

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 67 (1976)

**Heft:** 14

**Artikel:** Rechnergesteuerte Leitsysteme für die optimale Betriebsführung von städtischen Verkehrsnetzen

**Autor:** Büchner, G. / Loeliger, N.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915187>

### **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:** 14.07.2025

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

# Rechnergesteuerte Leitsysteme für die optimale Betriebsführung von städtischen Verkehrsnetzen

Von G. Büchner und N. Loeliger

681.513.2 : 656.1

Es wird über den Einsatz rechnergesteuerter Betriebsleitsysteme in städtischen Verkehrsbetrieben berichtet. Ausgehend von den spezifischen Anforderungen des Nahverkehrsnetzes wird die Struktur des Leitsystems dargelegt, bestehend aus den Systemfunktionen Datenerfassung, Datenübertragung, Datenauswertung, -anzeige und -steuerung sowie den notwendigen Systemelementen. Hierbei wirkt die zentrale Leitstelle mit einer sehr grossen Anzahl von Unterstationen (in mehr als 500 Fahrzeugen) zusammen. Die Einsatzmöglichkeit dieser unter besonders schweren Bedingungen bewährten Technik auf anderen Gebieten wird gestreift.

Description de l'emploi de systèmes directeurs commandés par ordinateur dans des entreprises de transports en commun. En partant des exigences spécifiques d'un réseau de trafic local, les auteurs décrivent la structure du système directeur, qui se compose des fonctions saisie des données, transmission de celles-ci, interprétation, affichage et commande des données, ainsi que des éléments nécessaires au système. Le poste de commande central travaille avec un très grand nombre de sous-stations (dans plus de 500 véhicules). Les possibilités d'emploi, dans d'autres domaines, de cette technique éprouvée dans des conditions particulièrement sévères sont mentionnées.

## 1. Einleitung

Mittels dezentraler Erfassung und vorübergehender Speicherung der Betriebsdaten in Kleinrechnern konnte durch zeitmultiplexes Abfragen und Übertragung in den übergeordneten Leitrechner ein Leitsystem verwirklicht werden, welches bei einer direkten Übertragung aller anfallenden Informationen zu viel zu hohen Übertragungskosten geführt hätte und andererseits durch die begrenzte Anzahl bewilligbarer Übertragungskanäle nicht realisierbar war. Die Informationen mit jeweils 40...50 bit Inhalt sind innerhalb eines Abfragezeitraumes von 10 s zyklisch von über 500 Fahrzeugen abzufragen und darzustellen, damit eine sichere Betriebsführung auf Grund eines ausreichend aktuellen Überblicks über den Betriebsablauf im ganzen Netz möglich ist.

Wohl konnten bislang auf der Basis von statistischem Material, welches mit recht grossem Aufwand erarbeitet worden war, die richtigen Grundsatzentscheidungen getroffen werden, doch mussten alle sofortigen Eingriffe zur Beseitigung von Störungen, zur Optimierung des Leistungsangebots oder zur Sicherung eines regelmässigen Betriebsablaufes entweder auf Grund von Erfahrungen mit ähnlichen früheren Situationen oder dann auf Grund von Direktinformationen innerhalb eines örtlich eng begrenzten Raumes getroffen werden. Mit Hilfe des Betriebsleitsystemes wird zunächst einmal der rasche und lückenlose Informationsstand gewährleistet und dann der Horizont der Entscheidungen beträchtlich erweitert.

Das Leitsystem der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ) wurde seit 1971 bis heute in mehreren Baustufen erstellt und in Betrieb genommen. Aus der guten Zusammenarbeit zwischen den Verantwortlichen der Verkehrsbetriebe und dem Lieferanten (Häni-Proelectron AG) hat sich ein Konzept ergeben, das heute beispielhaft für andere Länder ist. Es ist heute noch das einzige System mit exakter automatischer Standorterfassung und automatischem Fahrplanvergleich.

## 2. Anforderungen an ein Betriebsleitsystem eines Verkehrsbetriebes

### 2.1 Aus der Sicht des Fahrgastes

Im Hinblick auf das Leistungsangebot erwartet der Fahrgast insbesondere

- eine hohe Pünktlichkeit und die Einhaltung von Anschlüssen
- flüssige Fahrtabwicklung und kurze Fahrzeiten

- geringe Wartezeiten und garantierte Mitnahme
- eine rasche Anpassung der Fahrfrequenzen an Tageschwankungen oder saisonale Schwankungen
- rasche, zweckdienliche Informationen über alle Vorgänge, die sein eigenes Reisevorhaben gefährden könnten

### 2.2 Aus der Sicht des Fahrers

Der Fahrer erwartet vom Leitsystem persönliche Entlastung und regelmässigeren Einsatz durch

- die sichere Verbindung zur Leitstelle
- die Entlastung vom ständigen Fahrplan-Soll/Ist-Vergleich
- die rasche Information über Vorkommnisse auf seiner Linie
- weitgehende Entlastung von Routinemeldungen und Rapporten
- Hilfe in Form von raschen und klaren Weisungen

ELEMENTE FUNKTIONEN	ELEMENTE																						
	A	FAHRZEUG					B			C													
	FAHRZEUG	Eingabegerät	Anzeigegerät	Fahrzeurechner	Ortscodeempfänger	Tachoiimpulsgeber	Gew.-Messg./Fotozellen	Funkgerät	Fahrgastlautsprecher	STRECKE/NETZ	Ortscode sender	Lochkabel	Haltest.-Anzeige/Lautsprecher	Lichtsignalsteuerung	LEITSTELLE	Sende-Empfangsanlage	Datenfunkinterface	Leitrechner/Speicher	Eingabegerät	Numerische Anzeige	Grafische Anzeige	Drucker	
<b>1. DATENERFASSUNG</b>																							
An/Abmeldung		•	•																				
Kurs/Linie																							
Techn. Fahrzeugnummer																							
Codierte Meldungen																							
Ortsbestimmung																							
Wegmessung																							
Besetzung																							
Fahrer-Arbeitszeit																							
<b>2. DATENÜBERTRAGUNG</b>																							
Zykl. Abfrage																							
Informationsinhalt																							
Informationsaustausch																							
Uebermittlung																							
Fehlererkennung																							
<b>3. DATENAUSWERTUNG</b>																							
Weisungen/Meldungen																							
Standorterkennung																							
Fahrplanvergleich																							
Fahrbericht																							
Statistik																							
<b>4. STEUERUNGEN</b>																							
Ruf/Notruf																							
Sprechkanal																							
Sprechfunk																							
Fahrgastinformation																							
Lichtsignale																							

Fig. 1 Systemstruktur von datengesteuerten Leitsystemen für Verkehrsbetriebe

### 2.3 Aus der Sicht des Disponenten auf der Leitstelle

Für ihn müssen jederzeit alle benötigten Informationen auf Abruf bereit sein, während er nur diejenigen Informationen automatisch dargestellt bekommen soll, welche ihn zum Eingreifen zwingen. Zur Entscheidungshilfe will er wissen, welche Massnahme welche Auswirkungen hat, und zwar wenn möglich, bevor er sich für eine Massnahme entschieden hat. Er muss ferner jederzeit jedes Fahrzeug erreichen können.

### 2.4 Aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit

Von einem Leitsystem wird verlangt, dass es grösseren Verkehrsbetrieben die Möglichkeit bietet, bei ausreichendem Leistungsangebot dennoch eine Reduktion an Fahrzeugen herbeizuführen, welche sich gleichzeitig im Einsatz befinden müssen. Dies erfolgt durch

- Fahrplananpassungen auf Grund laufender Auswertung wichtiger Informationen
- Abbau von unnötigem Leistungsangebot, insbesondere während der Spitzenzeiten
- raschere Behebung von Betriebsunterbrechungen

## 3. Systemstruktur von Leitsystemen

Die Systemstruktur (Fig. 1) stellt den Zusammenhang zwischen Systemfunktionen und Systemelementen am Beispiel von Verkehrsbetrieben dar. Die Funktionen können in Datenerfassung, Datenübertragung, Datenauswertung und -anzeige sowie in Steuerfunktionen gegliedert werden. Ihnen gegenüber stehen die Systemelemente, d. h. die Bausteine, die diese Funktionen zu erfüllen haben, und zwar auf dem Fahrzeug, an der Strecke im Netz und in der Leitstelle.

Man ersieht aus der Strukturübersicht, dass es nur wenige Elemente gibt, die eine einzelne Funktion erfüllen, dass andererseits einige wenige Elemente eine grosse Zahl von Funktionen erfüllen. Auffällig ist die Häufung beim Fahrzeugrechner (Station) und beim Leitstellenrechner, welche auch die zentralen Komponenten jedes Systems darstellen.

### 3.1 Datenerfassung

Für sporadisch anfallende Informationen des Fahrers wie An-/Abmeldung, Fahrerwechsel, Standard-Meldungen des Fahrers an die Leitstelle usw. werden einfache Handeingabegeräte benutzt. Alle laufend anfallenden Informationen über Standort, Besetzung des Fahrzeuges, Ermittlung der zu- und wegsteigenden Fahrgäste pro Haltestelle, Augenblickswerte der technischen Fahrzeugdaten, werden von Messwertgebern geliefert, welche die nötigen Daten ohne Mitarbeit des Fah-

rers liefern. Sämtliche Daten werden im bordeigenen Fahrzeugrechner zusammen mit der technischen Fahrzeugnummer gespeichert und in die für die Datenübertragung benötigte Form gebracht.

Eine Besonderheit bei Verkehrsbetrieben im Gegensatz zu Netzen mit ortsfesten Stationen stellt die Standortermittlung dar. Sie erfolgt im Fahrzeug durch automatische Aufnahme eines Ortscodesignales während des Vorbeifahrens an auf der Strecke installierten Sendern. Die Wegmessung erfolgt laufend durch die vom Tachoimpulsgenerator des Fahrzeugs abgegebenen Wegimpulse. Diese werden im Fahrzeugrechner gespeichert und an den Leitstellenrechner übertragen. Bei der Vorbeifahrt am nächsten Ortscodesender wird diese Wegzählung im Fahrzeugrechner wieder auf Null gestellt und die Zählung beginnt von vorn.

### 3.2 Datenübertragung

Die funktionelle Eigenheit der heutigen Leitsysteme ist der zyklische Aufruf der Fahrzeuge. Jedes Fahrzeug wird mit seiner technischen Fahrzeugnummer aufgerufen, und anschliessend wird der Informationsgehalt des Fahrzeugrechners abgefragt. Die Abfragedauer für ein einzelnes Fahrzeug liegt in der Grössenordnung von 10...50 ms. Bei 200 Fahrzeugen ergibt sich somit eine Zykluszeit von max. 10 s, nur so kann der Forderung nach einem aktuellen Überblick überhaupt entsprochen werden.

Die Datenübertragung zwischen Fahrzeugen und fester Sende-/Empfangsstation erfolgt per Funk, von dort bis zur Leitstelle per Draht. Der Informationsinhalt des Fahrzeugrechners wird in digitaler Form mit einer Zeichengeschwindigkeit von 1200 bis 2400 bit/s übertragen. Ein Leitstellen-Telegramm hat bis zu 55 bit und baut sich in üblicher Struktur auf (Fig. 2). Das Antworttelegramm des Fahrzeugrechners ist gleich aufgebaut, aber kürzer, bis 46 bit. Je nach gesetztem Modus, d. h. der Informationsart der Antwort, werden dagegen weitere Telegramme des gleichen Fahrzeugs hintereinander übertragen. Im Übermittlungsdatensatz gemäss Fig. 2 sind  $2^8 = 256$  verschiedene Informationsarten möglich, welche hinsichtlich Übertragung nach Prioritäten gegliedert werden. Der Informationsaustausch zwischen Leitstelle und Fahrzeug (Fig. 3) besteht sowohl aus der Übertragung der automatisch erfassten Daten wie Ortscode, Fahrgastzählung und Wegzählung als auch aus der Übertragung der von Hand eingetasteten Weisungen der Leitstelle oder Meldungen des Fahrers. Die Wegzählung z. B. ist in der Normalantwort des Fahrzeugrechners enthalten. Liegen aber eine neue Ortscodeangabe, Meldungen, Weisungen oder Fahrplanabweichungen vor, so werden diese Informationen

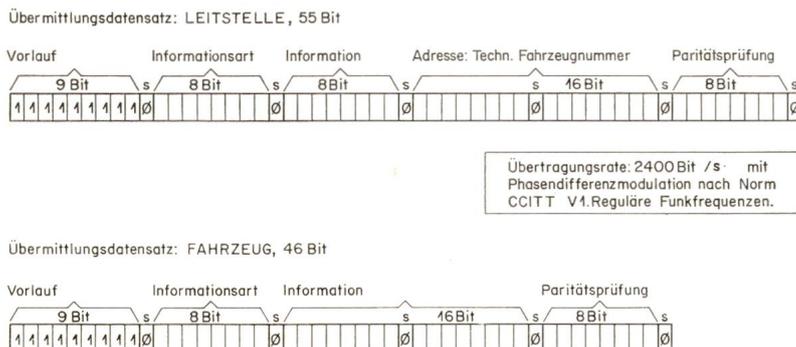


Fig. 2  
Schematische Darstellung von Leitstellen- und Fahrzeugtelegramm

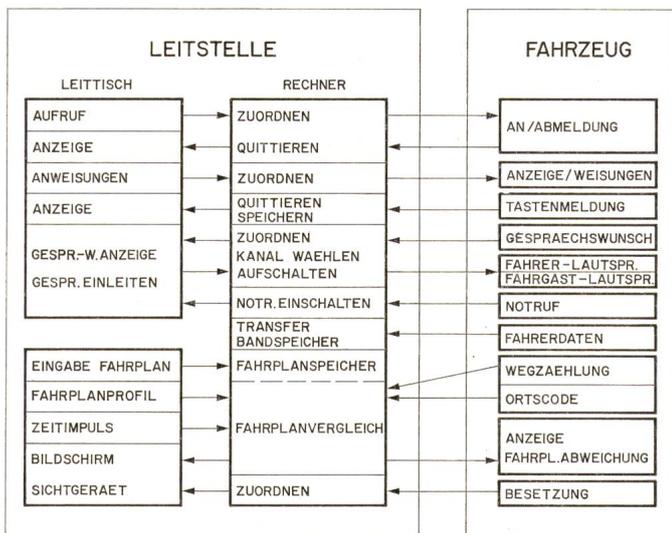


Fig. 3 Schematische Darstellung von Informationsaustausch zwischen Leitstelle und Fahrzeug

durch automatisch gesetzte Informationen in weiteren Telegrammen übertragen.

Nach Übermittlung des Gesprächswunsches eines Fahrers wird die Einleitung einer Sprechfunkverbindung vom Leittisch aus gesteuert und durch den Leitreechner nach Wahl eines freien Sprechfunkkanals selbständig aufgeschaltet. Die Leitstelle kann ihre Informationen auch direkt über die Fahrgastlautsprecher in die Fahrzeuge übertragen.

Aus den in den Fahrplanspeicher des Leitrechners eingegebenen Fahrplänen wählt die Leitstelle das jeweils geltende Fahrplanprofil, mit welchem der Leitreechner aufgrund der Antworttelegramme des Fahrzeuges den laufenden Fahrplanvergleich durchführt. Fahrplanabweichungen werden sofort ausgewertet und sowohl am Leittisch als auch im Fahrzeug angezeigt.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt für die gesamte Datenübertragung ist die möglichst fehlerfreie Übermittlung der Telegramme und die sichere Erkennung fehlerbehafteter Telegramme. Die heute erreichten Übertragungsfehlerraten sind ausserordentlich klein. Durch Kontrolle von zusammen mit der Information übertragenen Paritätsbit und Anwendung der Plausibilitätskontrolle werden diese Fehler vom jeweiligen Fahrzeugrechner oder Leitreechner erkannt. Der sendende Rechner stellt die fehlende Quittung fest und überträgt die gleiche Information solange, bis sie vom Empfänger quittiert wird. Die Sicherheit, dass ein Telegrammfehler erkannt wird, ist besser als 500 000 : 1. Die Telegrammfehlerraten wurden in Zürich 1970 auf dem ganzen Streckennetz ermittelt (Fig. 4). Die Zahlen geben für jeden Streckenabschnitt die nicht angenommenen Telegramme im Verhältnis zu den ausgesendeten an, ausgedrückt in Promillen. Selbst in den Häuserschluchten der Stadt übersteigt die Fehlerrate selten einige Prozente, obwohl die Übertragung von der Basisstation zum Messwagen und zurück betrachtet wurde.

Ein als fehlerhaft erkannt Telegramm wird nicht angenommen; das Fahrzeug wird innerhalb desselben Zyklus nach Abfrage von 3 bis 4 anderen Fahrzeugen erneut aufgerufen. Antwortet es wieder nicht oder wiederum fehlerhaft, so wiederholt sich der Vorgang noch mehrere Male. Danach wird es als gestört angezeigt, weiterhin aber in jedem Zyklus

normal angerufen, und es kann sich somit auch wieder normal melden, wenn z. B. eine standortbezogene Übertragungsstörung vorlag. Aufgrund dieser besonderen Wiederholungsmethode senkt sich die Restfehlerrate auf einem funkttechnisch normal erschlossenen Streckennetz auf sehr geringe Werte.

### 3.3 Datenauswertung und -anzeige

Die Datenauswertung und -anzeige wird ausschliesslich über den Leitstellenrechner vorgenommen. Vorrangig sind es die Daten, die dem Disponenten automatisch dargestellt werden, weil sie eine wesentliche Abweichung vom Normalzustand bedeuten, wie z. B. sämtliche Meldungen, auf die der Disponent zu reagieren hat, Gesprächswünsche und Fahrplanabweichungen, die einen Schwellenwert überschreiten. Diese letzteren erhält zudem jeder Fahrer automatisch auf seinem Anzeigergerät dargestellt.

Alle routinemässig anfallenden Informationen wie exakte Standorte oder Besetzungszahlen werden dem Disponenten nicht automatisch gezeigt, sondern stehen ihm auf Abruf zur Verfügung. Sie sind als isolierte Informationen wertlos, solange sie nicht mit einem Soll-Zustand verglichen werden oder als gezielte Informationen für Entscheide dienen müssen. Solche Informationen werden im Rechner selbst gespeichert. Sie werden abgerufen, wenn der Disponent auf dem Monitor, welcher die Übersicht über das gesamte Netz gibt, Unregelmässigkeiten in einer Region oder auf einer Linie feststellt. Er holt sich dann auf einem zweiten oder dritten Monitor die betroffenen Linien oder Regionen in der geeigneten Darstellung heran, wobei er sehr viel mehr Informationen erhält.

Als Illustration diene dazu die Fig. 5. In der Mitte ist die gesamte Strecke der untersuchten Linie maßstäblich wiedergegeben, die wichtigsten Haltestellen mit Ort und Kurzzei-

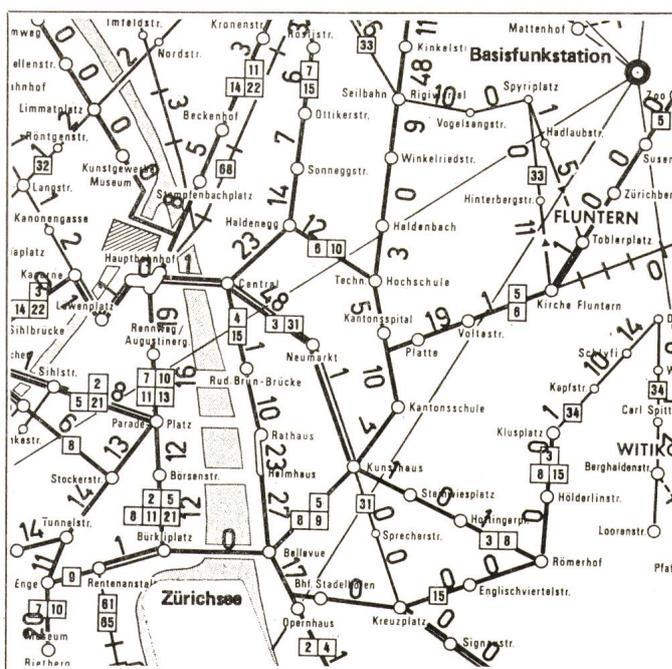


Fig. 4 Gemessene Telegrammfehlerraten im Streckennetz der Stadt Zürich (Ausschnitt)

Die fettgedruckten Zahlen in jedem Streckenabschnitt geben die Anzahl der nicht angenommenen Telegramme auf 1000 ausgesendete an

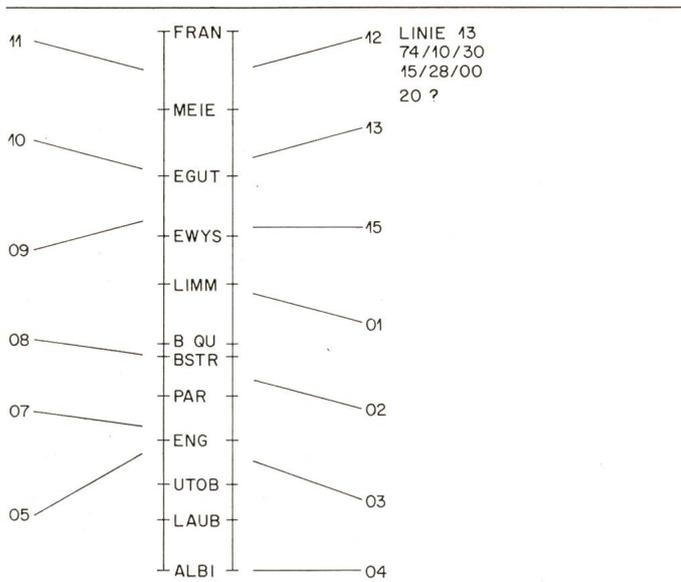


Fig. 5 Bildschirmdarstellung mit Standorterkennung und Fahrplanvergleich

Fahrplan stark gestört. Fahrzeug Nr. 20 hat keine Verbindung

chen bezeichnet. Links und rechts erscheinen alle Fahrzeuge, die auf dieser Linie verkehren, mit ihren Kursnummern. Die Fahrtrichtung der Kurse auf der linken Seite verläuft von oben nach unten, auf der rechten Seite von unten nach oben. Die Kursnummern bzw. äusseren Strichenden markieren die Soll-Standorte zum Zeitpunkt der Anzeige; die inneren Enden der Striche die Ist-Standorte. Die Waagrechte oder schräge Lage der Striche ist ein Mass dafür, wie sich der Ist-Standort des Fahrzeuges zu seinem Soll-Standort verhält. Bei waagrechtem Verbindungsstrich ist der Kurs fahrplanrichtig. Beispiele für Verspätungen sind die Kurse 5 und 9, während die Kurse 1, 2, 3, 7 und 8 zu früh fahren. Die Besetzung jedes Kurses, die genauen Abweichungen vom Soll-Fahrplan, alle Intervalle auf dieser Linie können daneben oder auf einem zweiten Bildschirm numerisch dargestellt werden. Bei Verwendung von Farbbildschirmen ist es zweckmässig, diese Angaben mit verschiedenen Farben in die gleiche Darstellung grafisch zu integrieren.

Für die Langzeitstatistik wird der Ereignisverlauf jedes einzelnen Fahrzeuges auf Magnetband gespeichert. Ort, Zeit und alle Daten über zu- und aussteigende Passagiere, Verspätungen, Fahrerwechsel, Störungen usw. bleiben damit als Informationen erhalten. Auswertungen können nach beliebigen Gesichtspunkten in einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Das können z. B. sein: die Durchschnittsgeschwindigkeit vor einem bestimmten Lichtsignal, die Zahl der zusteigenden Passagiere an einer Haltestelle, die Häufigkeit und der Verlauf von Störungen oder ganz einfach die Fahrerarbeitszeit-ermittlung.

#### 3.4 Steuer- und Regelfunktionen

Die wichtigste Steuerung ist diejenige des zyklischen Datenaustausches mit der Wiederholung des Aufrufes derjenigen Fahrzeuge, die entweder mehr als nur Routinemeldungen bereithalten oder als Übertragungsgestört erkannt werden.

Daneben ist die differenzierte Prioritätssteuerung für Lichtsignalanlagen besonders zu erwähnen, welche die Grün-

phase nur dann anfordert, wenn angemeldete Fahrzeuge in der Toleranz bis leicht verspätet, aber nicht zu früh fahren.

Besonders wichtig ist die Steuerung der Gesprächseinleitung zur Vermeidung von Sprechfunkkanalüberlastungen. Nach Anwahl von der Leitstelle wird automatisch ein freier Kanal gesucht, die Funkgeräte der Gesprächsteilnehmer werden auf diesen aufgeschaltet und nach Gesprächsbeendigung wieder selbsttätig aus dem Datenkanal zurückgeschaltet.

Das System, unter Einbezug des Fahrers als Systemelement, führt auch Regelfunktionen zur Einhaltung des Fahrplanes aus. Die Sollwerte des Normalfahrplanes können auf der Leitstelle jederzeit durch Intervallfahrpläne oder Sonderfahrpläne ersetzt werden. Auch die Abweichungen von diesen neuen Sollwerten werden den Fahrern laufend angezeigt.

#### 3.5 Systemelemente

Die Systemelemente sind diejenigen Baugruppen oder Geräte, die die Erfüllung der Systemfunktionen übernehmen. Nach Einbauort lassen sich unterscheiden: die Fahrzeuggeräte, die Netz- oder Streckenausüstung und die Leitstelleneinrichtungen.

Zu den Fahrzeuggeräten gehört in erster Linie der Fahrzeugrechner, der für einfache Funktion aus Einzweckrechnern, für sehr anspruchsvolle Aufgaben aus einem dafür konzipierten Spezialrechner mit Zentralsteuerung (Microprozessoren) bestehen kann. Ferner sind zu nennen: Zählgeräte, Wegimpulsgeber, Drehmomentgeber, Gewichtsmessgeräte, Ortscodeempfänger, Übertragungsgeräte.

Im Netz sind Ortscodesender, allfällige Umsetzer, Schlitzleiter oder Lochkabel für die Übertragung in Tunnels, Signalgeräte an Haltestellen usw. eingebaut, und als wichtiges Element sei auch die Lichtsignal-Prioritätssteuerung genannt.

Die Leitstelle ist ausser Informations- und Befehlszentrale auch Rechenzentrum. Darin sind zu finden: der Leitrechner, in den meisten Fällen als Doppelrechner mit den zugehörigen Speichern und Interface-Geräten; als Sichtgeräte finden handelsübliche Farb- oder Schwarzweissmonitoren Verwendung. Die Bedienungsgeräte und akustischen Einrichtungen werden je nach Anwendungsfall und Spezifikation ausgewählt. Übertragungsanlagen wie Sender/Empfänger sind oft vom Sprechfunkverkehr vorhanden und werden dann für den Datenfunk umgerüstet.

Fig. 6 zeigt den Aufbau eines Verkehrsleitsystemes aus seinen einzelnen Elementen in schematischer Übersicht und Fig. 7 ein Bild der seit mehreren Jahren in Betrieb befindlichen Leitstelle der VBZ.

#### 4. Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Am Beispiel eines Netzes von Verkehrsbetrieben ist ein Betriebsleitsystem beschrieben worden, welches dank der sofortigen Verfügbarkeit zeitgerechter Informationen und der Möglichkeit des manuellen oder automatischen Eingriffes erlaubt, das Zusammenwirken einer zentralen Leitstelle mit einer Vielzahl von Unterstationen zu verbessern.

Für die je nach Grösse, Verknüpfung und Belegung des Netzes recht unterschiedlichen Anforderungen an ein Betriebsleitsystem ist eine Typenreihe entwickelt worden, die so konzipiert ist, dass sie von sehr einfachen Systemen, wie z. B. mit wenigen Unterstationen, bis zu komplexesten Systemen ausbaufähig ist. Es ist leicht ersichtlich, dass derartige Sy-

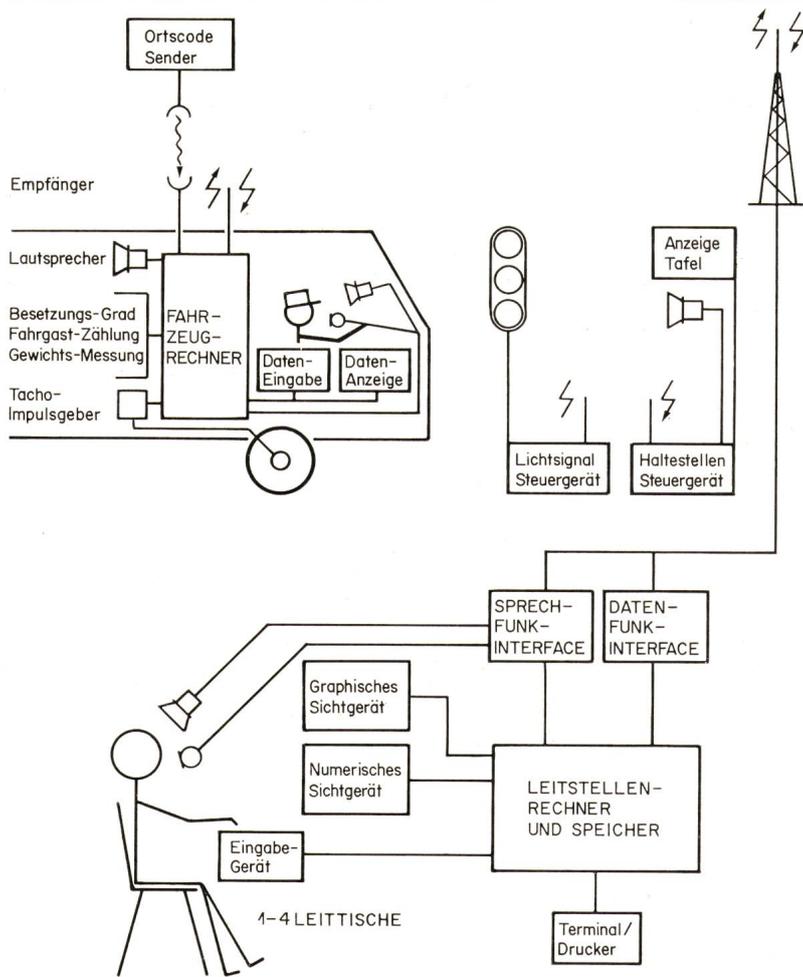


Fig. 6  
Schematischer Aufbau eines Verkehrsleitsystems  
aus Systemelementen



Fig. 7 Leitstelle der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ)

steme auf andere Anwendungsgebiete übertragen werden können, wo ebenfalls

- eine Zentrale (mit Leitrechner) und Unterstationen (mit Satellitenrechnern) gesteuert zusammenwirken
- Informationen von einer Vielzahl Stationen gleichzeitig anfallen und in kürzester Zeit ausgewertet werden müssen
- spezifische Informationen mit Vorrang verarbeitet werden müssen
- eine sichere Informationsübertragung, sei es über Funk, Draht oder Lichtstrahl, gefordert wird.

Die Bewährung in der harten Praxis mit mobilen Stationen beweist eine genügende Sicherheit der Systeme. Da die Systemfunktionen nahezu unverändert übernommen werden können und nur die Systemelemente dem jeweiligen Anwendungsfall sinnvoll angepasst werden müssen, eröffnen sich für das beschriebene Betriebsleitsystem weitere vielfältige Einsatzmöglichkeiten.

#### Adressen der Autoren

Dr. Ing. G. Büchner, CMC Carl Maier + Cie. AG, 8200 Schaffhausen und dipl. Ing. N. Loeliger, Häni-Proelectron AG, 9500 Wil.

---

## Literatur – Bibliographie

---

DK 621.3 (075)

SEV-Nr. A 486 I/III

**Traité d'électricité.** Par Georges Goudet. 3 tomes. Paris, Masson, 1975. 8°, 380/372/372 p., fig. tab. – Prix: rel. ffrs. 179.–.

Cet ouvrage est présenté en trois tomes. Le premier traite des «phénomènes électriques et magnétiques indépendants du temps», le deuxième des «phénomènes électriques et magnétiques dépendants du temps» et enfin le troisième de «l'électricité et la matière». Ce traité d'électricité débute par des notions mathématiques préliminaires sur le calcul vectoriel et les grandeurs alternatives et périodiques. Disons d'emblée que ces notions doivent être parfaitement saisies pour une lecture profitable de l'ouvrage où l'approche mathématique des phénomènes étudiés est délibérément choisie face à une approche plus descriptive ou intuitive. L'arsenal du calcul différentiel masque un peu le phénomène décrit, on souhaiterait souvent voir l'allure de certaines fonctions pour assimiler la matière plutôt que simplement la comprendre. La forme des exposés est bien sûr très théorique et abstraite, ce qui n'est pas pour déplaire aux esprits culturels de nos confrères voisins. On apprend tout dans ce traité et très vite ... De

«l'aberration des étoiles fixes» en passant à la mécanique quantique, on prend quand même le temps en 6 pages de calculer une machine asynchrone triphasée. Dommage que les sens positifs des tensions et courants ne soient pas conformes aux recommandations de la CEI.

En fait, cet ouvrage est d'un grand intérêt en ce qui concerne les phénomènes physico-chimiques en relation avec l'électricité comme par exemple l'électrochimie, les piles, les plasmas et les matériaux semi-conducteurs ou magnétiques. La physique quantique est employée pour aborder les propriétés du solide. L'ensemble est traité avec beaucoup de sérieux et de rigueur, mathématique en tout cas. Ce n'est vraiment pas un ouvrage d'initiation. Il s'adresse aux lecteurs ayant déjà bien compris les phénomènes électriques et désireux de parfaire leurs connaissances générales. Il faudra aller chercher ailleurs les informations permettant des applications pratiques. Ce n'est pas un livre d'électrotechnique et encore moins d'électronique. Enfin un livre où la loi d'Ohm ne s'écrit pas  $u = Ri$  mais  $\vec{i} = \gamma \vec{E}$ ! D'un niveau très universitaire, ce livre est à placer dans toutes les mains des nostalgiques du temps de leurs études supérieures.

D. Freyre