltete Einzelteile vorkommen. Solche gekoppelte Apparate kann man gemäss Kommutationsregel in Gedanken immer so «ordnen», dass alle gleichsinnig geschalteten Teile in eine Gruppe α , alle gegensinnig geschalteten in eine andere Gruppe β zusammengefügt werden. Es ergibt sich dann je nach dem Schaltungssinn des Gesamtapparates entweder die Gleichsinnschaltung (Bild 11) oder die Gegensinnschaltung (Bild 12). Die Gleichsinnschaltung in Bild 11 kann man nun behandeln nach Gleichung (32), die Gegensinnschaltung in Bild 12 nach Gleichung (35), und man bekommt

$$(37) \quad \Phi_{gl} = \Phi_\alpha + \Phi_\beta - \left(1 + \frac{W_1}{W_2}\right) \Phi_\alpha \Phi_\beta \quad (\text{Bild 11})$$

