

**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:** 7

**Artikel:** Signal- und Fernmeldeanlagen an Nationalstrassen

**Autor:** Mazan, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915147>

### **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:** 01.04.2025

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

dabei betont, dass die Beleuchtung dieser Strecke aus Gründen der Sammlung von Erfahrungen doch sehr wünschbar wäre.

#### 2.4 Anforderungen aus der Sicht der Strassenbenützer

Abschliessend seien noch die Anforderungen, die von «Konsumenten» an die Beleuchtung gestellt werden, aufgezählt:

- Es muss eine für den Automobilisten möglichst *blendungsarme Leuchtenbauart* gewählt werden, die eine unerwünschte zusätzliche Blendung durch die Beleuchtungsanlage selbst verhindert.

- Die *Anlage der Masten darf nicht verkehrsgefährdend sein*, weshalb sich wohl immer ein Schutz durch Leitplanken aufdrängen wird.

- Eine *stärkere Beleuchtung der innern schnellsten Fahrbahn* ist wünschbar.

- Die Beleuchtung soll eine *möglichst tageslichtähnliche Lichtfarbe* aufweisen, damit die Verkehrsvorgänge auf der Autobahn naturgetreu und namentlich die Signale farbenecht wiedergegeben werden, sofern diese nicht restlos beleuchtet werden.

#### Adresse des Autors

C. Häberlin, Direktor des ACS, Laupenstrasse 2, 3001 Bern.

## Signal- und Fernmeldeanlagen an Nationalstrassen

Von H. Mazan

*Signal- und Fernmeldeanlagen an Nationalstrassen stellen für die Polizei ein äusserst wertvolles Hilfsmittel für eine schnelle und wirksame Steuerung der Verkehrssysteme dar. Beim Bau von Signal- und Fernmeldeanlagen muss insbesondere die Betriebssicherheit gewährleistet sein, aber auch der Personalinstruktion, den Möglichkeiten zur Systemerweiterung und dem Anlagenunterhalt ist ein hoher Stellenwert beizumessen.*

*Les installations de signaux et commandes à distance constituent pour la police une aide très précieuse pour assurer la régulation du trafic. Lors de leur construction, on doit en particulier assurer la sécurité d'exploitation, mais également l'instruction du personnel, étudier les possibilités d'extension et l'entretien.*

### 1. Was sind S + F-Anlagen?

Signal- und Fernmeldeanlagen (S + F-Anlagen) gehören zur Ausrüstung von Nationalstrassen. Ihnen fällt die allgemeine Aufgabe zu, die Arbeit der Verkehrspolizei zu unterstützen und dabei die Besonderheiten der Nationalstrassen zu berücksichtigen. Letztere zeichnen sich aus durch:






- grosse Transportkapazität
- hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten
- Streckenführung grossenteils ausserhalb von Siedlungsgebieten
- Verlassen der Fahrbahn nur an wenigen bestimmten Stellen möglich
- viele potentielle Gefahrenquellen vorhanden

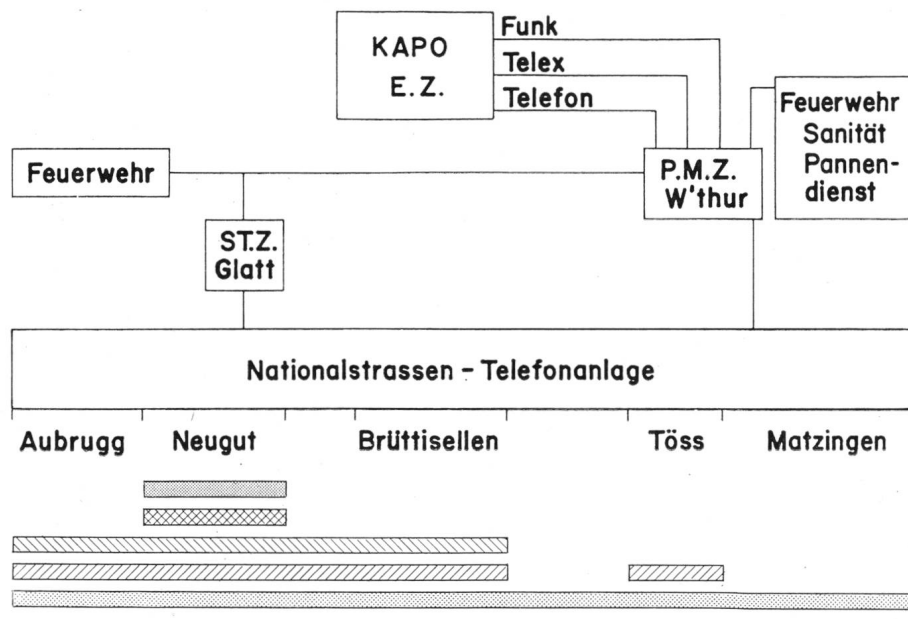
Die S + F-Anlagen ermöglichen der Polizei, das Verkehrsgeschehen im besagten Raum im wesentlichen zu erfassen, Entscheide zu fällen und schnelle, wirksame Steuer- und Reguliervorgänge auszulösen.

Im weiteren können damit dem Automobilisten Befehle, Hinweise oder sonstige Informationen vermittelt werden und dadurch einen sicheren, bequemen und leistungsfähigen Verkehrsfluss ermöglichen. Die Nationalstrassen-Telefonanlage (NT-Anlage) schafft zudem die Voraussetzung, dass der Automobilist bei einer Panne oder einem Unfall in regelmässigen Abständen über die ganze Strecke die Polizei benachrichtigen und Hilfe anfordern kann.

So betrachtet, müsste diesen Anlagen ein hoher Stellenwert im Verkehrssystem beigemessen werden.

Fig. 1  
Überblick über die Elektroanlagen der N1 zwischen der Stadtgrenze Zürich und der Bedienungsgrenze ZH/SG

-  Verkehrsregelungsanlage
-  Fernsehanlage
-  Fernwirkanlage
-  Fahrbahnbeleuchtung
-  Signalbeleuchtung
- P.M.Z. Polizeimeldezentrale
- ST.Z. Steuerzentrale



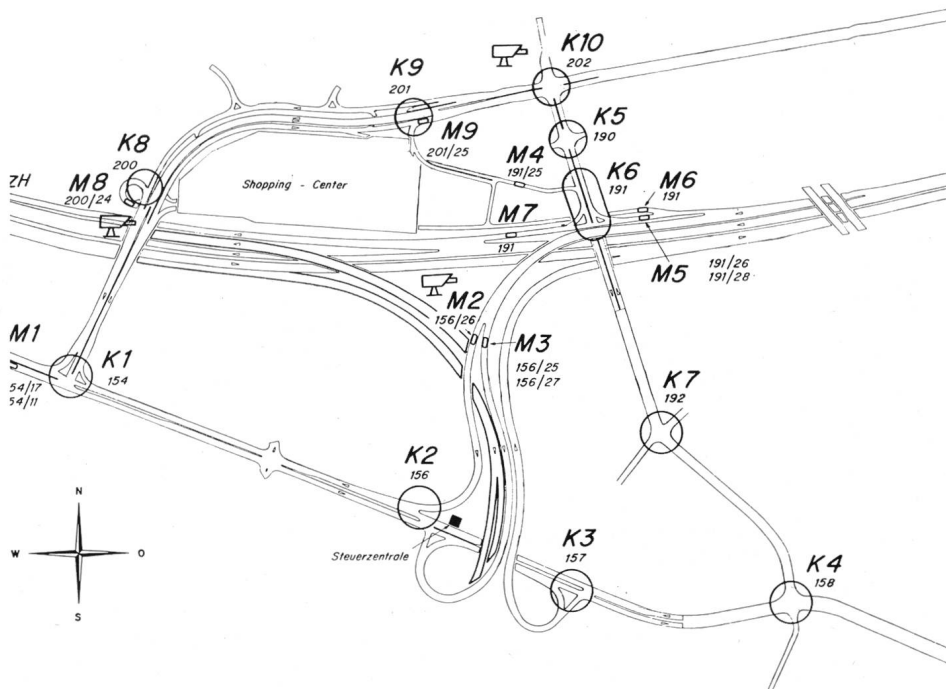


Fig. 2  
Verkehrsregelungssystem im Bereich des  
Verkehrsdreiecks Wallisellen der N1  
M Messdetektor  
K Verkehrsknoten

## 2. Projektierung

In den Weisungen und Richtlinien des ASF für Nationalstrassentelefonanlagen ist der Rahmen über den Umfang solcher Anlagen abgesteckt. Die Vielfalt der örtlichen Besonderheiten erfordert vom Anlageplaner trotzdem umsichtige Bedürfnisabklärungen. In Zusammenarbeit mit dem Bauherrn, dem Verkehrsingenieur und der Verkehrspolizei wird ein Funktionspflichtenheft erstellt. Auf dieser Basis erfolgt dann die eigentliche Systemprojektierung.

Die Tabelle I gibt einen Überblick über die häufigsten S + F-Anlagen.

Für die weiteren Betrachtungen wird die S + F-Anlage der N1 bei Wallisellen näher untersucht (Fig. 1 und 2). Aufgrund eingehender Abklärungen wurden die Anforderungen an die S + F-Anlagen definiert. In Ergänzung der standardmässigen Ausrüstung wurde im Bereich des Verkehrsdreiecks Wallisellen eine weiträumig koordinierte Verkehrsregelungsanlage und eine Fernschüberwachung exponierter Stellen gefordert, um die prognostizierte Verkehrsmenge möglichst reibungslos zu bewältigen.

Die nicht unerheblichen zusätzlichen Kosten wurden einer gründlichen Kosten-Nutzen-Analyse unterzogen und als vertretbar erkannt.

Eines stand zum vornherein aber klar, das Verkehrssystem muss eine hohe Verfügbarkeit aufweisen. Diese Forderung trifft in besonderem Masse für die S + F-Anlagen zu. Infolge der mannigfaltigen erwünschten Abhängigkeiten der verschiedenen S + F-Anlagen untereinander ist eine befriedigende Funktionssicherheit nicht ohne weiteres zu erzielen. Anstrengungen zur Hebung der Zuverlässigkeit sind zwingend und konsequenterweise während der Realisierungsphasen und des anschliessenden Betriebs zu erbringen.

Auf eine derartige Massnahme sei im folgenden näher eingetreten.

Es handelt sich dabei um das Problem der induktiven Beeinflussung der NT-Kabel durch Erdschlußströme von Hochspannungsleitungen oder Betriebsströme von Bahnen. Die im Kabel induzierte Spannung hängt ab von Betrag und Frequenz des beeinflussenden Stromes, von Abstand und Länge der Leitungen sowie von der Bodenleitfähigkeit am Beeinflussungsort.

In vielen Fällen überschreitet diese Spannung die zulässigen Höchstwerte, so dass Massnahmen zu deren Herabsetzung erforderlich werden. Die gebräuchlichste ist die Abschirmung des Kabels mittels eines metallischen Mantels. Anhand der Fig. 3 lässt sich das Beeinflussungsprinzip erklären. Es zeigt eine Bahnlinie und in deren Umgebung zwei Kabel im Abstand von  $a_1$  bzw.  $a_2$  mit der Länge  $l_1$ , wovon das eine eine Armierung aufweist. In beiden Kabeln werden Spannungen induziert. Die Wirkung der Kabelarmierung ist dadurch angedeutet, dass im nichtarmierten Kabel eine wesentlich höhere Spannung als im abgeschirmten auftritt.

Das Verhältnis der Längsspannung mit Abschirmung zu jener ohne Abschirmung bringt die Reduktionswirkung oder der Reduktionsfaktor  $r_k$  der Armierung zum Ausdruck, wobei vorausgesetzt ist, dass die Kabelarmierung an mehreren Stellen geerdet ist.

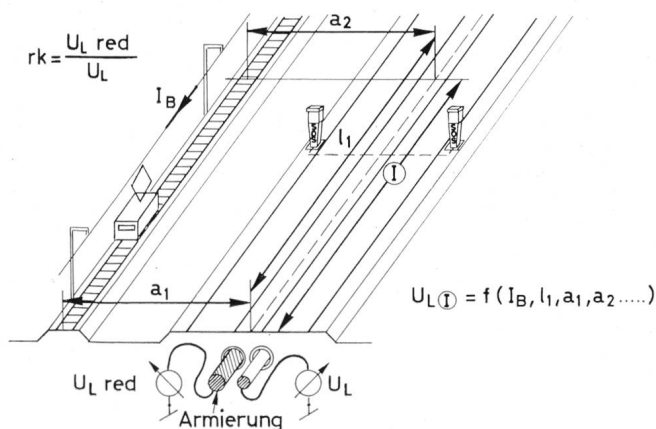


Fig. 3 Beeinflussungsprinzip der Kabel durch Betriebsströme von Bahnen

- $r_k$  Reduktionsfaktor
- $a_1, a_2$  Abstand der Kabel zum Beeinflusser
- $U_L$  induzierte Längsspannung
- $I_B$  Beeinflussungsstrom

Die Fig. 4a zeigt den Verlauf des Reduktionsfaktors  $r_k$  in Funktion des Spannungsbelags bei 50 Hz und für ein bestimmtes Kabel.

Das Diagramm 4b stellt die Beziehung dar zwischen der Gegeninduktivität der beiden Stromkreise in Abhängigkeit vom mittleren Abstand bei 50 Hz und zwei verschiedenen Bodenwiderständen.

Zunächst gilt es, anhand der geographischen Lage der Bahn oder H.S.-Leitung zum Kabel sowie der Bodenleitfähigkeit die Gegeninduktivität abschnittsweise zu bestimmen. Anschliessend können die Spannungsbeläge der einzelnen Abschnitte berechnet werden. Die Abschnittslänge und der beeinflussende Strom wirken sich dabei proportional ihrer Grösse auf den Spannungsbelag aus.

Es ist somit nicht unerheblich, die Stromstärke genau zu berücksichtigen. Bei einem zu niedrigen Wert besteht akute Unfallgefahr, und bei einem zu hohen werden unnötige Kosten verursacht.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, lässt sich eine vorgeschriebene Spannungsbegrenzung auf verschiedene Arten erzielen. Zwei davon sind durch die mittlere und untere Kurve aufgezeigt. Man kann sich daher auch die zusätzliche Aufgabe stellen, diese Spannungsbegrenzung mit dem geringstmöglichen Aufwand zu realisieren. Dazu existieren grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die eine besteht darin, dass die Kabelfabrik für jeden Fall das optimale Kabel berechnet, konstruiert und herstellt. Bei der andern stellt man alle normierten Kabel zur Auswahl und sucht die wirtschaftlich optimale Kombination, wobei als Randbedingung die Grenzspannung einzuhalten ist. Für dieses Auswahlverfahren ist ein geeignetes Rechenverfahren entwickelt worden. Ein stures Durchrechnen aller möglichen Kombinationen würde selbst mit einem schnellen Computer viel Zeit beanspruchen. Bei beispielsweise 20 Streckenabschnitten und 16 Armierungsarten sind theoretisch  $16^{20}$  Kombinationen möglich. Mit dem besagten Rechenprogramm ist es jedoch möglich, mit Sicherheit die optimale Kombination zu finden, und zwar mit einem Rechenaufwand von nur wenigen Sekunden.

Fig. 6 zeigt an einem Beispiel, dass im Streckenabschnitt 1 14 verschiedene Armierungsarten zur Auswahl stehen. Das gleiche gilt für die übrigen Streckenabschnitte.

In Fig. 7 werden die Zwischenresultate und die optimale Kombination des gleichen Beispiels aufgezeigt. Auffällig ist, dass sie mit rund 418 V unter der zulässigen Grenzspannung liegt und trotzdem noch etwa 11 000.- Franken billiger ist

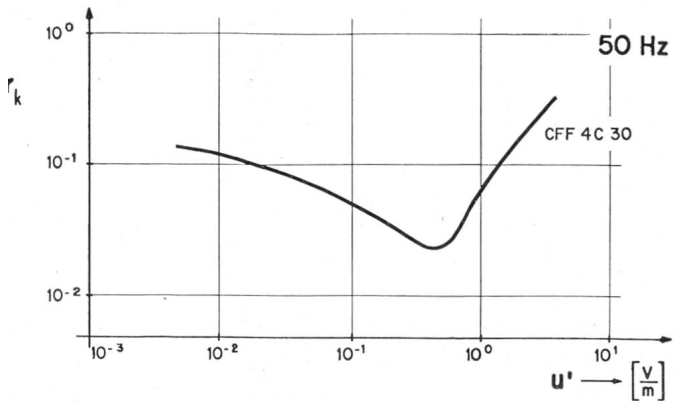


Fig. 4a Reduktionsfaktor  $r_k$  in Abhängigkeit des Spannungsbelags  $u'$

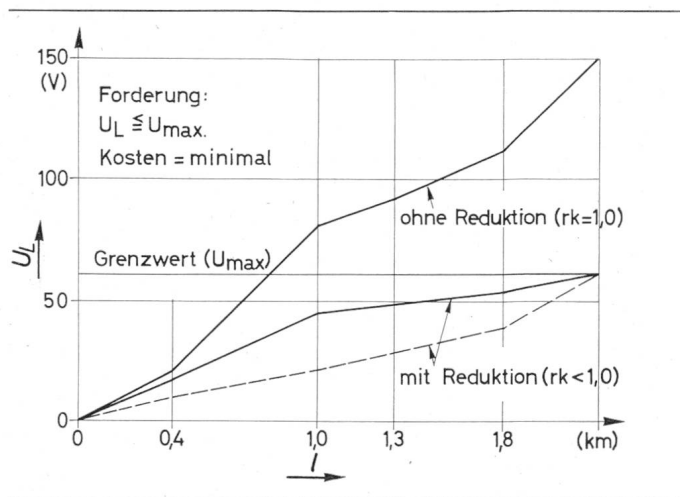


Fig. 5 Prinzip der Bestimmung der optimalen Kabelarmierung  
 $U_L$  induzierte Längsspannung  
 $r_k$  Beeinflussungsfaktor  
 Die unteren zwei Kurven entsprechen Kombinationen von Kabelarmierungen, welche die Spannungsbedingungen einhalten. Diejenige mit den niedrigsten Kosten wird für die Ausführung gewählt.

als die erste Kombination, welche nahe an der Spannungsgrenze liegt.

Mit diesen Betrachtungen wurde zu zeigen versucht, wie eines der Sicherheitsprobleme von S + F-Anlagen angegangen werden kann. Der Vollständigkeit halber muss aber hervorgehoben werden, dass jedes Ingenieurbüro die vorgesehenen Lösungen für die Behandlung der Beeinflussungsprobleme den Spezialisten von der GD PTT zur Prüfung vorzulegen hat. Nebst der angenehmen Tatsache, dadurch einen Teil der Verantwortung an die PTT delegieren zu können, wird im besonderen Masse deren fachlich fundierte Beratung geschätzt. Ohne solche tatkräftige Unterstützung wäre auch die beste Optimierung nutzlos, weil die Ausgangsdaten mit zu grossen Ungenauigkeiten behaftet sein könnten.

Weitere Sicherheitsprobleme, die in der Projektierungsphase zu lösen sind, beziehen sich auf Konzeptfragen. Die Anlagen sollen möglichst einfach und übersichtlich gestaltet werden. Alle vermeidbaren Fehlerquellen sind auszuschliessen. Dies trifft im besonderen für Fernwirkanlagen zu, egal ob es sich dabei um Sprach-, Bild- oder Datenübertragungen handelt. Ein fehlerhaftes Verhalten dieser «Bindeglieder» kann die Funktion des gesamten Verkehrssystems gefährden.

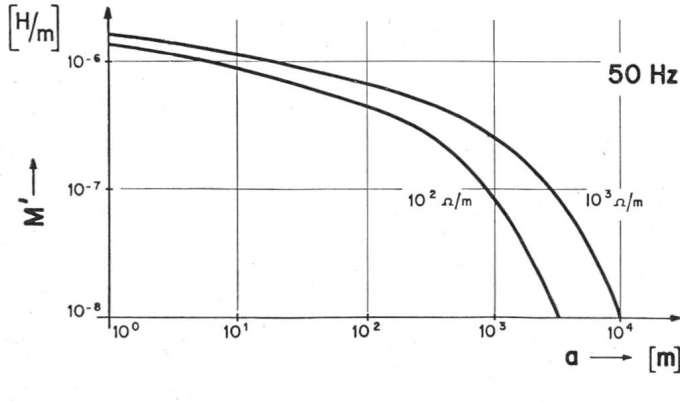


Fig. 4b Beziehung zwischen der Gegeninduktivität beider Stromkreise  $M'$  und dem mittleren Abstand  $a$

Funktion	Anlagenbezeichnung
Fahrzeugüberwachung	Fernseh-, Zähl- und Geschwindigkeitsmessanlagen
Überwachung der Fahrbahn und der Sichtverhältnisse	Glatteismelde-, Feuermelde-, Nebelwarn- und Sichttrübungsmessanlagen
Verkehrssteuerung Verkehrsregelung	VR- und Wechselsignalanlagen Ortsfeste oder ortsveränderliche Signale
Fernüberwachung und Steuerung technischer Anlagen	Fernwirkanlagen, Fernsteuerungen für: Stromversorgung, Beleuchtung, Ventilation, Pumpwerk
Kommunikation zwischen Polizei und Automobilist	SOS-Telefonanlage, Warnanlagen

**3. Bau von F + S-Anlagen**

Nebst den Projektierungsproblemen gilt es, ebenso die Bau- und Betriebsaufgaben umsichtig zu lösen. Die Sicherheit der F + S-Anlagen kann auch in diesen Phasen entscheidend beeinflusst werden. Besonders gefährdet sind wiederum die Telefonkabel. Sie verlangen eine sorgfältige Montage; für den Kabelzug, die Spleissung und Muffenherstellung sind Spezialisten erforderlich. Als störungsanfällig erweisen sich die Muffen, weil dort durch das Lötten die kristalline Bleimantelstruktur verändert wird, Haarrisse sich bilden und gelegentlich Feuchtigkeit eindringt.

Infolge Koordinations- oder Planungsfehlern kommt es auch vor, dass Leitplankenpfosten ausgerechnet dort eingeschlagen werden, wo das Kabel liegt. Im weiteren treten gelegentlich auch Material-, Herstellungs- und Konstruktionsfehler auf.

Alle diese Mängel sollten aber spätestens bei der Anlageprüfung und der definitiven Abnahme behoben sein.

**4. Betrieb von S + F-Anlagen**

*4.1 Personalinstruktion*

Der Verkehrspolizist als Anlagebenützer muss das Verhalten des Verkehrssystems und der S + F-Anlagen kennen, damit er wirksam steuernd und regulierend in den Prozess eingreifen kann. Bei komplexeren Systemen drängt sich jedoch eine eingehende Instruktion auf. Die Praxis zeigt, dass geeignetes Bedienungspersonal nach sorgfältiger Einführung durchaus Computeroperateur-Aufgaben für Verkehrsregelungsanlagen zu erfüllen vermag, ohne dass besondere fachliche Voraussetzungen erforderlich wären. Der Umgang mit solchen Apparaten sollte jedoch als Hauptbeschäftigung angesehen werden, weil sich nur dadurch die notwendige Routine einstellt.

*4.2 Systemerweiterung*

In der Regel steigen im Laufe der Zeit die Anforderungen an S + F-Anlagen. Bei der Ausführung der ersten Telefonkabelanlagen auf den Nationalstrassen wurden Kabel verlegt, die gerade ausreichend dimensioniert waren, um die Notrufsäulen anzuschliessen. Diese Praxis hat sich nicht bewährt. Eine mässige Reservehaltung ist dringend zu empfeh-

STRECKENABSCHNITT:	REDUKTIONSART:	
1	1	1F40
1	2	1CF40
1	3	1FF40
1	4	1F2C40
1	5	1F4C40
1	6	1CFF40
1	7	1FF2C40
1	8	1CF2C40
1	9	1FF4C40
1	10	1CF4C40
1	11	1CFF2C40
1	12	1-35TF40
1	13	1CFF4C40
1	14	1-45TF40
2	1	1F40
2	2	1CF40

**Fig. 6**  
Tabelle der Variationsmöglichkeiten für die Armierungsarten

U <sub>L</sub> in 450V	Kosten Fr	Armierung im Abschnitt			
		1	2	3	4
425.068	111756.00	14	14	12	1
421.942	111506.00	12	14	14	1
424.655	106510.00	10	12	12	2
426.631	104010.00	10	10	12	3
425.506	102258.00	10	10	6	6
427.769	101191.00	10	2	12	6
426.566	100578.00	2	10	12	6
417.974	100027.00	2	2	12	12

**Fig. 7**  
Zwischenresultate und optimale Kombination der Armierungen

len. Dank ihren Übertragungsqualitäten und der konsequenten, durchgehenden Verlegung ist das Telefonkabel geradezu bevorzugt, weitere Funktionen zu erfüllen. In der Tat wird es je länger, desto mehr zum zentralen Element aller S + F-Anlagen auf den Nationalstrassen. Dieser Umstand ist in den Fig. 8 und 9 sichtbar. Das Telefonkabel wird ausser für telefonische Aufgaben auch für die Belange der Fernsteuerung und des Fernsehens verwendet.

**4.3 Anlagenunterhalt**

Erfahrungsgemäss treten auch bei S + F-Anlagen Pannen auf, obwohl weder Material-, Konstruktions- noch Montagefehler vorliegen und praktisch keine der Abnutzung unterworfenen Teile vorhanden sind. Solcherart bedingte Ausfälle sind somit auf äussere Einwirkungen zurückzuführen, wie:

- unzulässig hohe mechanische Beanspruchung
- unverhältnismässig hohe elektrische Beanspruchung
- starke Verschmutzung
- hohe Feuchtigkeit
- extreme Temperaturen

Ziel jeder Anlagebetreuung wird es sein, unter diesen Umständen eine möglichst hohe Systemverfügbarkeit zu erreichen, und zwar mit folgenden Massnahmen:

1. Periodische Funktionstests, geplante Revisionen und Reinigungen.
2. Bereitstellung eines Pannendienstes mit ausgebildetem Personal, den erforderlichen Reservematerialien und Messapparaturen.

**5. Zusammenfassung**

S + F-Anlagen sind als Komponenten des Verkehrssystems zu betrachten. Als solche fällt ihnen die Aufgabe zu, auf den Verkehr einzuwirken, mit dem Ziel, die Kapazität der Verkehrsbauten zu nutzen und die Sicherheit des einzelnen Automobilisten zu verbessern. Diese Zielsetzung bedingt die Vielfalt der F + S-Anlagen. Besonders hervorzuheben ist

Fig. 8  
Blockschema einer Verkehrs-Fernsehanlage

- K1, K2, K3 Kameras
- MK Mastkabine
- VK Verstärker
- ST Steuerpult
- BSE Betriebs- und Steuereinheit
- FST II Fernsteuerung II
- M1, M2 Monitoren
- A.N.T. Aufnahmeteil
- N.Ü.T. Nahübertragung
- ST.Z. Steuerzentrale
- F.Ü.T. Fernübertragung
- P.M.Z. Polizeimeldezentrale

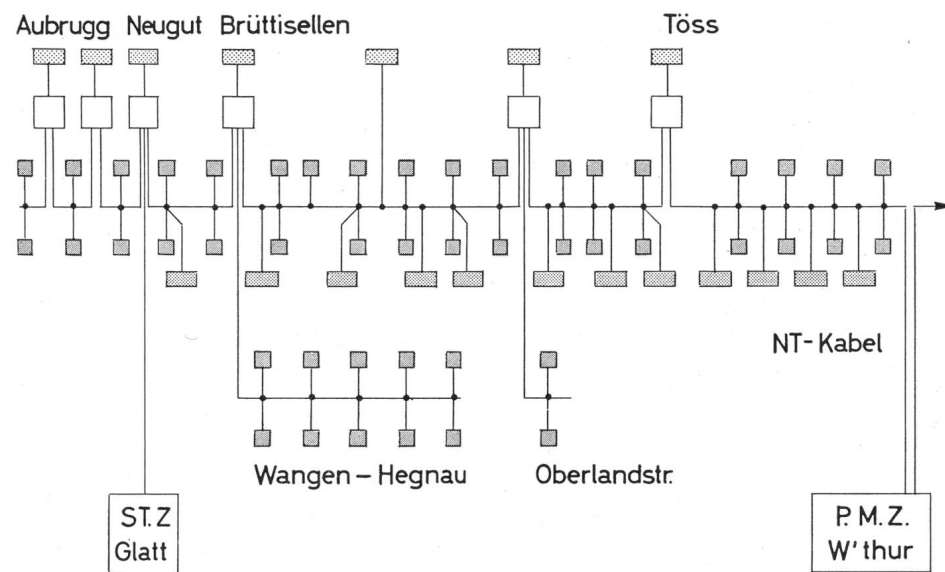
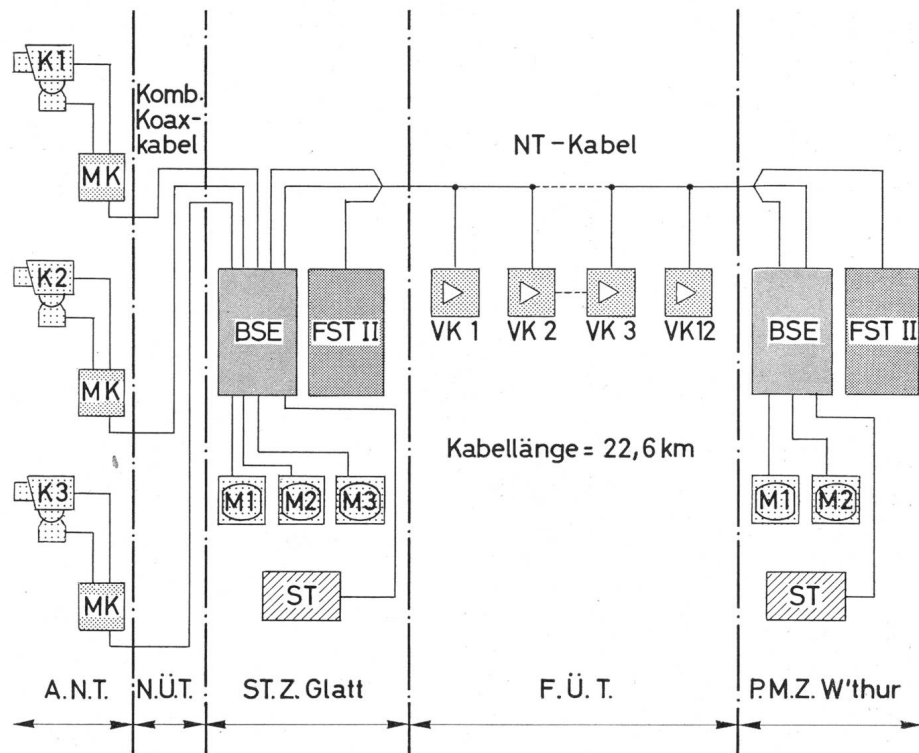


Fig. 9  
Blockschema der Nationalstrassentelefonanlage auf dem Abschnitt Zürich-Winterthur

- Kabelendverschluss
- Fernsteuerung I
- Verkehrstelevisionsverstärker
- Notrufsäulen
- P.M.Z. Polizeimeldezentrale
- ST.Z. Steuerzentrale

aber der Sicherheitscharakter solcher Anlagen. Er allein vermag die nicht unbeträchtlichen finanziellen Aufwendungen zu rechtfertigen.

Ein spezielles Problem stellt die induktive Beeinflussung der NT-Kabel durch Hochspannungsleitungen oder Bahnen dar. Die induzierten Spannungen können Werte erreichen, die für Mensch und Material sehr gefährlich sind.

Mittels geeigneter Kabelarmierungen lassen sich diese Spannungen auf zulässige Werte reduzieren. Es wurden Verfahren besprochen, die erlauben, die gewünschte Reduktionswirkung mit den geringsten Investitionskosten zu erzielen.

Während des Baus und des anschliessenden Betriebs der Anlagen gilt es, alle die Betriebssicherheit gefährdenden Einflüsse möglichst auszuschalten.

Dem noch verbleibenden Rest von Störungsquellen ist mittels einer zweckmässigen Serviceorganisation zu begegnen.

**Adresse des Autors**

H. Mazan, dipl. Ing. ETH, Ingenieurbüro Sauber und Gisin, 8034 Zürich.