

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

95. Jahrgang

1. Januar 1940.

Heft 1/2

Fachheft:

## Sicherungswesen.

### Das Eisenbahn-Sicherungswesen.

(Versuch einer Grundlegung.)

Von Oberreichsbahnrat Dr. Ing. Gläsel, Berlin.

#### 1. Aufgabenstellung.

Die allgemeine Aufgabe des Sicherungswesens ist es, dem Betriebe zu dienen und damit dem Gemeinwohl.

#### 2. Die Teile der Aufgabe.

Die allgemeine Aufgabe wird erfüllt:

##### 1. betrieblich:

1. durch die Prüfung und Feststellung, daß das Gleis für eine Fahrt frei ist;
2. durch das Herstellen des Fahrweges für einen Zug innerhalb der Bahnhöfe und Verschließen und Überwachen der Weichen dieses Fahrweges, so lange der Zug Gebrauch davon macht;
3. durch Überprüfung nach der Zugfahrt, daß der Zug den Gleisbereich verlassen hat;
4. durch Auflösen der Fahrstraße und Freigeben der Weichen und Gleise für andere Zwecke;

##### 2. fahrdienstlich:

durch Übermittlung von Mitteilungen und Weisungen an Züge und Rangierabteilungen über das Befahren von Gleisen und Weichen, über deren Zustand und die zulässige Fahrgeschwindigkeit;

##### 3. signaltechnisch:

1. durch Erstellung von Signalzeichen zur Übermittlung der Weisungen an die Züge und Rangierabteilungen;
  2. durch Schaffung von Einrichtungen zum Betätigen der Signalzeichen;
  3. durch Ausrüstung der Weichen mit Stell-, Verschluß- und Überwachungseinrichtungen;
  4. durch sachgemäße Unterhaltung aller dieser Anlagen.
3. Allgemeine Forderungen an die signaltechnischen Einrichtungen.
1. Einsinnigkeit und Eindeutigkeit aller Signalbegriffe nach der Vorschrift der Signalordnung, um jede Irrung auszuschließen.
  2. Sachpsychotechnisch günstigste Gestaltung der Signalzeichen und Geräte.
  3. Einheitliche Grundsätze bei der Verwendung und Anordnung der Signalzeichen (Größe, Lage zum Gleis, Sicht usw.).
  4. Gute Übersicht für den bedienenden Wärter über Gleisbereich und Signalzeichen.
  5. Weitestgehende technische Vereinheitlichung in allen Stücken wegen der Ersatzfrage, leichteren Prüfung und Unterhaltung.

#### 4. Schutzmaßnahmen.

An den betrieblichen Vorgängen innerhalb des Sicherungswesens ist der Mensch handelnd oder aufnehmend in sehr hohem Maße beteiligt. Menschen sind der Irrung unterworfen. Eine Irrung im Sicherungsdienst kann zu einer Betriebsgefahr oder einem Unfall führen. Das gleiche gilt von Mängeln an den technischen Anlagen.

Gegen diese Gefährdungen hat das Sicherungswesen im Laufe der Jahrzehnte eine große Zahl von Maßnahmen ergriffen und zusätzliche Einrichtungen entwickelt, die hier unter der Bezeichnung „Schutzmaßnahmen“ zusammengefaßt werden sollen.

Wäre die Arbeit des Menschen vollkommen und würde er dabei auch nicht durch Witterungseinflüsse behindert, so könnten die Schutzmaßnahmen entbehrt werden. Die Einrichtungen des Sicherungswesens wären erheblich einfacher geblieben. Alle Neuerungen werden zum größten Teil auch mit unter dem Gesichtspunkt der Schutzmaßnahmen gestaltet. Die Entwicklungsgeschichte des Sicherungswesens kann in großen Teilen als die Geschichte der Schutzmaßnahmen betrachtet werden.

Schutzmaßnahmen sind erforderlich:

1. gegen menschliche Fehler rein psychologischen Ursprungs beim Signal- und Weichensteller, Rangierer und Lokomotivführer durch:

Mißverständnis, Ablenkung, Irrtum, Unruhe, Unaufmerksamkeit, Nachlässigkeit, Ermüdung, Zeitmangel, Zeitgeiz, Mangel an Zusammenarbeit, an Diensteyer, Verantwortungsgefühl und dergl.;

2. gegen menschliche Fehler beim Signal- und Weichensteller, Rangieren und Lokomotivführer, als Folge ungünstiger Witterungsverhältnisse, also erschwerter Arbeitsbedingungen durch:

schlechte Sicht, Nebel, Regen, Schnee, Kälte, ungünstige Signalsicht, Irreführung durch die Betriebslage und dergl.;

3. gegen technische Fehler an den Anlagen (Störungen) durch:

Bruch, Beschädigung, Abnutzung, Hemmung, Vereisung, Schnee, Stromunterbrechung, Fremdstrombeeinflussung, mangelhafte Unterhaltung und Pflege und dergl.

Als Schutzmaßnahmen können angesehen werden:

a) Persönliche Mittel, die sich unmittelbar an den Menschen wenden:

1. Dienstvorschriften:

Bau- und Betriebsordnung,  
Signalbuch,

- Fahrdienstvorschriften,  
Block- und Stellwerkvorschriften,  
Sondervorschriften für Bahnhofs- und Stellwerksdienst,  
Fahrplanbchäfte,  
Einzelverfügungen des Reichsverkehrsministeriums, der  
Reichsbahndirektion, des Betriebsamtes.
2. Dauernde Schulung und Belehrung der Betriebs- und  
Unterhaltungsbediensteten.
- b) Betriebliche Mittel:
1. Grundsätze für die Anwendung der Sicherungsanlagen  
z. B.:  
Zugfolge im Raumabstand,  
Block- und Folgeabhängigkeit auf der Strecke,  
Zugschlußbeobachtung,  
Scharfe Abgrenzung der Verantwortung im Betriebsdienst,  
Befehls-, Erlaubnis- und Zustimmungsabhängigkeiten,  
Gleis- und Fahrstraßenfreimeldung,  
Zusammenwirken mehrerer Bediensteten bei wichtigen  
Handlungen, z. B. Auflösung von Fahrstraßen.
2. Planmäßige Unterhaltung der gesamten Anlagen durch  
bestgeschulte Fachleute.
3. Ständige Kontrolle durch Bahnmeisterei, Betriebsamt  
und Reichsbahndirektion.
- c) Technisch-betriebliche Mittel:
1. Verbesserung der Signalgebung, besonders im Hinblick  
auf die großen Fahrgeschwindigkeiten der Neuzeit, Schlecht-  
wetterverhältnisse oder auf die dichte Zugfolge auf Stadt-  
bahnen:  
Lichtsignal,  
dreibegriffige Vorsignale in großem Abstand mit Bakem,  
kein Haltsignal oder Langsamfahrtsignal ohne Voran-  
kündigung.
2. Verbesserung der Verständigungsmittel, namentlich auf  
Bahnhöfen (Fernsprecher, Lautsprecher beim Rangieren)  
Ersatz mündlicher Verständigung durch signaltechnische  
Übermittlung.
3. Heranziehung des Zuges zur Mitwirkung für wichtige  
dienstliche Entscheidungen, z. B. Freimeldung von Gleisen,  
Auflösung von Fahrstraßen.
4. Ständige Kontrolle des Wärters über den Zustand seiner  
Anlagen und die Stellung der Weichen und Signale, sowie  
der Signallichter — mit sofortiger Störungsmeldung an den  
Wärter bei Unregelmäßigkeiten.

5. Sicherung der Weichen gegen vorzeitiges Umstellen beim  
Rangieren (Weichenhebelsperren und dergl.).

6. Neue technische Hilfsmittel, die den Wärter unterstützen  
bei der Prüfung seiner Gleisanlagen auf Freisein, sein Blick-  
feld erweitern (Gleisfreimeldeanlagen, Gleistafeln, Zugvor-  
melder auf größere Entfernungen in Verbindung mit Zug-  
zeitschreibern) und damit seine Arbeit erleichtern und be-  
schleunigen, namentlich auch bei schlechter Sicht.

7. Neue technische Hilfsmittel, die den Lokomotivführer  
unterstützen beim Auffinden der Signale und Erkennen  
der Signalstellung, und die bei Irrung selbsttätig eingreifen  
— Zugbeeinflussung (Führerstandssignale).

d) Rein technische Grundsätze und Mittel für den Aufbau der  
Sicherungsanlagen:

1. Zwangsfolge der Handlungen im Block- und Signalwesen  
mit selbsttätiger Kontrolle der Handlungen des Stell-  
werkswärters nach richtiger Reihenfolge und Ausführung  
(Blocksperrern, Verschlußregister, elektrische Sperren und  
Folgeabhängigkeiten in der Schaltung, Ausschluß feind-  
licher Fahrten usw.).

2. Ruhestromgedanke in allen elektrischen Anlagen, wo  
immer anwendbar, d. h. elektrische Anlagen seien dauernd  
von Strom durchflossen, so daß Stromunterbrechung zu  
einem Ruhezustand führt (nach der sicheren Seite wirkt).

3. Elektrische Schaltung so aufbauen, daß alle Relais und  
Kontakte betriebsmäßig überprüft sind.

4. Ergänzung der Zugmeldung auf Telegraph und Fern-  
sprecher durch Strecken- und Bahnhofblockanlagen.

5. Selbsttätige Signal- und Blockanlagen — radikales Mittel  
gegen die menschlichen Fehler psychologischen Ursprungs  
beim Stellwerkswärter.

6. Einheitliche Bauformen oder tunlichst Einschränkung  
der Bauarten auf wenige Formen bei allen Anlagen und  
Einrichtungen (sogenannte „Einheit“ bei den mechanischen  
Stellwerken), möglichste Vereinheitlichung der Schaltungen  
— beides zur Erleichterung der Unterhaltung und Störungs-  
suche.

7. Größtmögliche Sinnfälligkeit der Formen und Geräte für  
den Stellwerkswärter, bequeme und griffgerechte Lage  
dieser Geräte für die Bedienung, gute Beschriftung, gute  
Beleuchtung, Vermeidung unnötiger Wege und Handlungen  
(Psychotechnik im Stellwerk).

## Die Abhängigkeitsbegriffe im Eisenbahnsicherungswesen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Chaussette, Berlin.

Die im Sicherungswesen vorgesehenen Abhängigkeiten  
gaben in der überwiegenden Mehrzahl den Zweck, die Frei-  
gabe des Signals nur nach vollständiger Erfüllung der hierzu  
erforderlichen Voraussetzungen zu gestatten. Die einzelnen  
Bauteile der Sicherungsanlagen dienen erstens im positiven  
Sinne der Signalfreigabe und zweitens gleichzeitig im negativen  
Sinne der Verhinderung der Signalfreigabe, wenn die Voraus-  
setzungen bei ungestörter Anlage noch nicht restlos zustande  
bekommen sind. Sie überwachen sich drittens sehr weitgehend  
selbsttätig oder prüfen das ordnungsgemäße Arbeiten anderer  
Einrichtungen und sind grundsätzlich so durchgebildet, daß  
sich jede Störung immer nur nach der sicheren Seite, nämlich  
nach der Haltstellung des Signals hin auswirkt. Sie erzwingen  
ferner viertens eine bestimmte Einhaltung der Reihenfolge der  
Bedienungsvorgänge und bieten fünftens unter Ausschluß  
feindlicher Signalbedienungen Schutz gegen gewollte oder  
unbeabsichtigte Fehler der Bedienungsmannschaft.

Für die Erfüllung der genannten mannigfachen Aufgaben  
sind nun eine Reihe von Abhängigkeiten erforderlich, die man  
zusammenfassend mit Sicherheitsabhängigkeiten be-

zeichnen kann. Bei diesen Abhängigkeiten lassen sich jedoch  
je nach der Aufgabe, der die einzelnen Abhängigkeiten dienen,  
klar hervortretende Unterschiede feststellen und dement-  
sprechende Einteilungen vornehmen.

Im Sprachgebrauch des Sicherungsfachmannes haben sich  
verschiedene Abhängigkeitsbegriffe eingebürgert, die jedoch  
erfahrungsgemäß häufig an der falschen Stelle angewandt und  
überhaupt sehr verschiedentlich gehandhabt werden. Man  
spricht nämlich von Block-, Folge-, Überwachungs-, Schutz-,  
Kontrollabhängigkeiten u. a. m., ohne jedoch die Grenzen der  
einzelnen Begriffe genau zu umreißen oder die Begriffe überall  
einheitlich anzuwenden. Besonders häufig trifft man die irri-  
ge Auffassung, daß die einzelne Einrichtung die Abhängigkeit  
darstellt. Die Einrichtung ist natürlich nicht die Abhängig-  
keit, sondern dient nur der Schaffung der Abhängigkeit. Da  
die einzelne Einrichtung jedoch in den meisten Fällen gleich-  
zeitig der Schaffung mehrerer verschiedenartiger Abhängig-  
keiten dient, so ergibt sich auf Grund des genannten Irr-  
tums die Verwirrung und falsche Anwendung der Begriffe.

Die nachstehende Betrachtung soll daher den Versuch

darstellen, die beim deutschen Sicherungswesen vorkommenden Abhängigkeitsbegriffe einmal begrifflich möglichst scharf zu umgrenzen und mit Hilfe von Beispielen zu erläutern.

Am umfassendsten und gebräuchlichsten ist der Begriff der Blockabhängigkeit. Das Wort „Block“ ist hierbei eigentlich nur aus der geschichtlichen Entwicklung des Sicherungswesens heraus verständlich. Heute umfaßt die Blockabhängigkeit nicht nur Abhängigkeiten, die mittels der Blockfelder und der im Block enthaltenen Einzelteile erzielt werden, sondern sie erfüllt im weitesten Sinne die Forderung, daß vor der Signalfreigabe alle hierzu erforderlichen Vorgänge in richtiger Reihenfolge vollzählig und ordnungsgemäß verlaufen und alle erdenkbaren Fehlhandlungen ausgeschlossen sind.

Dieser Begriff wäre jedoch zu umfassend und bedarf einer Unterteilung in die drei Begriffe Block-, Folge- und Überwachungsabhängigkeit. Unter Blockabhängigkeit im engeren Sinne ist dann die Erfüllung der Bedingung zu verstehen, daß vor der Signalfreigabe die erforderlichen Bedienungshandlungen vollzählig durchgeführt sind, wobei es natürlich gleichgültig ist, ob diese Handlungen von Hand oder selbsttätig ablaufen.

Es gehört demnach bei einem Blocksignal der freien Strecke zur Blockabhängigkeit, daß der von diesem Signal gedeckte Abschnitt geräumt ist und der vorausgefahrte Zug sich durch Haltstellung des nächsten Signals und durch dessen Verschluss in der Haltstellung gedeckt hat. Ist eine mechanische Fahrsperrvorrichtung vorhanden, so muß sich diese ebenfalls in der Sperrlage befinden, bevor die Freigabe des rückliegenden Signals eintreten kann. Beim Ein- oder Ausfahrtsignal kommt hinzu, daß die Fahrstraße richtig eingestellt und mechanisch sowie blockelektrisch in allen beteiligten Bezirken verschlossen ist, und daß die Bedienung feindlicher Signale ausgeschlossen ist. Das Erfordernis und der Zwang für das Zusammentreffen aller dieser Voraussetzungen stellt dann die Blockabhängigkeit dar. Die Erfüllung einer bei der Bedienung einer einzelnen Einrichtung erzielten einzelnen Voraussetzung ist dann ein Teil der Blockabhängigkeit.

Dies gilt in gleicher Weise für die handbedienten mechanischen und elektrischen Anlagen und für die selbsttätigen Anlagen. Wenn besonders bei den letztgenannten die erwähnte Verwirrung der Abhängigkeitsbegriffe festzustellen war, so mag dies daran liegen, daß die verschiedenartige bauliche Ausbildung der einzelnen, im Grunde dem gleichen Zweck dienenden Einrichtungen den Blick für die Erkenntnis der Gleichartigkeit getrübt hat. Es kommt hinzu, daß durch das Neuartige beim selbsttätigen Block, nämlich das Fehlen der Menschenhand und der ständig einsatzbereiten menschlichen Entschließung, zur Erreichung einer gleichartigen Sicherheit gegenüber dem handbedienten Block teilweise neue Wege bei der Herstellung von Abhängigkeiten beschritten werden mußten. Bei hinreichender Kenntnis beider Formen wird man jedoch ohne weiteres die Gleichartigkeit der erforderlichen Abhängigkeiten und Vorbedingungen feststellen können, wenn auch mit verschiedenen ausgebildeten Mitteln.

Sind nun die Vorbedingungen für die Signalfreigabe infolge Durchführung aller Handlungen eingetreten, so muß gewährleistet sein, daß keinerlei gewollte oder ungewollte Fehlhandlung mehr eintreten kann. Es darf also bei der Signalfreigabe die Bedienung eines feindlichen Signals oder die Umstellung einer im Fahrweg liegenden Weiche usw. nicht mehr möglich sein. Es rechnen demnach zur Blockabhängigkeit auch die Abhängigkeiten, die beispielsweise in Gestalt der mechanischen Verschlusselemente oder mittels der mechanischen Blockschieber usw. vorhanden sind, da von diesen Abhängigkeiten das Zustandekommen einer der für die Signalfreigabe benötigten Handlungen und damit letzten Endes wieder die Signalfreigabe selbst abhängig ist.

Wie schon eingangs bei dem Begriff der „Blockabhängigkeit im weiten Sinne“ angedeutet wurde, genügt die bei der erläuterten „Blockabhängigkeit im engeren Sinne“ geschaffene Voraussetzung für die Signalfreigabe in Form des vollzähligen Zusammentreffens aller Vorgänge noch nicht. Es genügt auch nicht, daß die Blockabhängigkeit mit in der zwangsweisen Herbeiführung dieser Vorgänge besteht, sondern es muß auch aus sicherungstechnischen, baulichen, betrieblichen und auch erzieherischen Gründen eine stets gleichbleibende, ganz bestimmte Reihenfolge der Bedienungshandlungen verlangt werden.

Die Abhängigkeiten, die die Einhaltung dieser Reihenfolge als weitere Grundbedingung für die Signalfreigabe erzwingen, kann man in ihrer Gesamtheit mit dem Begriff der Folgeabhängigkeit kennzeichnen. Diese Abhängigkeiten sind dem Fachmann bei den handbedienten Anlagen so selbstverständlich, daß sie kaum besonders als solche empfunden werden. Die Gründe für die Folgeabhängigkeit dürften auch vorwiegend betrieblicher Art sein, um die Bedienenden an eine immer gleichbleibende Reihenfolge zu gewöhnen. So ist beispielsweise die Forderung, daß eine Zustimmungsblokade einer Befehlsabgabe vorhergehen soll, nicht unbedingt aus sicherungstechnischen Gründen erforderlich, da nach dem oben erläuterten Begriff der Blockabhängigkeit die Signalstellung doch erst nach vollzähliger Vorhandensein aller Voraussetzungen — in diesem Fall also auch erst nach Eingang der Zustimmung — erfolgen könnte. Man würde also die Sicherheit auch wahren, wenn die Zustimmung unmittelbar an die Signalbedienstelle und nicht an die Befehlsstelle gehen würde. Hiergegen sprechen jedoch betriebliche Gründe (Überblick des Fahrdienstleiters usw.), die eine bestimmte Reihenfolge erfordern.

Als weiteres Beispiel wäre die beim selbsttätigen Block bekannte Folgeabhängigkeit zu nennen, daß vor der Fahrtsignalstellung die zugehörige Fahrsperrvorrichtung ihre Freilage eingenommen hat, damit bei gestörter Fahrsperrvorrichtung keine sinnwidrige Stellung beider Einrichtungen eintreten kann. Die Sicherheit erfordert diese Abhängigkeit jedoch nicht. Es ist vielmehr lediglich eine Betriebsforderung, da man bei Fahrtsignalstellung des Signals eine Zwangsbremmung vermeiden will.

Die meisten Folgeabhängigkeiten sind aus konstruktiven Gründen eingeführt. So wäre es z. B. gleichgültig, ob die mechanische oder die blockelektrische Fahrstraßenfestlegung zuerst durchgeführt wird, wenn nur dafür gesorgt wird, daß vor der Signalstellung beide Handlungen zwangsweise überhaupt vorgenommen werden. Dieser Zwang wird, abgesehen von dem Bedürfnis für eine bestimmte Reihenfolge aus erzieherischen Gründen, konstruktiv am einfachsten und zweckmäßigsten durch die Erzwingung einer Reihenfolge hergestellt.

Es genügt nun für die vollkommene Sicherheit noch nicht, daß die Voraussetzungen zur Signalfreigabe vollzählig und in bestimmter Folge eingetroffen sind, sondern es muß nun die Signalstellung noch weiterhin davon abhängig sein, daß bei jedem einzelnen Bedienungsvorgang auch die gewünschte Auswirkung restlos eingetreten ist. Es ist sogar zu fordern, daß ein beim Vorliegen aller Voraussetzungen bereits auf Fahrt gestelltes Signal zwangsweise selbsttätig sofort wieder in die Haltstellung zurückgeht, wenn auch nur eine der Voraussetzungen durch Eintreten einer Störung nachträglich wieder wegfallen sollte. Falls aus konstruktiven Gründen die Haltstellung in solchen Fällen nicht selbsttätig eintreten kann, so soll doch wenigstens keine Sicherungseinrichtung nach dem Stellen des Signals irgendeine betriebsgefährliche Stellung einnehmen können. Jede Störung soll sich also nach der sicheren Seite hin auswirken, bei ihrem Eintritt jede Betriebsgefährdung ausschließen und sich in irgendeiner möglichst eindeutigen Weise bemerkbar machen.

Die zur Erfüllung dieser Sicherheitsforderung vorgesehenen zahlreichen Abhängigkeiten lassen sich unter dem Sammelbegriff der Überwachungsabhängigkeit zusammenfassen. Diese Abhängigkeiten überprüfen, daß bei einer Bedienungshandlung die gewünschte Auswirkung in vollem Umfang eintritt. Ist dies infolge einer Störung nicht der Fall, so wirkt sich die Abhängigkeit meistens darin aus, daß die Bedienungshandlung nicht vollständig durchgeführt werden kann oder die nächstfolgende oder eine der folgenden Handlungen nicht durchführbar sind und somit die Voraussetzungen für die Signalfreigabe nicht vollständig zusammenkommen. Ferner überprüfen die Abhängigkeiten ständig den ordnungsgemäßen Zustand der Gesamtanlage sowohl bei Fahrtstellung des Signals als auch in der Grundstellung der Anlage. Diese Abhängigkeiten decken ferner nicht nur selbsttätig eintretende Störungen auf, sondern überwachen auch die ordnungsgemäße vollständige Durchführung einer Bedienungshandlung.

Der Überwachungsabhängigkeit dienen z. B. die Drahtbruchvorrichtungen, die Rückmeldeeinrichtungen im Kraftstellwerk, die Vorrichtungen an den Stellhebeln und Blockfeldern für die Erzwingung einer ordnungsgemäßen Bedienung und andere. Die Abhängigkeiten treten im Regelfall nur mehr oder weniger in Erscheinung und sind als Sicherheitsreserven vorhanden, die dann im Störfall mit voller Wirkung einspringen.

Besonders weitgehend sind die Überwachungen beim selbsttätigen Blocksystem entwickelt, da hier infolge Fehlens des Menschen eine vollkommene Selbstüberwachung für jedes einzelne Schaltmittel vorhanden sein muß. Unter Beibehaltung des Ruhestromgrundsatzes sind hier die Schaltungen so aufgebaut, daß bei jeder Signalstellung möglichst alle Schaltmittel durch einen mindestens je einmaligen Arbeitsvorgang ihre Arbeitsbereitschaft beweisen, was in vielen Fällen nur zur Überprüfung der einzelnen Einrichtung dient. Es ist hier noch zusätzlich der Grundsatz durchzuführen, daß sich auch jede Störung einer Einzeleinrichtung, die noch nicht einmal unbedingt zur Sicherheit erforderlich ist, in einer Form anzeigt, die die Unterhaltungsmannschaft auf den Eintritt der Störung aufmerksam macht.

Als letzte Gruppe von Abhängigkeiten sind jene zu nennen, die nicht mit der Freigabe des Signals in ursächlichem Zusammenhang stehen und die einen besonderen Schutz gegen gewollte oder unbeabsichtigte Fehlhandlungen des Menschen oder ungewünschte Betätigung von Einrichtungen durch fremde Einflüsse vermitteln. Diese Abhängigkeiten kann man in ihrer Gesamtheit als Schutzabhängigkeit bezeichnen.

Nebenbei bemerkt, gehören die zum Ausschluß von Fehlbetätigungen bei der Vorbereitung der Signalfreigabe vorhandenen Abhängigkeiten, wie z. B. die über die Wieder-

holungs- und Unterwegssperre usw. erzielten Abhängigkeiten nicht zur Schutzabhängigkeit, sondern zur Block- und Folgeabhängigkeit, da sie die Signalfreigabe ohne Vorhandensein der erforderlichen Voraussetzungen verhindern.

Der Schutzabhängigkeit dienen die induktive Zugbeeinflussung, der Schutz der Anlagen gegen ungewollte Betätigung durch Fremdstromeinflüsse, die Weichenhebelsperren, die selbsttätige Fahrstraßenauflösung usw.

Zusammenfassend kann man die Sicherungsabhängigkeiten des Sicherungswesens je nachdem, ob sie mit der Signalfreigabe zusammenhängen oder nicht, in die beiden Gruppen Block- und Schutzabhängigkeiten einteilen. Der weite Begriff der Blockabhängigkeit ist zu unterteilen in die Blockabhängigkeit im engeren Sinne und in die Folge- und Überwachungsabhängigkeit.

Die Blockabhängigkeit besteht in der Erzwingung einer Vollzähligkeit aller zur Signalfreigabe erforderlichen Handlungen und schließt unerwünschte Handlungen aus. Die Folgeabhängigkeit gewährleistet die Einhaltung einer bestimmten verlangten Reihenfolge der einzelnen Handlungen. Die Überwachungsabhängigkeit prüft ständig den ordnungsgemäßen Zustand der Gesamtanlage und deckt jede Störung sofort nach der sicheren Seite hin auf.

Die Schutzabhängigkeit verhindert zusätzlich Fehlhandlungen oder schädliche Vorgänge, wenn keine Signalfreigabe beabsichtigt oder in Vorbereitung ist.

Wie schon eingangs erwähnt, darf die einzelne Einrichtung nicht mit dem Abhängigkeitsbegriff verwechselt werden, da jeder Einzelteil der Sicherungsanlage meistens gleichzeitig mehrere Arten von Abhängigkeiten vermittelt. So dient beispielsweise die Fahrstraßenfestlegesperre erstens der Blockabhängigkeit, da ihre Betätigung eine der zur Signalfreigabe erforderlichen Handlungen ist. Sie dient auch zweitens der Folgeabhängigkeit und erzwingt die Fahrstraße zunächst mechanisch, erst danach blockelektrisch zu verschließen. Das Blockfeld dient ebenfalls meistens gleichzeitig der Block-, Folge- und Überwachungsabhängigkeit, da seine Bedienung eine der Voraussetzungen für die Signalfreigabe ist und da es ferner eine bestimmte Bedienungsfolge erzwingt und da drittens seine ordnungsgemäß durchgeführte Bedienung geprüft wird.

Abschließend sind noch die reinen Meldeabhängigkeiten zu erwähnen, die, soweit sie nicht sicherungstechnisch unbedingt erforderlich sind und dann unter die Überwachungs- oder Blockabhängigkeiten fallen, nicht zu den Sicherungsabhängigkeiten gehören. Es sind dies z. B. die bei Spiegelfeldern, Nachahmern, Gleistafeln usw. vorgesehene Abhängigkeiten, die lediglich einen Ersatz für die Beobachtung des Gleisbesetzungszustandes darstellen oder die Mitteilung über einen Vorgang an andere Stellen vermitteln.

## Die neue Stellwerkanlage auf dem Züricher Hauptbahnhof.

Von Dipl.-Ing. E. Felber, Sektionschef, Bern.

Der Bahnhof Zürich HB war von jeher der verkehrsreichste des gesamten Bundesbahnnetzes. Im Schnittpunkt der hauptsächlichsten Ost-West- und Nord-Süd-Verbindungen wird er nicht nur von einem bedeutenden Fernverkehr berührt, sondern hat auch einen ausgesprochen dichten Nah- und Vorortverkehr zu bewältigen. In den letzten Jahren ist, nicht zuletzt infolge der auch in der Schweiz sehr spürbaren Automobilkonkurrenz, eine beträchtliche Steigerung der Fahrleistungen und damit auch der Zahl der Züge in Zürich HB eingetreten. War die Gesamtzahl der in Zürich PB ein- und auslaufenden Züge im Jahr 1935 429, so ist diese Zahl heute auf 531 regelmäßige Zugfahrten angestiegen.

Dazu kommen an Stoßverkehrstagen (Ostern, Pfingsten, Weihnachten) regelmäßig über 100 Sonderzüge. Der gesamte Verkehr der drei Doppelspur- und eine Einspurstrecken, die in

Zürich einmünden, benützt dieselben Bahnhofgleise. Für den Vorortverkehr sind weder besondere Strecken- noch Bahnsteigggleise vorhanden. Aus zwei Richtungen können die Güterzüge nicht direkt in den benachbarten Güterbahnhof einfahren, sondern diese Züge machen im Personenbahnhof Spitzkehre und werden nachher durch die Zugmaschine in den Güterbahnhof geschoben.

Diese oft 120 und mehr Achsen führenden Güterzüge sind es, die den Bahnhof vorübergehend stark belasten und den gleichzeitigen übrigen Verkehr unangenehm hemmen.

Vor einigen Jahren wurde die Zahl der Bahnsteigggleise um fünf erhöht. Zur Bewältigung des gesamten Reiseverkehrs stehen dem Bahnhof heute 16 Kopfgleise mit 15 Bahnsteigkanten zur Verfügung.

Bei der Anweisung der Bahnsteigggleise für die ankommenden

den und abgehenden Züge hatte man früher zur Erleichterung für das reisende Publikum immer danach getrachtet, Züge nach der gleichen Richtung an den gleichen Bahnsteigen aufzustellen. Die Verdichtung des Personenzugfahrplanes hat mehr und mehr dazu gezwungen, von einem strikten Richtungsbetrieb abzuweichen. Die Verriegelung der Fahrstraßen, welche das neue Stellwerk gebracht hat, hat noch mehr zu einer freizügigen Verwendung der Bahnsteige für Züge mehrerer Richtungen gedrängt.

Von den heute den Bahnhof Zürich HB berührenden 484 Reisezügen müssen hiervon 410 Züge, die in Zürich HB enden oder beginnen rangiertechnisch behandelt werden, d. h. die Leerzüge müssen aus einem der vier vorhandenen Abstellgleisfelder in das Abfahrtsgleis eingeschoben, bzw. aus dem Ankunftsgleis nach dem Abstellgleis zurückgestellt werden.

Die Wahl der Abstellplätze für diese Leerkompositionen richtet sich weitgehend nach den Möglichkeiten, die sich bieten, während der Zugsein- und Ausfahrten die Leerzüge einschieben, bzw. rückstellen zu können. Mit der Festlegung der Gleisbenützung der Züge am Bahnsteig wird darum zwangsläufig auch der Abstellplatz für die Leerkomposition bestimmt. Das will sagen, daß durch die Anpassung der Gleisbenützung am Bahnsteig auch die Abstellung der Leerkompositionen den neuen Verhältnissen angepaßt worden ist.

Da auch sämtliche durchgehenden Züge wegen des Kopfbahnhofs Lokomotivwechsel vornehmen müssen, entsteht ein häufiger Lokomotivverkehr zwischen Depot und Bahnsteiggleisen. Diesem Lokomotivverkehr im Bahnhof Zürich HB, der durch die Verteilung der Triebfahrzeuge auf zwei örtlich getrennte Depots noch weiter erschwert wird, wurde aus zwei Gründen immer besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Vom Betrieb wurden die vielen Fahrten der leerlaufenden Lokomotiven von jeher lästig empfunden und gewünscht, daß diese eingeschränkt werden könnten. Der Maschinendienst dagegen trachtete immer danach einen möglichst wirtschaftlichen Lokomotivumlaufplan aufstellen zu können. Gestützt auf besondere Studien, wurde darum mit aller Sorgfalt geprüft, wie diese sich oft widersprechenden Forderungen in Einklang gebracht werden könnten.

Um den Schwierigkeiten, die der Lokomotivverkehr im Bahnhof durch die neue Stellwerkanlage erlitt, und den Hemmnissen, die er dem Stellwerkbetrieb entgegenstellte, wirksam entgegenzutreten zu können, wurden eine Reihe von Maßnahmen getroffen. So wurde der Lokomotivverkehr nach einem bestimmten Plan festgelegt. Die leerlaufenden Triebfahrzeuge hatten ihr Ziel einwandfrei auf große Entfernung erkennbar zu bezeichnen. Die Lokomotiven hatten rasch und fließend mit Unterdrückung jedes unnötigen Haltens zu verkehren. Einzelnen Lokomotiven, die nach kurzer Zeit wieder einen Zug zu übernehmen hatten, wurden besondere Wartegleise oder die Stationierung in einem Abstellfeld statt in einem Depot angewiesen. So konnten die Anfahrzeiten möglichst kurz bemessen werden.

Ferner wurde auch der Wagemumlaufplan und der Post- und Eilgutwagenverkehr den neuen Verhältnissen angepaßt.

Die Stellwerks- und Sicherungsanlagen waren mit Rücksicht auf den dichten Verkehr ziemlich primitiv. Von einem älteren mechanischen Stellwerk aus wurden die Weichen im äußeren Bahnhofsteil und die Ein- und Richtungsausfahrtsignale bedient. Die Ein- und Ausfahrstraßen wurden von einer Befehlsstelle aus, die in einem Raum zu ebener Erde seitlich des ersten Bahnsteiggleises untergebracht war, durch elektrischen Stationsblock freigegeben. Jede Übersicht fehlte hier dem bedienenden Beamten. Vor jeder Einfahrt mußte das Freisein der zu benutzenden Gleise telephonisch gemeldet werden. Sämtliche Weichen im inneren Bahnhofsteil wurden

von sieben Bodenwärterposten örtlich von Hand, ohne jede Abhängigkeit von den Signalen, bedient. Die Wärterposten verständigten sich gegenseitig durch Zuruf. Änderungen in der Zugsreihenfolge oder in der Gleisbenützung mußten jedem Posten telephonisch mitgeteilt werden. Dadurch ging oft viel Zeit verloren und außerdem war an Stoßverkehrstagen eine gewisse Unsicherheit nicht zu vermeiden.

Für die ausfahrenden Züge war nur je ein Richtungssignal vorhanden. Standen mehrere Züge gleichzeitig nach der nämlichen Strecke abfahrtsbereit, so konnte nur aus der Weichenstellung erkannt werden, für welchen Zug die Fahrstraße eingestellt war.

Die Fernsprechverbindungen waren noch nicht befriedigend ausgebaut. Verzögerungen in den Betriebsübermittlungen waren die Folge.

All diese ungenügenden Einrichtungen einerseits und der Wunsch nach schnellerer Betriebsabwicklung und Vermehrung der Zahl der Züge andererseits verlangten gebieterisch die Erstellung einer modernen Sicherungsanlage, die in der Lage



Abb. 1. Ansicht der Brücke mit dem neuen Befehlsstellwerk.

ist, die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs zu steigern und gleichzeitig die Unfallmöglichkeit zu vermindern.

Die Erstellung der neuen Stellwerkanlage wurde im Jahr 1935 in Angriff genommen und die neuen Apparate konnten Ende September 1936 in Betrieb genommen werden.

Das Befehlsstellwerk ist als Vierreihenapparat auf einer eisernen Brücke quer zu den Vorbahnhofgleisen aufgestellt. Es enthält 224 Hebel und wird von zwei Fahrdienstleitern und drei Wärtern bedient. Jedem Fahrdienstleiter ist die Bedienung der Fahrstraßen und Signale von zwei Richtungen zugeteilt. Die Wärter stellen die Weichen und besonderen Fahrstraßen- und Signalhebel für das Rückstellen und Einschieben der Leerzüge. Ein weiterer Wärter als Fensterposten hilft mit zur Verständigung mit dem Rangierpersonal. Wegen des besonders dichten Rangierverkehrs konnte auf diesen zusätzlichen Mann nicht verzichtet werden. Dieser rege Rangierverkehr ergibt sich aus dem Umstand, daß die Zuteilung sämtlicher Eilgut-, Milch-, Vieh- und Postwagen auf dem Gelände des Personenbahnhofs erfolgt.

Einfahrende Züge werden durch drei voneinander unabhängige Einrichtungen nach dem Befehlsstellwerk vorgemeldet. Das auf der letzten Station abgegebene Glockensignal wird im Stellwerksraum optisch (Aufleuchten einer Lampe) und akustisch (Wecker) wiederholt. Die am Streckenblock eingetroffene Vormeldung ist durch das Aufleuchten kleiner

Lämpchen im Hebelwerkaufbau erkennbar. Durch das Befahren von besonderen Schienenkontakten, die etwa 1 km vor dem Vorsignal angeordnet sind, leuchtet im Feld des zugehörigen Einfahrtsignalhebels ein besonderes Annäherungslämpchen auf. Der zuständige Fahrdienstleiter gibt durch kurzen Zuruf den Wärtern Auftrag zum Stellen der Weichen für die betreffende Fahrt.

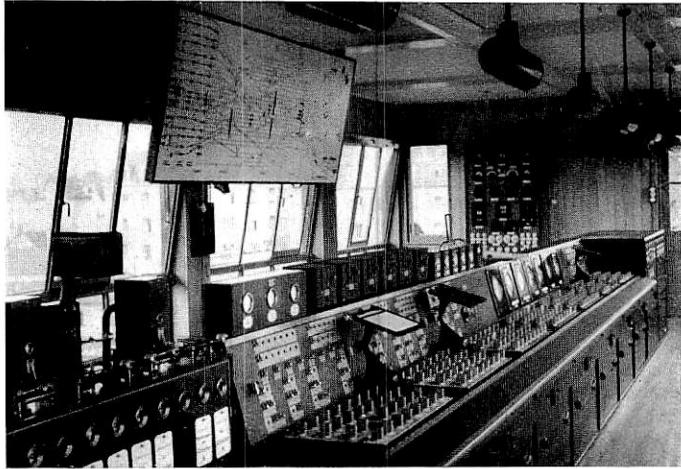


Abb. 2. Innenansicht des neuen Befehlsstellwerkes.

Am Bahnsteig abfahrtsbereite Züge werden vom Aufsichtsbeamten durch Betätigen besonderer Tasten, die an vier verschiedenen Stellen des Bahnsteiges vorhanden sind, nach dem Befehlsstellwerk gemeldet. Auf der Gleistafel leuchtet im betreffenden Bahnsteiggleis ein Lämpchen auf, und zwar so lange, bis die Fahrt eingestellt ist. Auch hier gibt der zuständige Fahrdienstleiter durch Zuruf den Wärtern Auftrag zum Stellen der Weichen für die betreffende Fahrrichtung.

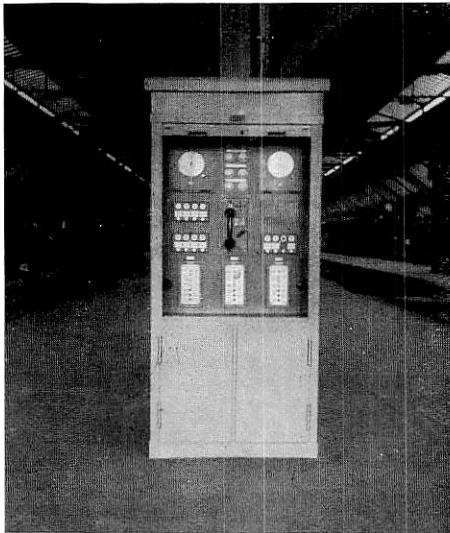


Abb. 3. Apparateschrank auf den Bahnsteigen.

Soll ein Leerzug nach einem Abstellgleis zurückgeschoben werden, so kann vom Bahnsteig aus durch das Betätigen einer Meldeeinrichtung das Einstellen der entsprechenden Fahrstraße vom Stellwerk verlangt werden. Im Stellwerk ist die eingetroffene Anforderung für das Einstellen einer Rückstellfahrstraße wiederum durch das Aufleuchten eines Lämpchens auf der Gleistafel und das Ertönen eines langsam schlagenden Weckers erkennbar. Durch das Einstellen und Festlegen der Fahrstraße wird auf dem Bahnsteig ein Rück-

stellsignalschalter frei. Wird dieser betätigt, so leuchtet über dem Prellbock das Rückstellsignal auf und gibt dem Führer der Zugmaschine Befehl zum Zurückdrücken des Zuges nach dem Abstellgleis.

Eine ähnliche Meldeeinrichtung ist in den Abstellgleisen für das Einschleichen eines Leerzuges nach dem Bahnsteiggleis vorhanden. Da diese Leerzüge oft nicht in ununterbrochener Fahrt an ihr Ziel gelangen können, sind auf halbem Weg zwischen Bahnsteiggleis und Abstellfeld Zwischensignale in Form von Wartezeichen mit Vorrücksignal aufgestellt. Die Unterteilung dieser Fahrstraßen hat viel zur Verflüssigung dieser Leerfahrten beigetragen.

Die Besetzung der Bahnsteiggleise wird durch Gleisströme überwacht und selbsttätig auf der Gleistafel im Stellwerk mittelst Lämpchen gemeldet. Einzelne Gleise konnten nicht isoliert werden, weil die Schienen bis zum Kopf mit Schotter eingefüllt sind. Hier dient eine Achszähleinrichtung mit Radtastern und zugehörigem Zählwerk zur Kontrolle der Besetzung.

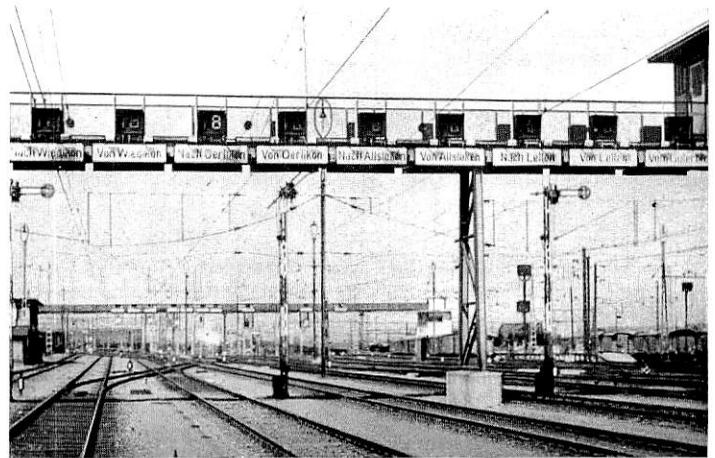


Abb. 4. Brücke für die Gleisnummernsignale (dahinter die alten Ausfahrtsignale).

Ist ein Bahnsteiggleis besetzt, so kann ein zugehöriger Einfahrtsignalhebel nicht eingestellt werden. Für den Fall, daß ausnahmsweise auf ein besetztes Gleis eingefahren werden soll oder für Störungsfälle sind Umgehungstasten am Hebelwerk vorhanden.

Einzelne Weichen, die weit ab vom Stellwerk liegen und darum schlecht eingesehen werden können, sind isoliert und ihre Bedienungseinrichtung ist mit Sperren versehen, die so lange den Hebel festhalten, bis das betreffende Fahrzeug die Weiche freigemacht hat.

Neuartig ist die Verständigung des Rangierpersonals über zu erwartende Zugfahrten. Durch die Einstellung einer Vorbewegung am Fahrstraßenhebel — bei der die Weichen noch nicht verschlossen sind — werden an der Brücke des Befehlsstellwerkes, sowie an den beiden äußeren Signalbrücken sogenannte Gleisnummernsignale angeschaltet. Über einer Richtungstafel leuchtet in Lichtschrift die Zahl des betreffenden Gleises auf, aus dem oder nach dem eine Zugfahrt stattfinden wird. Das Aufleuchten einer solchen Zahl gilt für das Rangierpersonal als Befehl zur Räumung der zugehörigen Fahrstraße. Dieselben Gleisnummernsignale sind auch an allen Einfahrtsignalen vorhanden, um dem Lokomotivführer bei der Einfahrt anzuzeigen, in welches Gleis er einzufahren hat.

Für die Verständigung zwischen Rangierpersonal und den Stellwerken über auszuführende Rangierbewegungen dient eine ausgedehnte Gleismelderanlage. Auf allen Bahnsteigen und an verschiedenen Punkten der Gleisfelder sind Geber-

apparate — in der Form ähnlich wie ein Schiffstelegraph — aufgestellt, die in Verbindung stehen mit entsprechenden Empfängern in den Stellwerken und womit das Umstellen der Weichen für bestimmte Rangierfahrten verlangt werden kann.

Mit der Einrichtung der neuen Stellwerke wurde auf einer einmündenden Strecke der Handblock durch den vollautomatischen Streckenblock mit Gleisstromkreisen ersetzt. Dadurch fiel für diese Strecke jede Bedienung des Blockes und Beobachtung des Zugschlusses fort. Diese Einrichtung hat vom ersten Tag an störungsfrei gearbeitet und zur Verbesserung einer raschen Zugsfolge wesentlich beigetragen.

Auf den übrigen drei Strecken blieb der Handblock in der ersten Zeit noch bestehen. Die Fahrdienstleiter wurden



Abb. 5. Brücke der Gleisauhsfahrtsignale mit darüberbefindlichen Rangierverbotsignalen (dahinter die alten Ausfahrtsignale).

bei der Bedienung des Streckenblockes zwar dadurch entlastet, daß an Stelle des Handinduktors der Fahrstrom von  $16\frac{2}{3}$  Perioden und als Reserve ein Motorinduktor für den Blockstrom verwendet wurde und somit das lästige Kurbeln in Wegfall kam. Diese Verbesserung hat sich jedoch bald als nicht ausreichend erwiesen. Bei der großen Zahl der Züge, dem lebhaften Rangierbetrieb und der ständigen Ablenkung durch die vielen gleichzeitigen Betriebsvorgänge wurde das Blocken noch zu oft vergessen oder verspätet vorgenommen, wodurch Verzögerungen im Lauf der Züge eintraten. Um diese Verzögerungen, die auf die Dauer nicht erträglich waren, zu beseitigen wurde auf dem Befehlsstellwerk der Handblock durch selbsttätig wirkende Blockrelais, die durch das Einstellen und Rückstellen der Fahrstraßenhebel unmittelbar gesteuert werden, ersetzt.

Gleichzeitig mit der Erstellung dieser modernen Stellwerke wurden die telephonischen Verbindungen hervorragend verbessert. Im Befehlsstellwerk stehen zur Verfügung: direkte Leitungen nach jedem Bahnsteig und einer Reihe wichtiger Dienststellen des Bahnhofs, ferner Streckentelephone mit direktem Anruf sämtlicher Nachbarstationen, sechs Apparate, die an die automatische Zentrale angeschlossen sind. Sämtliche Apparate sind in moderner Form ausgeführt, wobei immer mehrere Leitungen auf einen Apparat geschaltet sind und die Auswahl der gewünschten Leitung durch das Betätigen eines Druckknopfes erfolgt.

Fahrdienstliche Telegramme werden dem Befehlsstellwerk

vom zentralen Bahnhofstelegraphenamte durch eine Rohrpostanlage zugeleitet.

Sämtliche Signale sind als Lichttagessignale ausgebildet. Während bei den Hauptsignalen die bisher bei Nacht gebräuchlichen farbigen Signallichter auch am Tage sichtbar sind, zeigen die Rangierverbot- und Sperrsignale durch die Stellung eines weißen oder grünen Lichtbalkens oder Lichtkreuzes an, ob die Weiterfahrt gestattet ist oder nicht. Die Speisung dieser Signale erfolgt normalerweise aus dem bahnseitigen Fahrleitungsnetz. Automatische Umschalter sorgen dafür, daß die Signale bei vorübergehend ausbleibendem Fahrstrom selbsttätig auf das städtische Ortsnetz umgeschaltet werden.

In Verbindung mit der neuen Stellwerkanlage wurde für sämtliche Bahnsteiggleise eine Lichtsignalanlage für Bremsproben und Abfahrbefehl erstellt. Auch diese Einrichtung hat zur Beschleunigung der Zugsabfertigung ganz bedeutend beigetragen.

Der Übergang von den alten zu den neuen Verhältnissen war nicht leicht. Mußten doch in der kurzen betriebsstillen Zeit von nachts  $1\frac{1}{2}$  Uhr bis morgens 4 Uhr die früheren Sicherungseinrichtungen außer Betrieb gesetzt und sämtliche Weichen und Signale an die neuen Stellwerke angeschlossen werden. Trotz bestmöglicher Vorbereitung und weitgehender Instruktion des gesamten Bahnhofspersonals waren einige Verzögerungen in der planmäßigen Betriebsabwicklung in den ersten Tagen nach der Inbetriebnahme nicht zu vermeiden. Nach kurzer Zeit jedoch zeigten sich die großen erwarteten Vorteile der neuen Einrichtungen. Nicht nur die Sicherheit der Zugsfahrten ist bedeutend erhöht worden, sondern auch die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs konnte ganz erheblich gesteigert werden.

Mit Hilfe der neuen Sicherungsanlagen und in Verbindung mit den eingangs erwähnten organisatorischen Maßnahmen ist der Züricher Hauptbahnhof heute jedem Stoßverkehr gewachsen. Dies zeigt sich speziell auch in diesem Sommer, indem infolge der nationalen Ausstellung an sämtliche Verkehrseinrichtungen in und um Zürich in bezug auf ihre Leistungsfähigkeit ganz außerordentliche Anforderungen gestellt werden.

Als weitere Maßnahme wird z. Z. die Einrichtung des vollautomatischen Streckenblockes und bessere Einteilung der Blockstrecken auf einer weiteren einmündenden Strecke geprüft. Die Durchführung dieses Bauvorhabens wird in Zürich HB noch größere Leistungen als heute erlauben.

Die gemachten Erfahrungen zeigen mit aller Deutlichkeit, daß Bahnanlagen, die aus städtebaulichen Gründen nur mit enormen Kosten erweitert werden könnten mittels unserer hochstehenden modernen Sicherungstechnik den heutigen gewaltig angewachsenen Betriebsanforderungen angepaßt werden können.



Abb. 6. Einfahrtsignal mit Gleisnummernsignal.

## Neuerungen im deutschen Signal- und Sicherungswesen.

Von A. Buddenberg, Berlin.

Hierzu Tafel 1.

### Die letzte bedeutende Änderung im deutschen Signalwesen

war die Einführung eines dreibegriffigen Vorsignals, das nicht nur die Stellungen „Halt“ und „Fahrt frei“ ankündigt, sondern als dritten Begriff auch die Stellung „Fahrt frei mit Geschwindigkeitsbeschränkung“. Diese Stellung des Hauptsignals wird bekanntlich durch zwei schräg aufwärts zeigende Flügel am Signal gekennzeichnet. Diesem Tagessignal entsprechen als Dunkelheitssignal zwei senkrecht untereinander stehende grüne Lichter. Man hat an diesem Signalbild vielfach Kritik geübt. Dem Tages- und dem Nachtsignal haftet zweifellos der Mangel an, daß es z. T. verdeckt werden kann durch Brücken, Baumwuchs in Gleiskrümmungen, Einschnittböschungen, die Rauchfahne eines entgegenkommenden Zuges und ähnliches, so daß vorübergehend statt zweier Flügel oder zweier Lichter vom Lokomotivführer nur ein Flügel oder ein Licht wahrgenommen wird. Das Dunkelheitssignal kann auch durch Erlöschen einer der beiden Laternen störend entstellt werden. Darin liegt an sich noch keine Betriebsgefahr. Aber es bedeutet beim Zusammentreffen verschiedener ungünstiger Umstände möglicherweise, daß der Lokomotivführer, statt seinen Zug auf 40 km/h Geschwindigkeit herunterbremsen zu müssen, ihn mit voller Streckengeschwindigkeit fahren lassen kann. Die Gefahr, die für den Zug darin liegt, daß er unter Umständen mit der erlaubten höchsten Streckengeschwindigkeit durch den krummen Strang einer Weiche fährt, leuchtet ein; sie ist besonders groß bei Baustellen, deren Signalisierung dem Lokomotivführer nicht durch seine Streckenkenntnis geläufig ist.

Norwegen, das die Bauformen der Hauptsignale mit einem und zwei Flügeln auch anwendet, hat aus ähnlichen Erwägungen heraus die Bedeutung der beiden Signale vertauscht. Also z. B. das zweiflügelige Hauptsignal — nachts zwei grüne Lichter — bedeutet in der Fahrtstellung „Fahrt frei“; also ohne Geschwindigkeitsbeschränkung. Dementsprechend besagt das einflügelige Signal — nachts ein grünes Licht — Fahrt frei mit Geschwindigkeitsbeschränkung. Bei dieser Deutung der Signalbilder kann also der oben gerügte Mangel nicht vorkommen. Es liegt nahe zu fragen: wenn das so einfach ist, warum verfährt man in Deutschland nicht ebenso. Bei der außerordentlich großen Zahl einflügeliger Signale hätten diese alle umgeändert werden müssen. Das kostet eine recht erhebliche Summe an Geld und lange Arbeitszeit. Es ist auch bei sorgfältigster Vorbereitung unmöglich, sämtliche einflügeligen Signale an einem Tage im ganzen Reiche in zweiflügelige umzustellen, sondern das hätte geraume Zeit, vielleicht Jahre gedauert. Das Nebeneinander zweiflügeliger Signale alter und neuer Ordnung hätte derartig große Übergangsschwierigkeiten ergeben, daß man von vornherein auf diesen Gedanken verzichtete, ganz abgesehen davon, daß die Verdeckbarkeit der einen Signalhälfte, eines Flügels oder eines Lichts, durch diese Umkehr der Begriffe ja nicht beseitigt wurde; sie wurde nur im sicheren Sinne wirksam. Die Lösung wurde deshalb auf einem Wege gesucht, bei dem keinerlei Übergangsschwierigkeiten zu erwarten waren, der auch gestattete, die Bedeutung der beiden bisher üblichen Begriffe für Halt und freie Fahrt ohne Geschwindigkeitsbeschränkung unverändert beizubehalten. Das bedeutet, daß alle einflügeligen Signale ungeändert bleiben können.

Für den dritten Begriff „Fahrt frei mit Geschwindigkeitsbeschränkung“ wurde folgende Lösung gewählt. Der einzige Flügel des Signals wird schräg abwärts geneigt; bei Dunkelheit erscheint gelbes Blinklicht.

Die drei Signalstellungen des Flügels: waagrecht, schräg aufwärts und schräg abwärts und die drei Signallichter rotes Licht, grünes Licht, gelbes Blinklicht sind ganz unverkennbar eindeutig, so daß keine Verwechslung möglich ist. Also auch bei zeitweise verdeckter Signalsicht genügt ein einziger Blick, das Signalbild unzweideutig aufzunehmen. Übergangsschwierigkeiten gibt es nicht. Die Einführung des Signals kann ganz allmählich vorgenommen werden. Man könnte sogar jedes zu erneuernde Signal einzeln umändern.

Man könnte nun fragen, warum muß es gelbes Blinklicht sein? Es gibt doch eine ganze Anzahl von Ländern, die auch dreibegriffige, einflügelige Signale haben und einfaches ruhendes gelbes Licht verwenden. Dem ist zu entgegnen: Unser deutsches Klima neigt in manchen Gegenden, besonders in Flußtälern und den noch zahlreich vorhandenen Moorbezirken sowie in den Küstengegenden zur Nebelbildung. Gelbes Licht geht im Nebel durch die Absorption des langwelligen Lichts leicht in rotes Licht über. Diese Erscheinung hat z. B. seinerzeit, als das gelbe Vorsignal eingeführt wurde, dazu geführt, daß man zwei Lichter wählte, damit außer der Farbe auch die Form des Signals jeder Verwechslungsgefahr vorbeugte. So sollte auch beim Hauptsignal nicht ein einfaches ruhendes Gelblicht die Möglichkeit der Verwechslung mit Rot geben; man befürchtet dabei weniger, daß ein Zug vor einem Gelblicht irrigerweise hält, als vielmehr, daß der an das Vorbeifahren an gelbem Licht gewöhnte Lokomotivführer ein Rotlicht überfährt, weil das öfters rötlich scheinende Gelblicht die Achtung vor dem echten Rotlicht herabsetzt.

Das Blinklicht zwingt allerdings dazu, als Beleuchtung elektrisches Licht oder Propangas anzuwenden. Man könnte freilich elektrisch bewegte Blinker vor den Petroleumlichtern anbringen. Dazu wären aber Steuerleitungen erforderlich und damit Ausgaben und Arbeiten, die unerwünscht sind; ganz abgesehen von den Störungsmöglichkeiten, die in der Blink-einrichtung und ihrer Steuerung durch mechanische oder elektrische Fehler begründet sind. Im Propangas, das bei Seezeichen als Triebkraft für manchmal ganz verwickelte Kennungen angewandt wird, hat man eine Kraftquelle, die zugleich die Lichtquelle speist und den Blinker betätigt. Bei elektrischer Beleuchtung genügt es, die Schaltung so zu ergänzen, daß das Licht blinkt, wenn der Flügel die Stellung schräg abwärts einnimmt; d. h. der Blinker wird nur bei dieser Flügelstellung in die Stromzuführung zur Lampe eingeschaltet. Die Vereinigten Eisenbahnsignalwerke haben der Reichsbahn eine sehr einfache Lösung vorgeschlagen, die für die Praxis auf allen Bahnhöfen mit elektrischer Signalbeleuchtung angewandt wird.

Diese Signalisierung wird z. Z. auf der Strecke Hamburg—Berlin—Breslau zum Versuch eingeführt.

Man sieht, daß mit der Einführung des dreibegriffigen Vorsignals, die eingangs dieser Zeilen erwähnt ist und die amtlich „Vorsignal mit Zusatzflügel“ genannt wird, die Einführung des dritten Begriffs am Hauptsignal mit dem schräg abwärts zeigenden Flügel schon vorbereitet worden ist. Textabb. 1 zeigt das Hauptsignal mit dem neuen Begriff nebst dem dazugehörigen Vorsignal beieinander, während es in Wirklichkeit 700 oder 1000 m davor steht: dem schräg abwärts gestellten Flügel am Vorsignal entspricht der schräg abwärts zeigende Hauptsignalflügel. Die im Bilde wiedergegebene Zusammenstellung kommt in der Praxis übrigens auch vor, nämlich als Einfahrtsignal mit zugehörigem Ausfahrsvorsignal.

Werfen wir einen Blick auf die Stelleinrichtung, die den drei Signalbegriffen angepaßt werden mußte. Die Abb. 1a, b und c, Taf. 1, geben die Einrichtung schematisch wieder. Wir sehen, daß das Stellgestänge  $S_1S_2$  am kurzen Ende des Flügels angreift und daß es durch den Gewichtshebel  $G_1$  in sich ausgeglichen ist, damit es den Flügel nicht belastet. Die Blendeneinrichtung wird durch den Blendenhaken  $g$  bewegt, der wieder durch die Steuerstange  $S$  vom Flügel gesteuert wird. Mit dem Flügel fest verbunden ist das Ausgleichgewicht  $G_2$ , das dem Flügel etwa die Waage hält. Wir sehen dann noch einen Gewichtshebel nebst Gewicht  $h$  und dessen Anschlag  $f$ ; ihre Bedeutung wird sogleich klar werden. Beim Stellen auf „Fahrt frei“ wird der Flügel durch Ziehen an der Stellstange  $i$  (Abb. 2b, Taf. 1) um  $a$  als Drehpunkt in die Lage schräg aufwärts bewegt, wobei das Gegengewicht  $G_2$  in die Totlage kommt, so daß das Flügelübergewicht des langen Arms beim Bruch des Gestänges bei Fahrtlage des Signals voll wirksam ist.

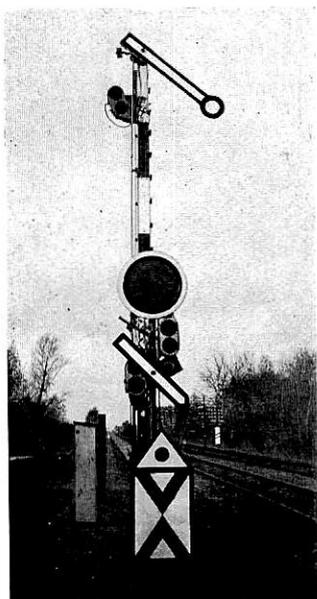


Abb. 1. Hauptsignal „Fahrt frei mit Geschwindigkeitsbeschränkung“ zeigend. Davor das Vorsignal diese Stellung ankündigend.

Die Blende wird durch die Blendensteuerung so bewegt, daß das grüne Farbglas vor die Lichtquelle tritt. Das Gewicht  $h$  bleibt unverändert auf seinem Anschlag  $f$  liegen.

Beim Stellen auf „Fahrt frei mit Geschwindigkeitsbeschränkung“ wird die Stellstange  $S_2$  nach oben gedrückt, wodurch der Flügel sich senkt. Der Blendenhaken  $g$  steuert das Gelbglas vor die Lichtquelle und das Licht fängt an zu blinken. Es muß sichergestellt sein, daß der Signalflügel, auch wenn er schräg abwärts zeigt, bei Bruch des Gestänges in die Haltstellung zurückkehrt. Dazu ist das Gegengewicht  $d$  bestimmt. Es wird, wie aus Abb. 1c, Taf. 1, zu ersehen ist, beim Senken des Flügels durch einen an die Flügelnabe angegossenen Nocken angehoben und verleiht dem kurzen Flügelsende so viel Übergewicht, daß der Flügel bei Gestängebruch unter allen Umständen in die Haltlage zurückkehrt.

Zu erläutern ist noch der Zusammenhang zwischen der Blendensteuerung und der Signallaterne. Hierzu dienen die Abb. 2a, b und c, Taf. 1, aus denen auch die Wirkung der Anschläge an Flügellager und Flügelnabe ersichtlich ist, wenn man beachtet, daß die schraffierten Anschläge  $f$ ,  $r$ ,  $q_1$  und  $q_2$  an der Flügellagerplatte, die schwarzen Anschläge  $e$  und  $p$  an der Flügelnabe sitzen.

Die Blende  $s$  ist um ihr Lager  $m$  drehbar; sie trägt einen festen Lagerteil, in den die Stellrinne  $h$  eingearbeitet ist. In diese Stellrinne greift mit einem Stellröllchen  $l$  der Winkelhebel  $h$  ein. Bei Stellung des Signals auf „Fahrt frei“ bewegt sich der Winkelhebel  $n$  nicht, weil sein Stellröllchen in dem um die Achse  $m$  konzentrisch verlaufenden Teil der Stellrinne bleibt. Wird dagegen der Flügel gesenkt — siehe Abb. 2c, Taf. 1 — so wird der in der Signallaterne sitzende Bolzen  $k$  durch den Winkelhebel  $n$  aus der Laterne um ein Stück  $o$  herausgezogen. Was das für einen Erfolg in der Laterne hat, werden wir weiter unten sehen.

Bemerkenswert ist noch, daß der Anschlag  $r$  an der Lagerplatte verhindert, daß der Gewichtshebel  $c$  bei hastigem

Stellen des Signals über die zulässige Lage hinausgeschleudert wird.

Erhält das Signal Flügelkupplung, dann ändert sich die in Abb. 1, Taf. 1, so einfache Stellstangenanordnung wesentlich. Das dann anzuwendende Gestänge ist in den Abb. 3a, b und c, Taf. 1, schematisch dargestellt. Es sind zwei Flügelkupplungen erforderlich\*). Der Antrieb hat die üblichen zwei Stellhebel. Von dem einen geht das Gestänge zur Flügelkupplung I, vom andern zur Flügelkupplung II. Von den Flügelkupplungen führen die Stellstangen  $a$  und  $b$  an die Enden  $c$  und  $d$  eines Schwinghebels  $i$ , der in der Achse  $e$  am Gewichtsausgleichshebel gelagert ist. — Soll der Flügel schräg aufwärts gestellt werden, dann dient der Endpunkt  $c$  des Schwinghebels als fester Stützpunkt; wird der Winkelhebel  $f$  nun durch den Antrieb bewegt, dann zieht die Stellstange  $b$  nach unten und bewegt den Flügel nach oben. — Wird der Winkelhebel  $g$  des Antriebs bewegt, dann wird die Stellstange  $a$  nach oben gedrückt und  $d$  dient als Stützpunkt: der Flügel geht nach unten. Die Vorgänge beim Unterbrechen des Kuppelstroms lassen sich aus den Abbildungen ablesen.

Die für das Licht vorgesehene Signallaterne für Propanbeleuchtung ist in Textabb. 2 zu sehen. Sie ist für die Reichsbahn von der Firma Julius Pintsch K.G. Berlin entwickelt worden und baut sich auf der schon in vielen Tausenden von Stück im Betriebe bewährten Dauerbrand-Signallaterne von Pintsch auf. Man beachte den Bolzen, der neben der Aufstecktasche hervortritt; er ist in Abb. 2a, Taf. 1, mit  $k$  bezeichnet. In Textabb. 3 ist die Laterne auf der Rückseite geöffnet. Sie hat nämlich auch dort eine Tür, weil dort allerlei Einrichtungen, wie man sieht, für die Unterhaltung zugänglich sein müssen. In der Mitte des Laterneninnern sieht man im Ausschnitt des versilberten Glasreflektors den Glühstrumpf. Dieser ist erforderlich, weil Propangas mit farbloser Flamme brennt\*\*). Rechts daneben sitzt der Druckminderer, der den Gasdruck von 8 atü auf 150 mm Wassersäule herabsetzt. Links vom Brenner sieht man den Blinker. In diesen ragt das kegelförmig zugespitzte Ende des oben erwähnten Bolzen  $k$  hinein. In der in der Abbildung dargestellten Lage hält er den Blinker fest, so daß er sich nicht bewegen kann.

Der Blinker selbst ist in Textabb. 4 von der Vorderseite gesehen besonders dargestellt. Auf dem eigentlichen, mit Gas gespeisten Blinker sitzt in der Brücke der Anschlag, mit dem durch den Bolzen  $k$  der Blinker festgehalten wird; auf der vom Betrachter aus gesehen rechten Seite der Brücke geht die Steuerstange hinauf, die den Verdunkelungszyylinder bewegt. Dieser ist mit seiner Parallelführung zu sehen. Die Steuerstange trägt das Gegengewicht, das beim Versagen der Blinkeinrichtung dafür sorgt, daß das Licht als festes Licht sichtbar bleibt und nicht etwa durch den Dunkelzyylinder verdeckt wird. Die Wirkungsweise des Blinkers ist nun so, daß durch die Steuerstange der Verdunkelungszyylinder 60mal in der Minute für eine

\*) An der Erfindung einer Flügelkupplung, die für beide Signalstellungen wirksam ist, wird gearbeitet.

\*\*) Näheres über das Propangas in des Verfassers Aufsatz über die Propangas-Dauerbrandlaterne in der Zeitschrift f. d. ges. Sicherungs- und Fernmeldewesen 1934, S. 3 ff.

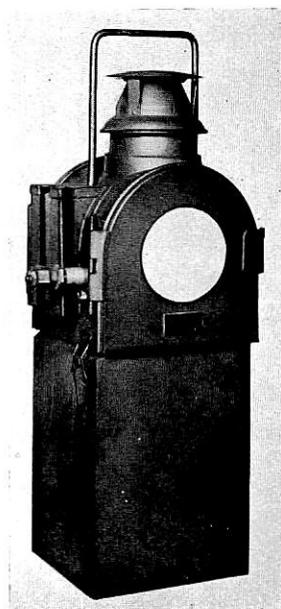


Abb. 2. Propangaslaterne mit Blinkvorrichtung, von der Rückseite gesehen.

halbe Sekunde gesenkt wird und wieder gehoben. Nach eingehenden Versuchen, in denen die verschiedensten Blinkverhältnisse erprobt worden sind, ist das obengenannte als das wirksamste ausgesucht worden. Das Blinklicht hat sich als sehr brauchbares Signallicht erwiesen, dem wohl noch eine bedeutende Zukunft beschieden sein wird.

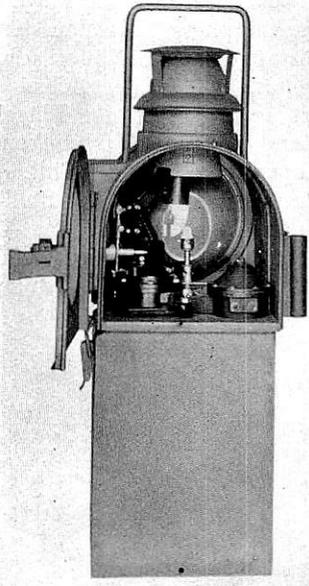


Abb. 3. Propangaslaterne mit Blinkvorrichtung. Hintertüre geöffnet.

also die wirkliche Betriebszeit ab. Abschließend ist noch zu bemerken, daß man das Propangaslicht ununterbrochen Tag und Nacht brennen läßt. Der Bahnhof hat also sehr wenig Arbeit mit der Beschickung der Laternen, wenn z. B. nur alle 18 Tage die Gasflasche ausgewechselt werden muß.

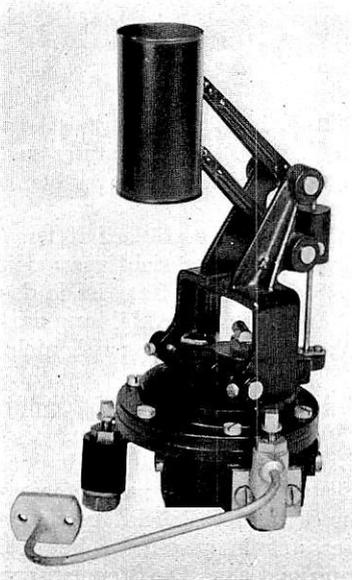


Abb. 4. Der Blinker.

Grunde neu gebaut werden muß — an Baukosten dafür zu sparen. Es kommt oft vor, daß aus Gründen der Personalsparnis ein Stellwerk im Bahnhofsgebäude untergebracht ist, daß es aber nicht mehr ausreicht und deshalb erweitert werden muß; da ist z. B. das Kurzstellwerk ein willkommenes Mittel, um trotz Platzbeschränkung einen Hebelapparat mit wesentlich mehr Hebeln aufzustellen.

Der Brennstoffbehälter der in den Textabb. 2 und 3 gezeigten Laterne faßt 2,3 kg flüssiges Propangas. Der Brenner verbraucht 5 l für jede Stunde Blinklicht; das ruhige Licht verzehrt 2 l/h. Da fast in jedem Falle die Zahl der auf Blinklicht fahrenden Züge verschieden ist, kann die Brenndauer dieser Gasmenge nicht allgemein angegeben werden. Sie ist für jede Laterne einzeln festzusetzen, die aus einer Abbildung entnommen werden kann. Bei täglich 50 Signalstellungen mit Blinklicht von je 2 Min. Dauer reicht der Gasvorrat z. B. für 18 Tage. Man läßt immer einen kleinen Rest Gas, der für 1½ Tage reicht, in der Flasche, der zum Ausgleich dient, z. B. wenn die Flasche nicht genau rechtzeitig ausgewechselt werden kann. Dieser Sicherheitsrest ist bei den Kurven berücksichtigt. Man liest aus ihnen

#### Auf dem Gebiete des Sicherungswesens

sind unter zahlreichen Neuerungen zwei besonders bemerkenswert, und zwar zwei Kurzstellwerke: das mechanische der Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke (VES), Werk Braunschweig, und das elektrische von Orenstein und Koppel A.G. Berlin.

Das mechanische Kurzstellwerk der VES. verdankt sein Entstehen dem Bestreben, an Platz für das Stellwerk und — wenn das Gebäude aus irgend einem

Textabb. 5 zeigt ein größeres Kurzstellwerk, Textabb. 6 den rechten Teil mit dem Blockuntersatz in größerem Maßstabe. In Textabb. 5 bedient der Wärter gerade den Riegel einer Weiche. Sehen wir uns das Stellwerk etwas näher an. Wir erblicken das Blechgehäuse mit einem pulartigen Absatz auf der Vorderseite, unter dem eine Leiste sitzt, die von paarweise angeord-

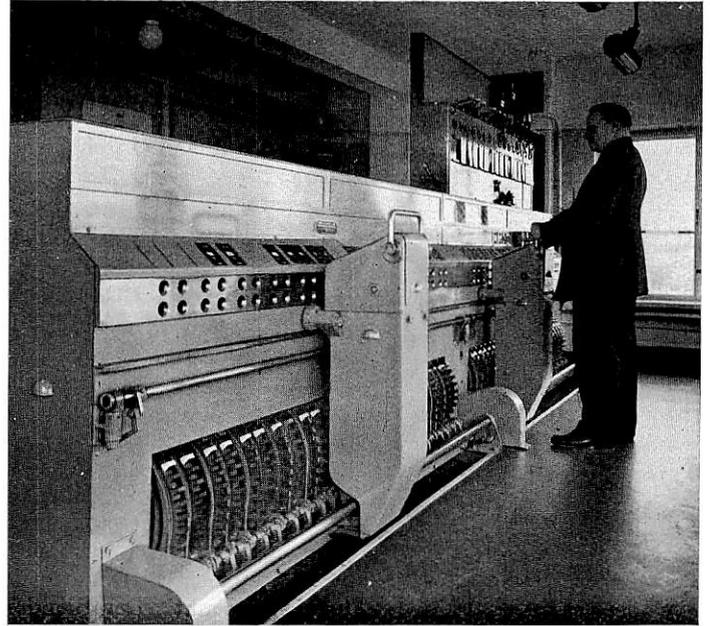


Abb. 5. Das Kurzstellwerk der Vereinigten Eisenbahnsignalwerke.

neten, ausgesenkten Löchern durchbrochen ist, die wir Steuerlöcher nennen wollen. Eine gute Handbreit darunter sehen wir am Gehäuse eine Schiene, die Laufschiene für den Antrieb; ganz unten liegt die zugehörige Führungsschiene für den Antrieb. Der Antrieb sitzt in dem Kasten, der mitten vor dem linken Stoß des Stellwerks hängt, gekennzeichnet durch den oben daran sitzenden Bügel. Der Antrieb ist gewissermaßen eine Kurbel, mit der man einen Hebel nach dem andern umkurbelt, nur daß die Kurbel nicht umgesteckt wird, sondern auf den Schienen hin- und hergeschoben wird und daß sie nicht mit der Hand gedreht sondern elektrisch betätigt wird. Unter der Laufschiene des Antriebs sieht man eine Stahlwelle, die in Lagern an den Stoßenden gelagert ist. Das ist die Steuerwelle für den Antriebsmotor. Durch den unter der Steuerwelle sichtbaren Ausschnitt in der Gehäusevorderwand treten die Stellrollen der Weichen und Signale usw. heraus. Vor den Stellrollen, fast ganz unten, dicht über der Führungsschiene liegt die Antriebswelle, die die Bewegung von dem in den Abbildungen unsichtbaren Motor auf die einzelnen Stellrollen überträgt.

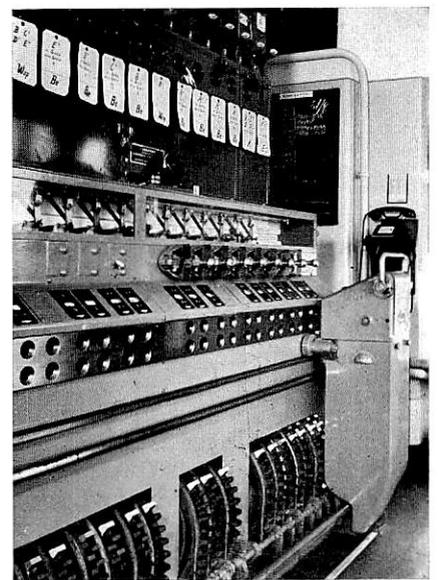


Abb. 6. Ausschnitt des rechten Endes des Kurzstellwerkes in Abb. 5.

Die Stellrollen entsprechen vollkommen den Seilrollen der bisher üblichen Hebel. Für jeden Stoß des Stellwerks ist ein Antrieb vorgesehen; er läßt sich spielend leicht vor dem Stellwerk verschieben.

wird durch Federfesthaltung in der Grundstellung und in der umgelegten Stellung festgehalten. Ist der Antrieb vor die zugehörigen Steuerlöcher gefahren worden, so daß das Zahnrad 13 eingriffbereit vor dem Zahnkranz der Stellrolle 1 steht, dann

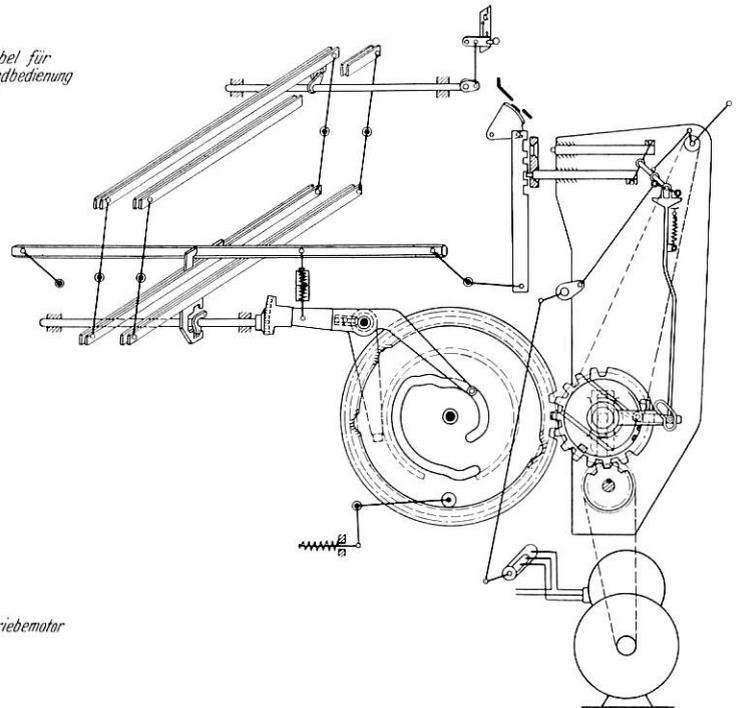
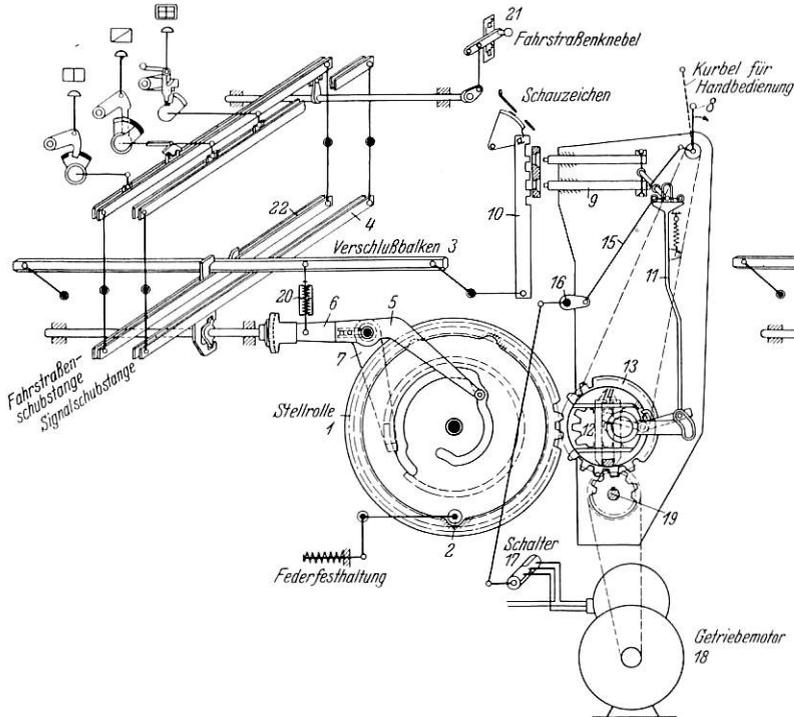


Abb. 7a.

Abb. 7b.

Abb. 7a und 7b. Mechanisches Kurzstellwerk. Bildliche Darstellung der Wirkungsweise.

Im oberen, zurücktretenden Teil des Gehäuses, vor dem in Textabb. 5 der Wärter steht, sitzen, wie aus Textabb. 6 besser ersichtlich, die Blocksperrn abgedeckt mit Glas. Darunter sitzen die in ihrer Form vereinfachten Fahrstraßenhebel, und oben auf dem Gehäuse befindet sich der Blockkasten.

wird der Steuerbügel 8 z. B. in der Pfeilrichtung umgelegt. Hierdurch tritt folgendes ein: Der Steuerbolzen 9 fühlt in das ihm gegenüberliegende Steuerloch vor und prüft, ob die Weiche umstellbar ist. Ist sie durch eine andere Fahrt bereits verschlossen, dann ist das Steuerloch für den Steuerbolzen gesperrt und damit das Bedienen der Weiche verhindert. Zugleich wird durch die Stange 15 über die Steuerwelle 16 der Schalter 17 umgeschaltet, so daß der Getriebemotor Strom erhält und über das Getriebe die Antriebswelle 19 und durch diese die Antriebscheibe 13 in Bewegung setzt. Gleichzeitig ist durch die Stange 11 das waagrecht verschiebliche Zahnsegment 12 zum Eingriff in die Stellrolle 1 gebracht worden, so daß diese umläuft. Textabb. 7b zeigt diese Stellung, wobei man das vorgeschobene Eingriffsegment beachte. Daß von der Stellrolle 1 auch über die Hebel 5, 6 und 7 und die Feder Vorrichtung 20 auf den Verschlussbalken 3 der Weiche eingewirkt wird, möge nur angedeutet werden. Auch auf den Zusammenhang zwischen Signalschubstange 4, Fahrstraßenschubstange 22 und Fahrstraßenhebel 21 gehen wir nicht weiter ein, weil diese Einrichtung nichts grundsätzlich neues darstellt. Auch den Kupplungsvorgang zwischen 13 und 1 beschreiben wir im Rahmen dieses Berichts nicht näher. Die Einrichtung ist hier nur stark schematisiert angegeben\*).

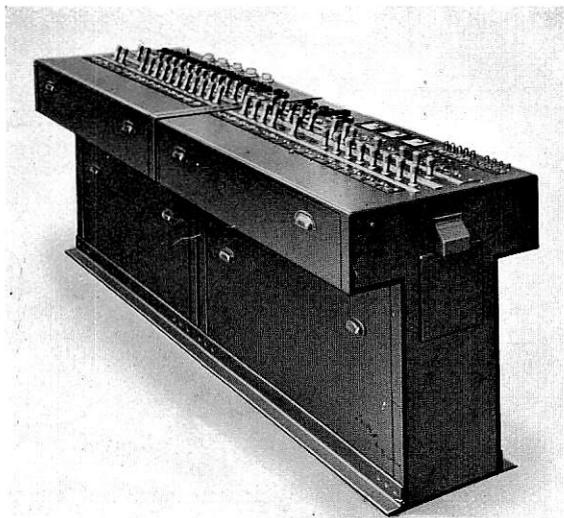


Abb. 8. Elektrisches Kurzstellwerk von Orenstein und Koppel, Berlin.

Soll z. B. eine Weiche umgestellt werden, so wird der Antrieb vor die mit Schildern bezeichneten Steuerlöcher der Weiche gefahren, der Bügel am Antrieb umgelegt; dadurch wird die Seilrolle gedreht und die Weiche umgestellt.

Man sieht, daß das Bedienen des Stellwerks sehr einfach ist. An Bequemlichkeit der Bedienung steht das Kurzstellwerk dem Kraftstellwerk nur wenig nach. Es ist aber beachtlich, daß die Energie zum Betrieb des Motors dem Lichtnetz entnommen wird. Eine Reservebatterie hält man bei der Einrichtung nicht für erforderlich. Bleibt die Spannung aus, was ja bei der starken Vervollkommnung der Energieversorgung ganz selten vorkommt, dann bedient man den Antrieb mit einer Handkurbel, die in Textabb. 7a angegeben ist. Durch eine

Betrachten wir nach dieser Vorbereitung den schematischen Querschnitt der Einrichtung (Textabb. 7a): Die Stellrolle 1

\*) Näheres in dem nächstens erscheinenden Aufsatz über das Kurzstellwerk im „Stellwerk“.

Gallsche Kette wird die Bewegung auf das Zahnrad 13 übertragen.

Als Vorteil des Kurzstellwerks werden außer der bequemen Bedienbarkeit hervorgehoben, daß die Wege der Wärter sehr stark vermindert werden, weil die Baulänge des Stellwerks auf  $\frac{1}{3}$  der des deutschen Einheitsstellwerks heruntergeht. Praktisch gesprochen geht die Hebelteilung von 140 auf etwa 50 mm herunter. Diese Zusammendrängung hat auch eine

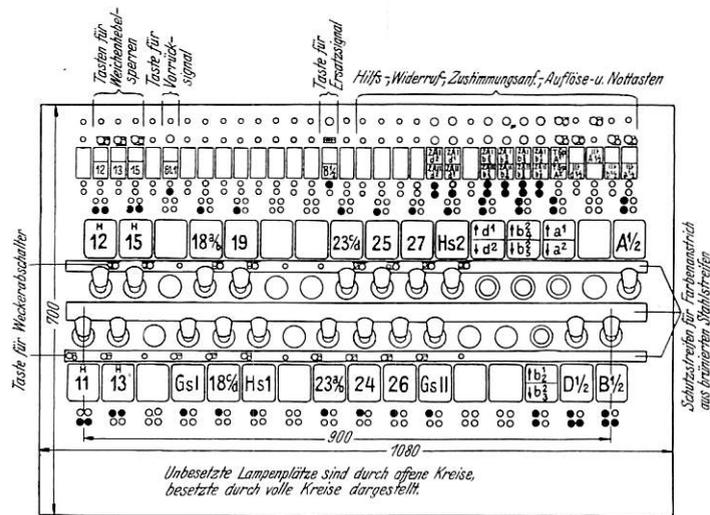


Abb. 9. Grundriß der Hebelbank.

beträchtliche Gewichtsersparnis zur Folge, die sich bei der Ausführung in das Zollausland in nennenswerter Zoll- und Frachtersparnis geltend machen.

Das Kraftkurzstellwerk von Orenstein und Koppel A.G. Berlin ist eine Einrichtung, die im Wettbewerb mit dem Mehrreihenhebelwerk der Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke entstanden ist, das ja schon seit einer Reihe von Jahren geliefert wird und deshalb als in Fachkreisen bestens bekannt vorausgesetzt werden darf. Das neue Hebelwerk ist in Textabb. 8 wiedergegeben. Man sieht, es hat nur zwei Reihen Hebel. Hinter den Hebelreihen befinden sich die Tasten für die verschiedenen Zwecke, wie Zustimmungsanforderung, Fahrstraßenauflösung usw.; ferner die Tasten für die Bedienung der Ersatzsignale, Vorrücksignale usw.

Die Vorteile, die diese Zusammenfassung der Bedienung einer großen Anzahl von Weichen und Signalen auf beschränktem Raum in einem Stellwerk hat, sind in der Fachliteratur schon öfter behandelt worden und können deshalb als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Anordnung der Hebel und Überwachungslampen und der Tasten ist in Textabb. 9 in der Aufsicht dargestellt. Die Länge eines Schusses der Hebelbank beträgt 1080 mm, seine Tiefe 700 mm. Jeder Schuß kann 32 Hebel aufnehmen. Daraus ergibt sich eine rechnerische Hebelteilung von 34 mm; die wirkliche beträgt 30 mm, also zwischen zwei benachbarten Hebeln 60 mm.

Textabb. 10 zeigt die grundsätzliche Anordnung des Hebelwerks im Gebäude. Man sieht, daß wie beim Mehrreihenhebelwerk der VES. derjenige Teil des Stellwerks, der Schaltarbeit und Unterhaltung erfordert, im Raum unter dem Hebelwerk untergebracht ist. Das Verschlößregister zeigt eine

völlige neuartige Lösung. Es liegt zwischen den beiden Hebelreihen und reicht bei voller Ausnutzung bis in den unter dem Hebelwerk liegenden Raum hinein. Die Bautiefe, um die das Hebelwerk von der Fensterwand abstehen muß, ist also nur durch die Tiefe des Arbeitsraumes bedingt, der für die Unterhaltung nur im Untergeschoß erforderlich ist; das sind etwa 700 mm. Bis auf dieses Maß kann man also

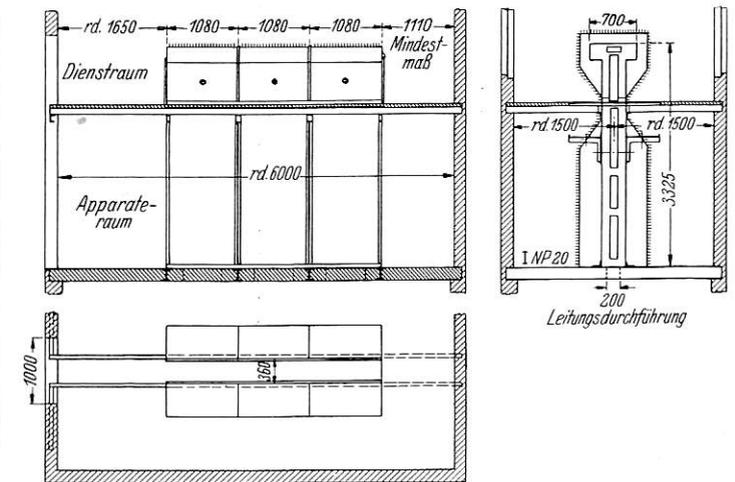


Abb. 10. Anordnung des Kurzstellwerkes von Orenstein und Koppel.

an die Fenster heran, wenn man aus betrieblichen Gründen dazu genötigt ist, z. B. um dem Wärter den unmittelbaren Blick auf Weichen in der Nähe des Stellwerks zu gewähren.

Die Zugänglichkeit aller Schaltorgane und die damit für die Unterhaltungs- und Ergänzungsarbeiten verbundenen Vorteile liegen auf der Hand.

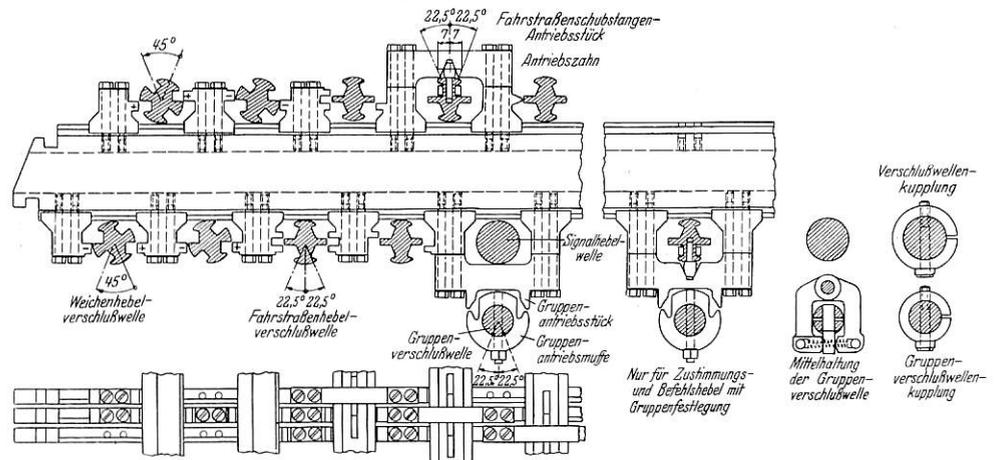


Abb. 11. Kraftkurzstellwerk Bauart Orenstein und Koppel. 1937.

Als Stellorgane für die Weichen usw. hat man Hebel gewählt, die sich ohne jede ungewohnte Inanspruchnahme der Muskeln bedienen lassen. Die Hebelbewegung wird durch ein Kegelradgetriebe in die für die Verschlöß- und Steuerelemente notwendige Drehbewegung umgesetzt.

Es können bis zu 104 Fahrstraßenschubstangen, ausreichend für 208 Fahrstraßen untergebracht werden. Das ist auch für sehr große Stellwerke ausreichend.

Die grundsätzliche Anordnung der Verschlößeinrichtungen und des Antriebs der Fahrstraßenschubstangen ist in Textabb. 11 zu sehen. Die eigenartige Querschnittsbildung der Verschlößwellen ergibt im Zusammenwirken mit den Verschlöß-

elementen, die auf die Fahrstraßenschubstangen aufgeschraubt werden, ein gut übersichtliches Verschlußregister, das trotz seiner Leichtigkeit kräftig gebaut ist und reichliche Verschlußwege anzuwenden gestattet, so daß auch bei langjährigem scharfem Betriebe keine schädliche Verschleißwirkung eintreten kann. Es würde zu weit führen, auf die Einzelheiten der Abhängigkeit des Signalhebels von den Fahrstraßenhebeln usw.

einzugehen; das möge einem eingehenderen Aufsatz in der Sonderfachpresse vorbehalten bleiben.

Beachtlich ist noch, daß das neue Hebelwerk bis zu 18 Fahrstraßenschubstangen aufnehmen kann, ohne daß der Raum unter dem Hebelwerksraum in Anspruch genommen wird. Das bietet Vorteile, wo der Raum im Untergeschoß nicht verfügbar oder nicht vorhanden ist.

## Die Zugbeeinflussung in Bau und Betrieb bei der Deutschen Reichsbahn.

Von Reichsbahnrat Wittschell, Berlin RZA.

Hierzu Tafel 2.

In den letzten Jahren sind in größerem Umfang Strecken mit induktiver Zugbeeinflussung ausgerüstet worden. Ausgangspunkt dieser beschleunigten Entwicklung war die Einführung des Schnelltriebwagenverkehrs Berlin—Hamburg im Jahre 1933, für den eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/Std. zugelassen wurde. Die Bestimmung in § 38 (2) b) der deutschen Fahrdienstvorschriften, daß ohne Zugbeeinflussungsschutz die Geschwindigkeit von 120 km/Std. nicht überschritten werden darf, brachte zwangsläufig mit dem Bestreben, durch Erhöhung der Geschwindigkeit die Fahrzeiten abzukürzen, die weitere Ausdehnung der Zugbeeinflussungseinrichtungen über das deutsche Netz.

Die betriebsführenden Stellen waren bald mit den neuen Einrichtungen vertraut und hatten jetzt den verständlichen Wunsch, möglichst viel Fahrzeuge mit Zugbeeinflussung zu besitzen, einmal um immer genügend Lokomotiven für diejenigen Zugläufe zur Verfügung zu haben, für die der Zugbeeinflussungsschutz vorgeschrieben ist, aber zum andern auch, um auf möglichst vielen Lokomotiven diese zusätzliche Sicherung zur Vermeidung von Unfällen zu besitzen.

Die Wahrscheinlichkeit des Übersehens von Signalen und die einer Signalverwechslung wächst mit zunehmender Geschwindigkeit an, eine solche Gefahr ist aber auch bei Geschwindigkeiten unter 120 km/Std. nicht gebannt. Die Gefahr eines Irrtums beim Lokomotivführer ist nicht allein durch die Höhe der Fahrgeschwindigkeit bedingt, eine Reihe anderer Einflüsse sprechen ebenso stark mit. So steigt zweifellos die Fehlerwahrscheinlichkeit in nebelreichen Gegenden, auf unübersichtlichen Strecken, bei Behinderungen durch Rauchschwaden und auf Abschnitten, in denen während der Dunkelheit benachbarte Beleuchtungsquellen erheblich stören können. Solche Störungen durch weißes Licht infolge Blendung, aber auch durch eisenbahnfremde grüne und rote Lichter, z. B. von Wasserfahrzeugen, sind am stärksten bei klarem Wetter. Bei gleichmäßigem Nebel werden die Störlichter infolge des größeren Abstandes von den Eisenbahngleisen stärker gedämpft, so daß bei nicht zu dichtem Nebel die Erkennbarkeit der Eisenbahnlichter besser werden kann. Aus allen diesen Gründen ist es selbstverständlich, daß ohne Rücksicht auf Zuggattung und Geschwindigkeit die zusätzliche Sicherung der Zugbeeinflussung immer benutzt wird, wenn ein mit Zugbeeinflussung ausgerüstetes Fahrzeug auf einer Zugbeeinflussungsstrecke fährt. Umgekehrt ist es

bedauerlich, wenn Zugbeeinflussungslokomotiven auf nicht ausgerüsteten Strecken fahren müssen oder wenn Lokomotiven, die auf ausgerüsteten Strecken verkehren, diesen Schutz noch nicht besitzen, ein Zustand, der jedoch im Übergang unvermeidlich ist.

Zur Zeit (Herbst 1939) sind 6100 km zweigleisige und 100 km eingleisige Strecken mit induktiver Zugbeeinflussung ausgerüstet (Textabb. 1). 40 Schnelltriebwagen und 700 Lokomotiven besitzen die Fahrzeugausrüstung. Aus Textabb. 2 ist die Zahl der mit Zugbeeinflussung gefahrenen Zugkilometer zu

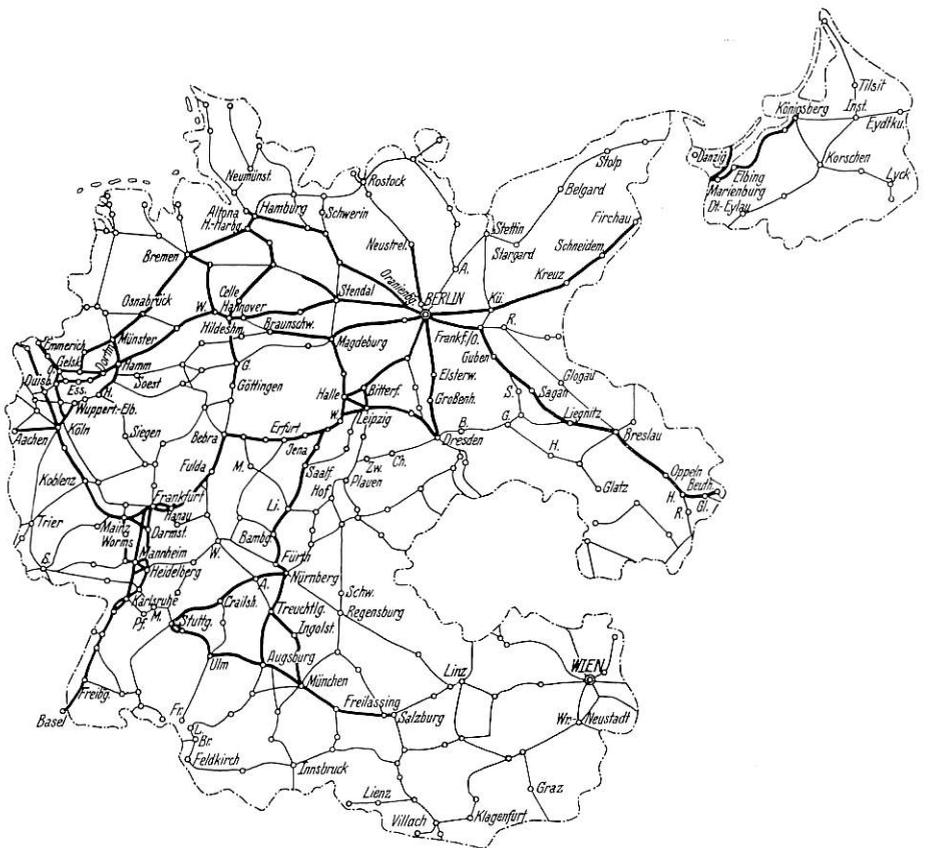


Abb. 1. Netz der mit induktiver Zugbeeinflussung ausgerüsteten Strecken.

entnehmen. Das Schaubild zeigt in eindrucksvoller Weise die zunehmende Verbreitung der Anlagen. Der jährliche Zuwachs wird einerseits durch die Liefermöglichkeit der Herstellerfirmen begrenzt, andererseits kann man nicht beliebig viele Lokomotiven aus dem Betrieb herausziehen, um in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken die Arbeiten auszuführen. Auch in den Ausbesserungswerken sind die Arbeitsplätze nicht immer freizumachen. Die sich bei dem gestiegenen Verkehr zeigenden Erschwerungen bei der Ausrüstung konnten dadurch ausgeglichen werden, daß es gelang, den anfänglich mehrere Tage in Anspruch nehmenden Einbau der Zugbeeinflussungsteile bei

den Einheitslokomotiven auf eineinhalb Tage herunter zu drücken, wozu allerdings die Einrichtung besonderer Ausrüstungsgänge erforderlich ist. Trotz beschränkter Platzverhältnisse gelang es dank sorgfältiger Vorbereitung in einem Reichsbahnausbesserungswerk (Frankfurt-Nied) elf Lokomotiven in der Woche herzurichten. Die Neubaulokomotiven

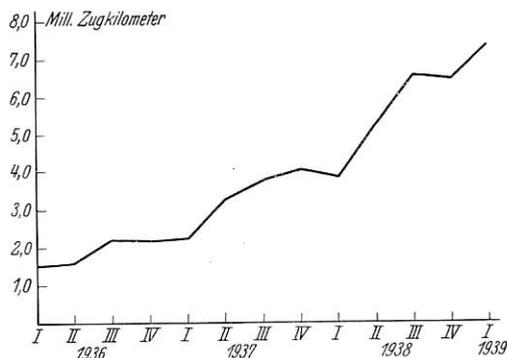


Abb. 2.

Zahl der mit induktiver Zugbeeinflussung gefahrenen Zugkilometer.

erhalten jetzt ihre Zugbeeinflussungseinrichtung bereits in dem Lokomotivwerk. Bei dem nachträglichen Einbau in die Lokomotiven älterer Bauarten ergeben sich wegen der fehlenden Einheitlichkeit längere Ausrüstungszeiten.

Nebenher muß die Einweisung und Unterrichtung aller der Stellen stattfinden, die erstmalig mit der neuen Einrichtung arbeiten sollen, so daß auch hier der jährliche Zuwachs durch die Zahl der zur Verfügung stehenden Lehrpersonen eine Beschränkung findet.

**A. Bau.**

War bis vor kurzem die Zugbeeinflussung eine Einrichtung, mit der sich nur wenige hierzu besonders beauftragte Stellen befassen und die weitgehend auf das auf der Strecke und auf den Fahrzeugen Vorhandene Rücksicht nehmen mußte, so hat sich dies Bild nunmehr wesentlich verändert. Sowohl die Konstrukteure von Triebfahrzeugen wie die des Oberbaus und der Sicherungsanlagen müssen jetzt ihrerseits auf die neue Einrichtung, mit der der Betrieb arbeiten soll, Rücksicht nehmen. In welchem Umfang dies notwendig ist, soll im folgenden dargelegt werden. Hierbei werden die Grundlagen der induktiven Zugbeeinflussung und das Betriebsprogramm als bekannt vorausgesetzt\*). (Zwang zur Wachsamkeitshandlung bei Warnung zeigendem Vorsignal mit angehängter Geschwindigkeitsprüfung — Geschwindigkeitsprüfung

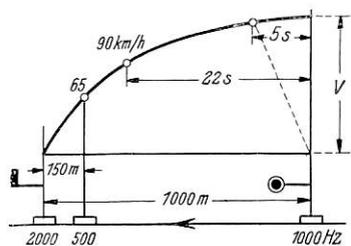


Abb. 3. Betriebsprogramm.

150 m vor dem Haltsignal — Fahrsperrung am Haltsignal — Textabb. 3.)

Die Rücksichten, die bei der Oberbaukonstruktion auf die neue Einrichtung zu nehmen sind, bleiben verhältnismäßig gering. Es ist ein bewußt angestrebter Vorzug des gewählten Systems, daß die Streckeneinrichtung ein-

fach bleibt. Man muß dabei beachten, daß die Streckeneinrichtungen erheblich zahlreicher sein müssen als die Fahrzeugeinrichtungen. Das Verhältnis von Fahrzeug- zu Streckeneinrichtungen ist zur Zeit 1:20 und wird, wenn es zu einer Ausrüstung aller Strecken kommt, selbst unter Einbeziehung der Güterzugmaschinen etwa 1:5 betragen.

\*) Vergl. hierzu: Krauskopf, Die Entwicklung und der Stand der Zugbeeinflussung bei der Deutschen Reichsbahn. Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Berlin, Wien und Leipzig, S. 117 bis 119.

Der Gleismagnet mit dem etwa 80 cm langen und etwa 10 cm breiten Eisenkern nebst Polschuhen, mit einer Spule und einem Glimmerkondensator ist in einem Silumingehäuse untergebracht (Abb. 1, Taf. 2). Die Mitte des Gleismagneten hat einen Abstand von 29 cm von der Innenkante Schiene. Die Oberfläche des 17 cm hohen Gehäuses soll 3,5 cm über SO. liegen. Abweichungen von  $\pm 1$  cm für Höhen- und Seitenabstand als Folge von Betriebseinwirkungen (z. B. Schienenabnutzung) sind zugelassen. Damit ist die Lage des Gleismagneten eindeutig festgelegt. Der Platz liegt außerhalb des Lichttraumprofils und hätte auch von Bauteilen für andere Zwecke in Anspruch genommen werden können. Dieser Raum war jedoch bisher in der Regel frei, nur bei Abzweigungen, Isolierschienenanschlüssen, Schienenstromschließern und ähnlichen Einrichtungen wird er gleichfalls benutzt. Da jedoch Verschiebungen der Gleismagnete parallel zur Gleichsachse von 2 bis 3 m gegenüber ihrer Regellage praktisch bedeutungslos sind, wird sich immer ein freier Platz für den Gleismagneten finden. Das etwa 125 cm lange Gehäuse wird mit vier Schrauben (je zwei in einem Abstand von 120 cm) auf den Schwellen befestigt (Textabb. 4). Bei einem Schwellenabstand von 60 cm macht dies keine Schwierigkeiten, auch geringe Abweichungen von dieser Schwellenteilung stören nicht. Über einem Breitschwellenstoß

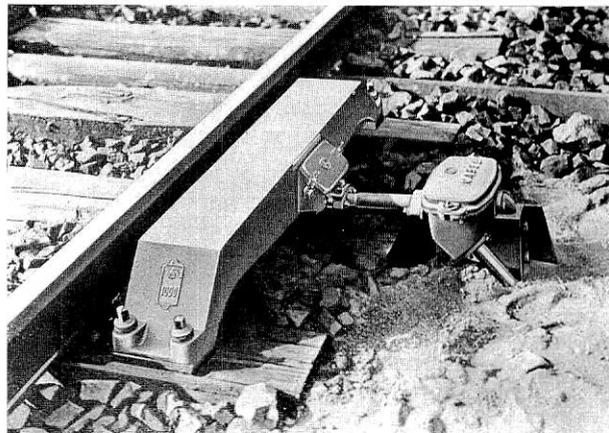


Abb. 4. Gleismagnet mit Kabelverteiler an der Strecke.

läßt sich der Magnet nicht anbringen. Eine Befestigung an dieser Stelle ist aber auch wegen der stärkeren Relativbewegung der Schwellen zueinander unerwünscht. Das Anbringen von Gleismagneten in der Nähe von Schienenstößen ist daher untersagt.

Der Zwischenraum zwischen Gleismagnet und Schiene ist nicht sehr groß. Er soll ausreichen, um Schiene nebst Unterlagsplatte auf den Schwellen befestigen zu können. Dies ist gut möglich. Leider ist beim Reichsoberbau auf Holzschwellen die normale Rippenplatte ein wenig zu breit. Wo Gleismagnete verlegt werden müssen, sind für diese Oberbauform deshalb verkürzte Rippenplatten vorgesehen. Erwünscht wäre es, wenn die verkürzte Rippenplatte die Regelausführung werden könnte.

Auf Brücken in der üblichen Ausführung wird der Raum für den Gleismagneten auch immer zur Verfügung stehen. Denkbar wäre es, daß er in Sonderfällen für Konstruktionsglieder benutzt wird. Es ist daher notwendig, beim Neubau von Eisenbahnbrücken darauf zu achten, daß ein gewisser Raum neben den Schienen freibleibt, und zwar nicht allein der Platz für den Gleismagneten, sondern darüber hinaus ein gewisser Schutzraum in der Umgebung des Gleismagneten, da größere Eisenmassen in unmittelbarer Nähe des Gehäuses ihn in seiner Wirkung beeinträchtigen können (Abb. 2, Taf. 2). Dieser Raum braucht nicht in der ganzen Länge der Brücke freizu-

bleiben, so daß beispielsweise die Ausbildung von Querträgeranschlüssen in keiner Weise behindert ist.

Aus dem Klemmenkasten des Gleismagneten führt ein besonders geschütztes Litzenkabel zu einem Kabelverteiler, für den ohne feste Verbindung mit dem Gleis vor den Schwellenköpfen ein Platz vorgesehen ist. Auch bei beengten Verhältnissen wie z. B. an Bahnsteigen wird sich ein Platz für den Kabelverteiler finden lassen, unter Umständen muß das Litzenkabel mit seinem Schutzkanal eine von der Regelanordnung abweichende Ausführung erhalten. Von dem Kabelverteiler führt ein Erdkabel zu dem von der Signalstellung abhängigen Kontakt. Bei den Formsignalen werden die Signalflügelstromschließer der Regelbauart benutzt (Textabb. 5). Bei Lichtsignalen ist es nicht so einfach. Hier muß in dem Grünstromkreis ein besonderer Magnetschalter und eine Überwachungseinrichtung für den Schalter vorgesehen werden. Die Unterbringung dieses Schalters am Lichtsignalmast ist nicht schwierig. Bei den Lichtsignalen mit Blendensteuerung, wie sie auf Strecken mit selbsttätiger Streckenblockung angewendet werden, können entweder von den Blenden gesteuerte

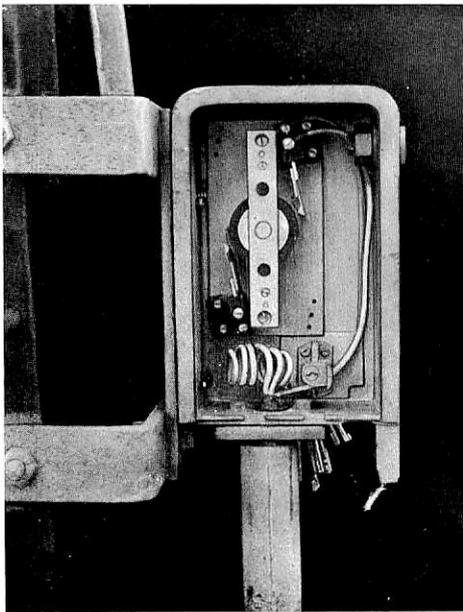


Abb. 5. Signalflügelstromschließer (kleine Bauart).

Kontakte benutzt werden oder Kontakte von Magnetschaltern, die für die Streckenblockung ohnehin vorhanden sind.

Ein Sonderfall ergibt sich noch bei der Anwendung verstellbarer Ausnahmezeichen in Verbindung mit dem freie Fahrt mit Geschwindigkeitsbeschränkung anzeigenden zwei-flügligen Signal. Dabei muß die Steuerung des 150 m vor dem Signal verlegten Geschwindigkeitsmagneten von der Stellung des Ausnahmezeichens abhängig gemacht werden. Auch hier werden wie bei den Lichtsignalen besondere Magnetschalter vorgesehen.

Da die Streckeneinrichtung so einfach wie nur irgend möglich ausgebildet wurde, ist das Einpassen des Neuen in das Bestehende leicht. Bei der Fahrzeugeinrichtung, die etwas umfangreicher ist, bedurfte es längerer Versuche, um alle notwendigen Teile so günstig wie möglich unterzubringen. Es ist erwünscht, alles möglichst gedrängt an einer Stelle zusammenzufassen, um Leitungslängen und Verbindungsstellen zu ersparen. Völlig läßt sich diese Forderung nicht verwirklichen, da auch noch andere Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind. So müssen die von dem Fahrzeugführer zu bedienenden Tasten in der Nähe seiner rechten Hand liegen, die Schaulinien dagegen in seinem Blickfeld. Die Höhen- und Seiten-

lage des Fahrzeugmagneten ist durch die Lage des Streckenmagneten neben der Schiene recht genau festgelegt. In seiner unmittelbaren Nähe dürfen sich ebenso wie beim Streckenmagneten keine große Eisenmassen befinden (Abb. 2, Taf. 2). In der Längsebene kann die Lage des Fahrzeugmagneten etwas freier gewählt werden; es besteht hier nur der Wunsch, ihn möglichst nahe an den Führerstand heranzubringen. Es ist immer gelungen, für seine Länge von rund 100 cm einen guten Platz zu finden. Bei seinem Gewicht von 70 kg war es allerdings manchmal etwas schwierig, ihn an diesem Platz auch aufzuhängen. Da der Fahrzeugmagnet bei Fahrzeugschwankungen seine Höhenlage um insgesamt 6 cm gegenüber Schienenoberkante ändern darf und ebenso Seitenverschiebungen von  $\pm 6$  cm gegenüber der Regellage unter der Voraussetzung von Krümmungen mit mehr als 250 m Halbmesser zugelassen werden, kann er bei Lokomotiven ohne weiteres an dem nur wenig gefederten Rahmen aufgehängt werden, zumal wenn die Nachstellmöglichkeit an der Aufhängung so bemessen wird, daß auch die Radreifenabnutzung damit ausgeglichen werden kann (Textabb. 6).

Schwieriger war die Frage einer brauchbaren Aufhängung bei den Schnelltriebwagen zu lösen. Hier ist bei den neuen Wagen die Gesamtfederung so weich, daß das für den Fahrzeugmagneten zulässige Spiel von 6 cm überschritten wird.

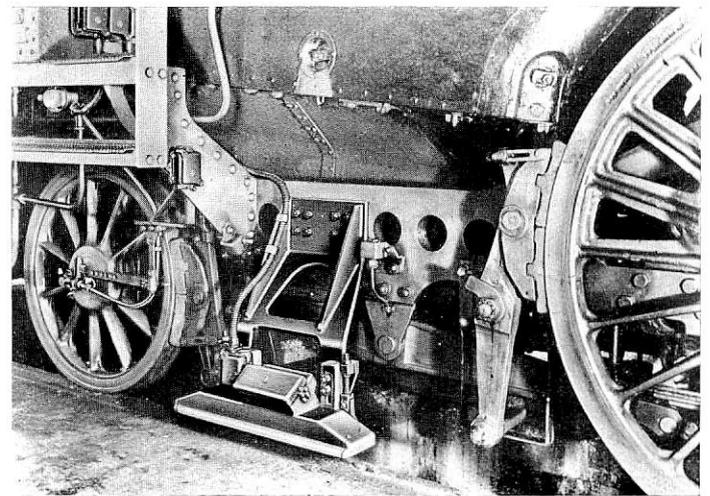


Abb. 6.

Lokomotivmagnetaufhängung an der Einheitslokomotive 03.

Damit verbietet sich die feste Anbringung am Wagenkasten, zumal auch die mögliche Seitenverschiebung in Krümmungen beim Wagenkasten an den meisten Stellen sehr groß wird. Deshalb muß der Magnet entweder an einem Fahrzeugteil befestigt werden, der ein geringeres Federspiel hat, oder man muß ihm am Wagenkasten eine bewegliche Haltevorrichtung geben und diese von einem gegenüber SO. nur wenig verschieblichen Punkt so anlenken, daß er seine Höhenlage gegenüber dem Gleismagnet bei jeder beliebigen Wagenkastenbewegung nur geringfügig ändert. Eine solche Ausführung ist bisher nur einmal, und zwar bei dem Schnelltriebwagen Bauart Kruckenberg gewählt worden. In der Regel wird der Magnet am Drehgestellrahmen aufgehängt. Hier ist das Federspiel etwa 4 cm. Bei vierachsigen Drehgestellen ist der günstigste Platz zwischen den Achsen. Die Federanordnung und die Rahmenbreite läßt dies jedoch nicht immer zu. In einem solchen Fall muß außerhalb der Achsen der Rahmen konsolartig verlängert und der Magnet hier befestigt werden (Textabb. 7). Man wird dabei versuchen, den Magneten möglichst dicht an die Achse heranzubringen, einmal um den Kragarm nicht unnötig lang zu machen,

was sich gewichtsmäßig ungünstig auswirkt, zum andern um in Krümmungen eine nur geringe Seitenabweichung zu erhalten. Als Seitenabweichung ist zwar, wie bereits erwähnt ein Spiel von  $\pm 6$  cm um die Regellage zulässig, aber es ist aus anderen Gründen unerwünscht, hier eine zu große Bewegungsmöglichkeit zu haben. Die Bewegung des Kragarms mit dem Magneten wird in Krümmungen gegenüber dem Wagenkasten größer als gegenüber dem Gleis. Der Wagenkasten mit seinen Teilen muß für Kragarm und Magnet um so mehr ausgespart werden, je länger der Kragarm wird. Bei dieser Untersuchung muß die stärkste überhaupt befahrbare Krümmung zugrunde gelegt werden. Um vom Führerstand nicht zu weit entfernt zu sein, wird der Magnet an dem ersten Drehgestell befestigt. Der Wagenkasten verjüngt sich in der Regel nach vorne, daher ist eine Kragarmkonstruktion an dem vorderen Ende des Drehgestells unausführbar. Der Magnet muß am rechten hinteren Rahmenende des Drehgestells seinen Platz finden. Ebenso wie bei den Lokomotiven ist auch hier darauf zu achten, daß sich in unmittelbarer Nähe des Magneten keine größeren Eisen-

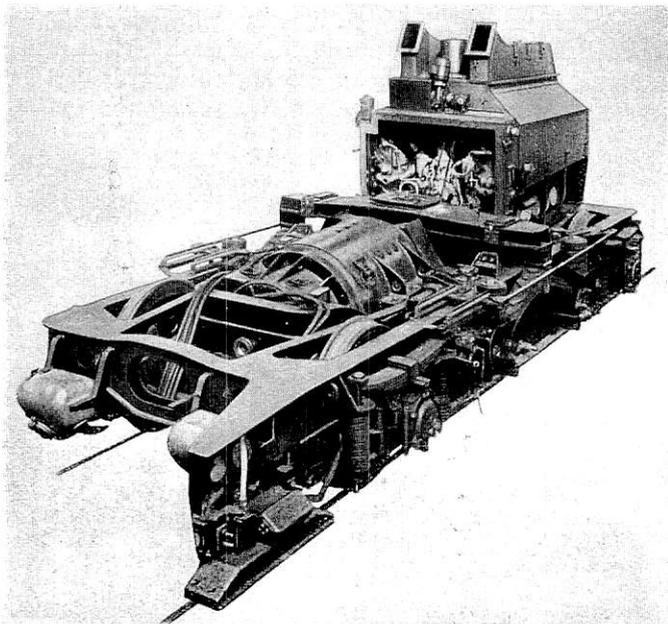


Abb. 7. Fahrzeugmagnetaufhängung am Drehgestell eines Dieselschnelltriebwagens, Bauart Köln.

massen befinden. Soll an dieser Stelle die äußere Verkleidung sehr weit heruntergezogen werden (Schürze), so kann es erforderlich sein, sie in diesem Teil aus Leichtmetall anzufertigen.

Dadurch daß für den Fahrzeugmagneten eine recht genaue Seiten- und Höhenlage gefordert werden muß, ist seine Unterbringung für den Konstrukteur schwierig. In der Anordnung der übrigen Teile ist man freier. Für diese bestehen keine festen Forderungen, aber Wünsche. Zunächst sollen die Teile nicht einer allzu großen Wärme ausgesetzt werden und außerdem gut zugänglich sein, damit die Nachprüfung, Einstellung und eine etwaige Auswechslung der einzelnen Teile möglichst einfach wird. Andererseits dürfen die Zugbeeinflussungsteile die Zugänglichkeit zu anderen Lokomotiveinrichtungen nicht versperren. Läßt es sich jedoch nicht vermeiden, daß bei irgendwelchen Ausbesserungsarbeiten an der Lokomotive Zugbeeinflussungsteile abgenommen werden, dann muß das Herauslösen dieses Teils aus der Gesamtanordnung sehr einfach sein. Ohne die Gefahr einer Beschädigung und ohne die Gefahr einer Verschaltung muß nach Beendigung der Ausbesserung der ursprüngliche Zustand in kurzer Zeit wiederherstellbar sein. Dies

wird erreicht durch kräftig gebaute Steckanschlüsse, die eine stets richtige Leitungsverbindung sicherstellen (Textabb. 8).

Die Energie zum Betrieb der Zugbeeinflussung wird von der Energiequelle des Triebfahrzeugs geliefert. Der Bedarf ist so gering, daß er gegenüber der Triebleistung gar nicht ins Gewicht fällt. Allerdings muß sowohl bei Dampflokomotiven wie bei elektrischen und Dieseltriebfahrzeugen eine Umformung stattfinden, da für die Zugbeeinflussung eine Gleichspannung und drei Wechselspannungen verschiedener Frequenz zur Verfügung stehen müssen. Auf den Dampflokomotiven wird die Gleichspannung des vorhandenen Beleuchtungsturbogenerator mitbenutzt. Die Leistung der hier verwendeten Dampfturbinen ist groß genug, um außer dem zusätzlichen Gleichstrom auch die erforderlichen Wechselströme zu erzeugen. Da die Drehzahlkonstanz der Turbine der geforderten Frequenzkonstanz der Wechselspannungen entspricht, ist der Wechselstromerzeuger mit der Turbinenwelle direkt gekuppelt. Die Unterbringung dieses Aggregats mit seinen Anschlüssen ist trotz der Vergrößerung nicht besonders schwierig. Anfänglich wurden die Wechselstromerzeuger fliegend angeflanscht, so daß sogar eine Änderung des Konsolträgers nicht notwendig war. Später erwies es sich aber als zweckmäßig, von der fliegenden Anordnung abzugehen und

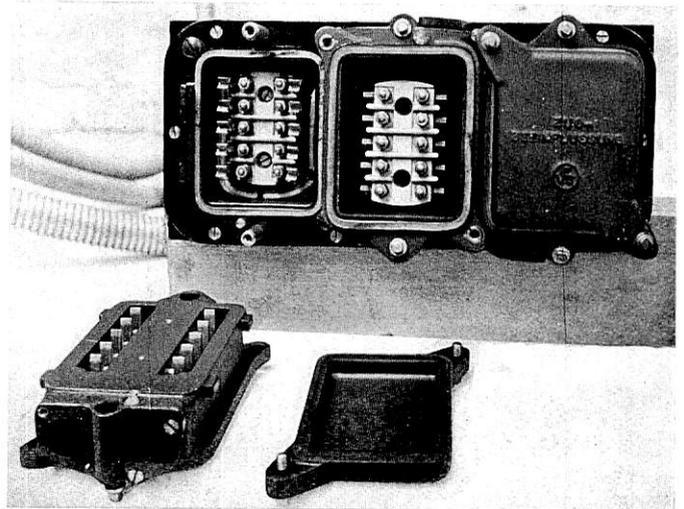


Abb. 8. Ausbildung der Steckanschlüsse auf Dampflokomotiven.

eine vergrößerte Konsole aufzubauen. Bei den verkleideten Lokomotiven muß das Aggregat innerhalb der Verkleidung Platz finden. Vor oder neben der Rauchkammer ist genügend Raum vorhanden. Jedoch muß für ausreichende Lüftung gesorgt werden, damit die elektrischen Teile nicht zu warm werden.

Auf den nicht mit Dampf betriebenen Fahrzeugen schließt sich die Zugbeeinflussung an die vorhandene Fahrzeugbatterie an. Diese muß mit ihren Ladeeinrichtungen so bemessen sein, daß sie die zusätzliche Leistung noch übernehmen kann. Da solche Batterien je nach ihrem Ladezustand sehr verschiedene Spannungen aufweisen, sind besondere Maßnahmen nötig, die die Erzeugung einer Gleichspannung von besserer Konstanz und der drei Wechselspannungen mit großer Frequenzgenauigkeit sichern. Dadurch wird die Stromversorgungsanlage für die Zugbeeinflussung auf den nicht mit Dampf betriebenen Fahrzeugen etwas größer. Ein Kohledruckregler üblicher Bauart sorgt zunächst für eine gleichbleibende Spannung. An diese wird ein Gleichstrommotor gelegt, dessen Drehzahl ein besonderer Fliehkraftregler konstant hält. Dieser Motor treibt den Wechselstromerzeuger für die drei Frequenzen und einen Gleichstromgenerator an, wenn die Batteriespannung eine

andere ist als die für die Zugbeeinflussungseinrichtungen vorgesehenen 24 Volt (Textabb. 9).

Zur Nachprüfung des ordnungsmäßigen Arbeitens der Zugbeeinflussung läuft während der Fahrt ein besonderer Kontrollstreifen ab, auf dem die verschiedenen Beeinflussungsvorgänge aufgezeichnet werden. Diese Schreibeinrichtung ist mit dem Geschwindigkeitsmesser verbunden, der dadurch mehr Platz beansprucht. Er muß außerdem gut zugänglich

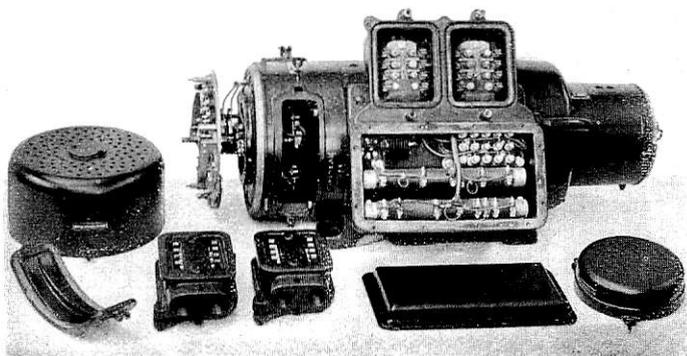


Abb. 9. Umformer für Wechselstrom- und Gleichstromerzeugung.

sein, damit das Auswechseln der Schreibstreifen einfach ist (Textabb. 10). Der Antrieb zu diesem Geschwindigkeitsmesser mit Schreibstreifen ist gegenüber dem sonst üblichen geändert. Bei den alten Geschwindigkeitsmessern ändert sich die Drehrichtung der Antriebswelle je nach der Fahrrichtung des Fahr-



Abb. 10. Schreibender Geschwindigkeitsmesser mit Schauzeichen auf Einheitslokomotive 03.

zeugs. Der Zeiger des Wirbelstrominstruments schlägt daher je nach der Fahrrichtung nach links oder rechts aus. Die Weiterbewegung des Schreibstreifens darf jedoch immer nur gleichgerichtet sein. Es ist daher ein Wendegetriebe notwendig, damit unabhängig von der Drehrichtung der Achse der Schreibstreifen immer in der gleichen Richtung bewegt wird. Dieses Wendegetriebe befindet sich unmittelbar neben der Achse. Der feststehende Teil muß besonders gestützt werden, da die Antriebswelle und ihr Schutzschlauch diese Aufgabe nicht übernehmen können. Bei Dampflokomotiven sind diese Haltekonstruktionen nicht ganz einfach auszubilden. In der Regel

wird hierzu ein besonderes Stützgestänge oder eine sogenannte Stützstange genommen (Textabb. 6). Da die Zugbeeinflussung die Einhaltung bestimmter Höchstgeschwindigkeiten sicher stellen soll, befindet sich in dem Geschwindigkeitsmesser in der Regel eine besondere Geschwindigkeitsprüfeinrichtung. Der Raumbedarf für diese zusätzliche Einrichtung ist unwesentlich.

Die Relais der Zugbeeinflussung und die zur Verbindung mit der Bremse erforderlichen Ventile sind kleine Bauteile. Da es sich jedoch um eine größere Zahl von Relais handelt, werden sie in einem flachen Kasten zusammengefaßt und mit den Ventilen verbunden (Textabb. 11). Auf gute Zugänglichkeit ist auch hier Wert zu legen, da die Einstellung der Relais und die Reinigung der Kontakte sehr sorgfältig vorgenommen werden müssen.

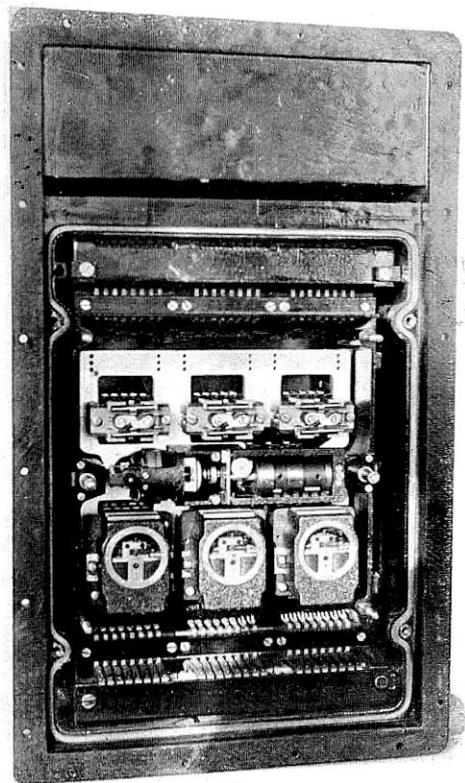


Abb. 11. Apparatekasten für Dampflokomotiven.

Lokmagnet, Stromversorgung, Geschwindigkeitsmesser, Relais, Ventile usw. können nicht an einer Stelle des Fahrzeugs untergebracht werden, wenn die verschiedenen Anforderungen erfüllt werden sollen, die an die einzelnen Teile zu stellen sind. Es sind daher Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Bauteilen notwendig. Dies sind Rohrleitungen für die Luftbauteile und Drahtverbindungen für die elektrischen Einrichtungen.

Über die zweckmäßige Anordnung von Luftrohren auf Lokomotiven lagen lange Erfahrungen vor, während über die beste Art der Verlegung elektrischer Leitungen auf Dampflokomotiven nur wenig bekannt war, da die elektrische Beleuchtung auf Lokomotiven erst verhältnismäßig spät eingeführt wurde. Es stellte sich jedenfalls heraus, daß die bisher für die Verlegung der Beleuchtungsleitungen übliche Methode auf schnellfahrenden Dampflokomotiven für die Zwecke der Zugbeeinflussung völlig unbrauchbar war. Es werden daher jetzt auf Dampflokomotiven an Stelle einzelner Leitungen be-

sondere Gummikabel in Schutzrohren verlegt. Diese Gummikabel enthalten Kupferlitze von 1,5 bis 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt in 5 bis 16 Adern. Zu einem weiteren Schutz gegen Beschädigung legt man um die Kabel, bevor sie in die Schutzrohre eingezogen werden, starke Wendeln aus verzinktem Eisendraht. Da die Teile einer Lokomotive teils durch die Elastizität der Verbindungsglieder teils durch die verschiedene Erwärmung Bewegungen gegeneinander ausführen, ist das Schutzrohr an den Übergangsstellen durch einen biegsamen Metallschutzschlauch üblicher Bauart ersetzt. Dieser bewegliche Metallschutzschlauch gestattet auch ein bequemes Lösen der Steckverbindungen an den Trennstellen. Bei kurzen Verbindungen fehlt das Schutzrohr, das Kabel wird dann von Stecker zu Stecker mit Metallschlauch geschützt.

Die Verbindungsleitungen der Zugbeeinflussung auf den elektrischen Lokomotiven und den Dieseltriebwagen werden ebenso verlegt wie die sonstigen elektrischen Leitungen. Die Zahl der Leitungen ist bei diesen Fahrzeugen etwas größer, da

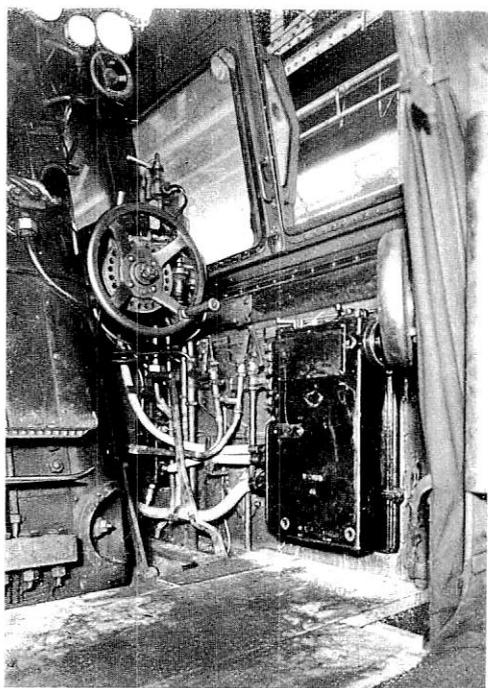


Abb. 12.

Apparatekasten im Führerstand der Einheitslokomotive 03.

es sich hier in der Regel um Fahrzeuge mit zwei Führerständen handelt. In einem solchen Fall werden einzelne Teile doppelt vorgesehen. Es muß dann auf jeder Längsseite des Fahrzeugs ein Fahrzeugmagnet und auf jedem Führerstand die Möglichkeit vorhanden sein, die vorgeschriebenen Bedienungsabläufe zu bewirken. Da auf jedem Führerstand ein besonderer Geschwindigkeitsmesser steht, der aber in der Regel nicht mit dem andern korrespondiert, wird auch die Geschwindigkeitsprüfeinrichtung verdoppelt, damit der Fahrzeugführer bei etwaigen Unterschieden in der Geschwindigkeitsanzeige der beiden Messer bei der Beachtung der im Zugbeeinflussungsprogramm vorgesehenen Prüfgeschwindigkeiten nur den Messer auf dem jeweils vorderen Führerstand zu beachten braucht. Der Prüfstreifen mit den Aufzeichnungen der Zugbeeinflussung ist in einem solchen Fall nur mit einem Geschwindigkeitsmesser verbunden, da die Geschwindigkeitsanzeige auf dem Schreibstreifen infolge des kleinen Maßstabes nicht sehr genau sein kann und die tatsächlichen Unterschiede zwischen verschiedenen Messern im allgemeinen nur klein sind. Müssen bei den Triebwagen die Zugbeeinflussungsleitungen

über die Kupplungen zwischen zwei Wagen geführt werden, dann ist vorzusorgen, daß die Übergangswiderstände an den Kupplungspunkten sehr klein bleiben.

Über dem Geschwindigkeitsmesser befinden sich auf den Dampflokomotiven die Schauzeichen, sie sind aus konstruktiven Gründen mit seiner Grundplatte fest verbunden und liegen damit dauernd gut im Blickfeld des Lokomotivführers (Textabb. 10). Auf den Fahrzeugen mit Führerstandstischen sind die Schauzeichen mit der Platte verbunden, auf der die drei verschiedenen Bedienungstasten (Wachsamkeitstaste, Befehlstaste und Freitaste) vereinigt sind. Auf den Dampflokomotiven lassen sich die Tasten unmittelbar an dem Apparatekasten befestigen, sie liegen hier sowohl konstruktiv wie für den Bediener sehr günstig (Textabb. 12). Hier befinden sich auch die Hupe und ein Spannungsmesser. Auf den elektrischen Fahrzeugen werden diese Teile für sich auf jedem Führerstand getrennt von den übrigen Einrichtungen an irgendeiner geeigneten Stelle befestigt, da hier im Gegensatz zu den Einrichtungen auf Dampflokomotiven die Gefahr einer Beschädigung der Verbindungsleitungen nicht so groß ist.

### B. Unterhaltung und Betrieb.

Die induktive Zugbeeinflussung bringt dem Konstrukteur eine Reihe von neuen Forderungen, andererseits ist aber auch Unterhaltung und Betrieb gezwungen, sich auf diese neue Einrichtung einzustellen.

Die Oberbauunterhaltung wird durch den auf den Schwellen befestigten Gleismagneten wenig behindert. Die Nachprüfung der richtigen Höhen- und Seitenlage bietet den Rotten keine Schwierigkeiten. Die Genauigkeit, mit der heute die Gleise verlegt und hergerichtet werden, ist so groß, daß zu prüfen wäre, ob nicht die z. Z. für die Gleismagnetlage zugelassene Toleranz von  $\pm 10$  mm etwas eingeschränkt werden kann. Die Nachprüfung des elektrischen Teils bringt dem hierfür in Betracht kommenden Signalwerkführer nichts wesentlich Neues. Die Reinigung des Flügel- oder Scheibenstromschließers ist bei den Zugbeeinflussungskontakten die gleiche wie bei den sonstigen Kontakten. Nur soll beachtet werden, daß während der Vorbeifahrt eines Zuges im Augenblick, in dem sich der Fahrzeugmagnet über dem Gleismagneten befindet, bei geöffnetem Kontakt zwischen den beiden Kontaktfedern hohe Induktionsspannungen entstehen, die ein Berühren nicht ratsam erscheinen lassen.

Falls bei ungünstigen Umständen die Signale nicht in die Endlage kommen und dabei unbestimmte Signalbilder entstehen, so sollen die Stromschließer eine solche Stellung einnehmen, daß einerseits der Gleismagnet die Züge nicht unnötig abbremst, andererseits aber seine Wirkung überträgt, wenn das Bild einer Haltlage des Signals im Stellwerk entsprechen könnte. Daher sind die Winkelwege genau festgelegt, innerhalb deren die Kontakte geöffnet oder geschlossen sein müssen. Besondere Lehren ermöglichen für die verschiedenen Bauarten der Flügel- und Scheibenstromschließer eine bequeme Nachprüfung der richtigen Wirkungsweise.

Eine auf jeder Strecke in der Regel jährlich einmal stattfindende Fahrt mit einem Gleiskraftwagen, in dem eine Gleismagnetprüfeinrichtung eingebaut ist, soll die richtige Wirksamkeit des Gleismagneten feststellen. Die hierbei vorgenommene etwas grobe Prüfung wird in Zweifelsfällen ergänzt durch eine genauere Messung mit einem tragbaren Gleismagnetprüfgerät, das unmittelbar auf den Gleismagneten unter Beachtung einer hierfür vorgesehenen Anschlagleiste aufgesetzt wird (Textabb. 13). Gleiche Geräte werden auch bei der Abnahme der Gleismagnete in den Lieferwerken benutzt. Eine größere Genauigkeit für die Prüfung durch den Kraftwagen wird noch erstrebt, gleichfalls eine Verbesserung des Abnahmevorgangs. Das tragbare Gerät

dagegen soll vereinfacht werden und möglichst zahlreich vorhanden sein. Es soll dann in der Hauptsache dazu dienen, nach baulichen Veränderungen an den Signalen die richtige Anschaltung eines Gleismagneten nachzuprüfen, da bei Umbauarbeiten, Signalversetzungen usw. ein fehlerhafter Anschluß

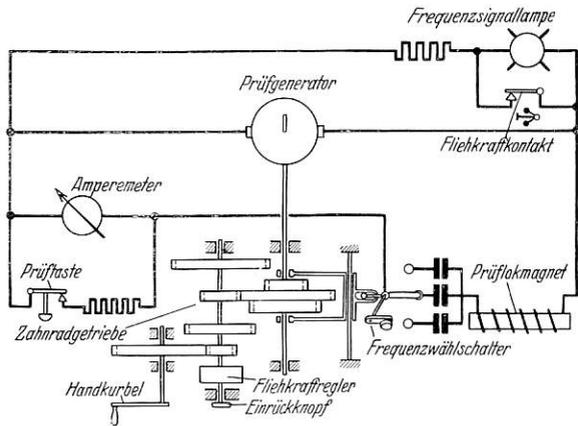


Abb. 13. Schaltbild des Gleismagnetprüfgerätes.

gelegentlich vorkommt und nicht sofort bemerkt wird. Dieses tragbare Gerät würde dann leichter und billiger sein als das bisherige.

Wird ein Gleismagnet als nicht einwandfrei befunden, so ist der Fehler einzugrenzen und die Fehlerursache zu ermitteln. Diese bestehen meist in Schaltfehlern am Flügelstromschließer, im Klemmenkasten oder in den Verteilern, hin und wieder auch in Mängeln der Anschlußkabel.

Die Überwachung der Fahrzeugeinrichtung ist etwas schwieriger. Hier ist zunächst das richtige Verhalten der Fahrzeugführer bei einer Fahrt zu überprüfen. Es wird verlangt, daß er vor Beginn der Fahrt seine Einrichtung einschaltet, eine Prüfbremmung herbeiführt und während der Fahrt die richtigen Bedienungshandlungen vornimmt (Drücken der Wachsamkeits- oder Befehlstaste, Ermäßigung der Geschwindigkeit an den Prüfstellen usw.). Nach anfänglichen Versuchen, diese Überprüfung mit Hilfe von Zählern unter Mitwirkung von Zugführern und stationärem Personal durchzuführen, ist man dazu übergegangen, diese Überwachung einem mitlaufenden Schreibstreifen zu übertragen, der nicht allein die oben erwähnten Prüfungen übernimmt, sondern auch in der Lage ist, bei etwa auftretenden Störungen, die sowohl von der Strecke wie von der Fahrzeugeinrichtung verursacht sein können, die Fehlererkennung außerordentlich zu erleichtern. Da dieser Schreibstreifen in Abhängigkeit vom Weg auch die Geschwindigkeit der Lokomotive aufzeichnet, ferner erkennen läßt, welche Vorsignale in Warnstellung angetroffen wurden, wo Langsamfahrstellen beachtet werden mußten, wo ein Signal auf Befehl überfahren wurde, so ist es einleuchtend, daß ein solcher Schreibstreifen nicht allein seine Aufgabe als Überwacher der Zugbeeinflussung erfüllt, sondern darüber hinaus auch bei Verfolgung anderer Unregelmäßigkeiten, bei Widersprüchen zwischen den Angaben von Bediensteten und ähnlichen Vorkommnissen eine gute Hilfe sein kann. Textabb. 14 gibt eine Zusammenstellung charakteristischer Fälle. (Die Aufzeichnungen sind von rechts nach links zu lesen.)

Wenn die Fahrzeugführer gut unterrichtet sind und die

Anlagen einwandfrei arbeiten, genügt eine gelegentliche Nachprüfung eines solchen Streifens durch die Aufsichtsstellen, um mit sehr großer Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, daß die Anweisungen von den Fahrzeugführern genau befolgt werden. Erfahrungsgemäß brauchen die Fahrzeugführer eine gewisse Zeit, um mit den Anlagen vertraut zu sein. In dieser Zeit müssen die Streifen häufig durchgesehen werden, um bei etwaigen Fehlern sofort für die Abstellung der Mängel zu sorgen. Sollten jedoch bei Lokomotivführern auch nach längerer Gewöhnung die Fehler wie Unterlassen der Einschaltung und Prüfbremmung oder Vergessen der Wachsamkeitshandlung nicht verschwinden, so scheint damit bewiesen, daß bei diesen ein bestimmter Mangel an dauernder Konzentrationsfähigkeit vorliegt und die Aufmerksamkeitsorgane nicht ausreicht. Sie können im übrigen sehr tüchtig sein und vielleicht auch für kurze Zeit sehr aufmerksam und unabgelenkt arbeiten, bei denen aber nach längerer Zeit meist als Folge einer gewissen Eintönigkeit der Handlungen und Ereignisse die Gefahr einer Ablenkung eintritt. Da eine Ablenkung des Fahrzeugführers nur in sehr seltenen Fällen zu einem Unfall führt, bleibt eine solche Eigenschaft häufig unbekannt. Die Aufschreibungen der Zugbeeinflussung schaffen hier eine einfache dauernde Überwachung. Damit wird eine Grundforderung erfüllt, die die Deutsche Reichsbahn an Zugbeeinflussungseinrichtungen gestellt hat: Das Vorhandensein einer Zug-

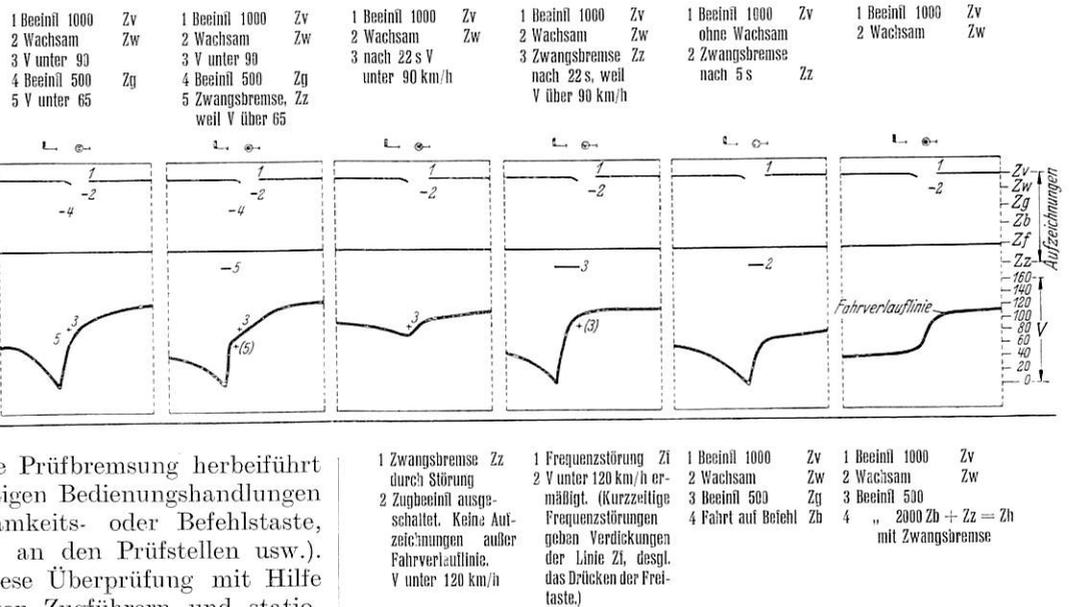


Abb. 14.

Aufzeichnungen der induktiven Zugbeeinflussung.

beeinflussung, die dem Fahrzeugführer selbstverständlich das Gefühl einer größeren Sicherheit gibt, soll auf keinen Fall für ihn die Veranlassung sein, in seiner Aufmerksamkeit nachzulassen, sondern im Gegenteil bewirken, daß er den erhöhten Geschwindigkeiten entsprechend seine Aufmerksamkeit noch verstärkt.

Es ist daher wichtig, daß der Geschwindigkeitsmesser mit Schreibvorrichtung in Ordnung ist. Die Erfahrungen der letzten

Jahre haben hier eine Reihe von kleinen und größeren Verbesserungen gebracht. Besonders die anfänglich häufigen Brüche der biegsamen Antriebswellen sind wesentlich seltener geworden. Der Bruch einer solchen Welle beeinträchtigt im übrigen nicht allein die Aufschreibungen auf dem Prüfstreifen, sondern auch die Geschwindigkeitsüberwachung der Zugbeeinflussung, da der Geschwindigkeitsmesser jetzt die Geschwindigkeit Null anzeigt. Der Zwang zur Wachsamkeitsbehandlung an Vorsignalen und Lf 1-Signalen als das wichtigste sowie das absolute Halt am Halt zeigenden Hauptsignal bleibt jedoch bestehen. Die Zugbeeinflussung gilt daher auch beim Bruch der biegsamen Welle zum Geschwindigkeitsmesser noch als in Betrieb befindlich, so daß die Höchstgeschwindigkeit in einem solchen Fall nicht auf 120 km/Std. herabgesetzt zu werden braucht.

Arbeitet die Zugbeeinflussungsanlage einwandfrei und wird sie richtig bedient (Einsetzen der Schreibstreifen, Einschalten, Wachsamkeitsbehandlung usw.), dann ist die entstehende Mehrarbeit für alle beteiligten Stellen unbedeutend. Diese beiden Voraussetzungen müssen allerdings vorhanden sein. Daher sind gute Unterrichtung der Bediensteten und eine gute Unterhaltung der Anlagen das Allerwichtigste. Die Zeit hierfür muß aufgebracht werden. Bei der Unterhaltung der Anlagen muß sehr große Sorgfalt verlangt werden. Hier steht im Mittelpunkt als das Herz der Einrichtung die Energiequelle. Der Wechselstromerzeuger mit seinen drei Kreisen von 500, 1000 und 2000 Hz verlangt eine sehr große Drehzahlkonstanz, da sonst die Ansprechfähigkeit der Einrichtung beeinträchtigt ist. Die Maschine ist in ihrem elektrischen Teil robust, nicht zu übersehen ist aber dabei, daß auf einer Lokomotive die mechanische Beanspruchung der Kugellager sehr viel größer ist als bei ähnlichen ortsfesten Maschinen, da die Erschütterungen während der Fahrt eine ungünstige Wirkung auf die Lager haben, ganz besonders wenn der Generator während der Fahrt nicht läuft. Große Genauigkeit der Lager ist daher dringend erforderlich. Besondere Aufmerksamkeit erfordern die Einrichtungen, die die Drehzahl konstant halten sollen. Dies ist bei Dampflokomotiven der Regler der Dampfturbine. Ein direkt wirkender Fliehkraftregler mit Federbelastung überträgt die Bewegung der Reglergewichte unmittelbar auf den Reglerschieber. Durch sorgfältig ausgewählte Werkstoffe ist hier ein Regler geschaffen, der in ausgezeichnete Weise bei 8 bis 16 atü Dampfdruck und bis zur Höchstlast die Drehzahl auf  $\pm 1\%$  über eine lange Zeit konstant hält. Nach längerer Betriebszeit geht die Drehzahl etwas zurück, sie läßt sich aber in einfacher Weise wieder auf den Sollwert bringen. Häufiger ist Schieber und Buchse des Reglers zu reinigen, da mit dem Dampf mitgerissene Unreinigkeiten das glatte Spiel des Schiebers stören. Dies ist die wichtigste Unterhaltungsarbeit. Wird sie regelmäßig ausgeführt, sind keine Störungen zu erwarten.

Dem Lokomotivführer wird eine falsche Drehzahl mit Hilfe von besonderen Drehzahlüberwachungskontakten, durch Erlöschen des blauen Merkzeichens und durch ein Zischen einer Luftpfeife angezeigt. Er darf in einem solchen Fall nicht schneller als 120 km/Std. fahren und hat die Unregelmäßigkeit auf dem vorgesehenen Meldezettel dem Betriebswerk sofort anzuzeigen. Bei einer älteren Bauart ohne Drehzahlüberwachungskontakte führte eine falsche Drehzahl zu einer Zwangsbremmung, um den Lokomotivführer auf den Fehler in der Einrichtung aufmerksam zu machen. Hiervon ist man wieder abgegangen, da dies eine unnötige Betriebsbehinderung bringt, besonders wenn es sich nur um eine kurzzeitige Störung handelt wie z. B. beim Wasserschlucken der Turbine. Die Aufzeichnungen des Schreibstreifens geben zuverlässige Auskunft darüber, ob das Verhalten des Lokomotivführers richtig war, so daß ein Übersehen oder Nicht-

beachten der sich zweifach anzeigenden Drehzahlstörung nicht zu erwarten ist.

Auf elektrischen Fahrzeugen und den Dieseltriebwagen, wo Dampf nicht zur Verfügung steht, haben wir den bereits erwähnten Kohledruckregler zur Spannungsgleichhaltung und einen Fliehkraftkontakt zur Drehzahlreglung. Der Spannungsregler braucht kaum Wartung, der Fliehkraftkontakt ist häufiger zu reinigen. Die richtige Drehzahl wird hier wie bei den Dampflokomotiven durch besondere Überwachungskontakte geprüft, die gleichfalls als Fliehkraftkontakte arbeiten und auf lange Zeit unverändert bleiben, da sie nur sehr gering beansprucht sind. Die gewünschte große Drehzahlgenauigkeit verlangt naturgemäß sehr genaue Meßmittel. Hierbei werden verwendet Handdrehzahlmesser, Zungenfrequenzmesser, Zeigerfrequenzmesser, Frequenzmeßbrücken und Stimmgabeln. Viele dieser Meßmittel haben von vorneherein nicht die erforderliche Genauigkeit, ein Teil verliert sie im Laufe der Zeit und durch die Beanspruchung des Betriebs. Eine regelmäßige Prüfung dieser Meßmittel auf ihre Genauigkeit ist daher wichtig.

Alle empfindlichen Zugbeeinflussungsteile sind staub- und wasserdicht gekapselt, einzelne Teile sogar mehrmals. Das Vorhandensein dieses Abschlusses muß daher regelmäßig nachgeprüft werden. Trotzdem bildet sich auch innerhalb der Teile Staub, der vorsichtig zu entfernen ist, da sonst Kontaktstörungen auftreten können. Da fast alle Bauteile mit beweglichen Kontakten leicht auswechselbar sind, ist beabsichtigt, diese Teile in regelmäßigen Zeiträumen auf besonderen Prüfständen zu untersuchen. Es soll versucht werden, alle Bauteile auch in elektrischer Hinsicht unter sich so gleich zu bauen, daß bei einem Austausch eine neue Einstellung oder Abstimmung nicht mehr notwendig ist. Die z. Z. erforderliche Nachprüfung der Abstimmung nach Auswechslung von Bauteilen ist ziemlich zeitraubend, auch die Neueinstellung der Abfallwerte bei den Hauptrelais verlangt besondere Sorgfalt.

Die Luftbauteile müssen ebenfalls auf Dichtigkeit geprüft werden, Luftverluste beanspruchen den Luftvorrat unnötig. Verschmutzungen der Ventile können die richtige Wirkung der gesamten Anlage in Frage stellen. Die regelmäßige Probekontrolle beim Verlassen des Bahnbetriebswerks soll das einwandfreie Arbeiten der Luftbauteile sicherstellen. Außer der Entfernung eingedrungener Unreinigkeiten ist die Nachstellung der von Magneten gesteuerten Ventile erforderlich, da die Ventildichtungsmembran nach einiger Zeit etwas eingedrückt wird. Die Ventilmembran besteht aus ölfestem Kunstgummi und behält infolgedessen lange Zeit ihre Dichtwirkung. Auch ein Quellen ist ausgeschlossen.

Äußerlich ist nachzuprüfen, ob der Fahrzeugmagnet die vorgeschriebene Lage hat. In seiner Seitenlage können durch den Betrieb keine Veränderungen vorkommen, jedoch die Höhenlage kann sich geändert haben, sei es durch die Abnutzung der Radreifen oder durch Arbeiten an der Federung. Der Magnet muß eine solche Lage haben, daß er während der Fahrt bei Schwankungen oder in Kurven auf keinen Fall höher als 195 mm über SO. liegt, da sonst das Ausbleiben der Übertragung beim Zusammentreffen mit anderen ungünstigen Umständen nicht ausgeschlossen ist. Andererseits soll der Magnet während der Fahrt nicht tiefer als 135 mm über SO. sein, da sonst bei einer Übertragung auf einen Lokomotivkreis auch der Lokomotivkreis der Nachbarfrequenz zu stark geschwächt werden könnte, wenn auch hier wieder sonstige ungünstige Umstände gleichzeitig zusammentreffen. Dieser Fehler wäre zwar nicht schlimm, da er nach der sicheren Seite wirkt, doch bringt er unerwünschte Betriebsbehinderungen. Der Fahrzeugmagnet ist daher verstellbar angeordnet. Er kann damit so eingestellt werden, daß diese beiden Grenzwerte während einer Fahrt niemals überschritten zu werden brauchen. Dies wird

man in der Regel erreichen, wenn man den Magneten während des Fahrzeugstillstandes eine Höhe von 175 mm über SO gibt. Einzelheiten über Unterhaltung, Abstimmung und Einstellung sind in einem vorläufigen Merkbuch für die Unterhaltungsbediensteten zusammengefaßt.

Die Reichsbahnausbesserungswerke müssen mit den in den Bahnbetriebswerken notwendigen Arbeiten ebenso vertraut sein. Sie müssen aber darüber hinaus bei größeren Ausbesserungen an Fahrzeugen auch die Teile der Zugbeeinflussung voneinander trennen und mit ihren Befestigungsteilen von dem Fahrzeug abnehmen. Bei den Dampflokomotiven ist dies infolge der vorgesehenen Steckverbindungen nicht schwierig. Jedoch ist nicht zu übersehen, daß in diesem getrennten Zustand die Steckverbindungen sehr empfindlich sind. Sie können bei unsachgemäßer Behandlung und Lagerung nicht nur stark verschmutzen, sondern auch so beschädigt werden, daß der sichere Stromübergang an den Steckkontakten in Frage gestellt wird. Stark gefährdet sind die Teile auch, wenn sie unverpackt oder ungenügend verpackt transportiert werden. Die sorgfältige Behandlung aller Teile beim Abbau, bei der Beförderung, bei der Lagerung und beim Wiederaufbau kann sehr viel zeitraubende Fehlersucharbeit bei der Abschlußprüfung ersparen. Textabb. 15 zeigt einen Versuch zur Lagerung von Zugbeeinflussungsteilen, der sich nicht bewähren wird. Hier stehen wir jedoch noch an einem Anfang, da bisher nur wenige Ausbesserungswerke Zugbeeinflussungslokomotiven zu betreuen hatten. Die stark anwachsende Zahl der Zugbeeinflussungsfahrzeuge erfordert nun die Mitarbeit auch anderer Werke. Es wird versucht werden, die Arbeits-, Untersuchungs- und Prüfungsverfahren so auszubilden, daß sie sich den bereits jetzt üblichen Methoden so weit wie nur irgend möglich anpassen. Auch die Ersatzteilbewirtschaftung soll grundsätzlich genau so gehandhabt werden wie bei allen übrigen Teilen der Fahrzeuge. Eine weitere Vereinheitlichung wird sehr zur Erleichterung aller dieser Arbeiten beitragen, doch wird noch geraume Zeit vergehen, bis die Einheitsform völlig festliegt. Es wird daher auch jetzt noch immer nötig sein, einen Teil der Apparaturen, die als schadhaft erkannt werden, zur Wiederherstellung zu den Lieferwerken zu schicken. Dies ist bedauerlicherweise häufig sehr zeitraubend, da die Lieferwerke auf Wiederherstellungsarbeiten weniger eingerichtet sind. Die Werke lernen jedoch bei diesen Arbeiten am besten, was noch verbesserungsfähig ist. Später sollen alle Wiederherstellungsarbeiten auch in eigenen Werken ausgeführt werden können.

Nachdem vor einer Reihe von Jahren als das Ergebnis umfangreicher Versuche festgestellt wurde, daß das System der

induktiven Zugbeeinflussung betrieblich und technisch geeignet sei, die Forderungen der Deutschen Reichsbahn an eine solche Schutzeinrichtung zu erfüllen, hat sich die Arbeit der letzten Jahre darauf beschränkt, den Bauteilen dieser Zugbeeinflussung eine solche Form zu geben, die betriebssicher arbeitet und bei der nur einfache und geringe Unterhaltungsarbeiten entstehen. Hier sind wesentliche Erfolge erzielt worden, teils durch den Wettbewerb der beteiligten Firmen — Vereinigte Eisenbahnsignalwerke, Lorenz, und Knorr-Bremse — teils durch allgemeine technische Fortschritte und neue Erkenntnisse z. B. auf dem Gebiet kleiner Trockengleichrichter. Dieses

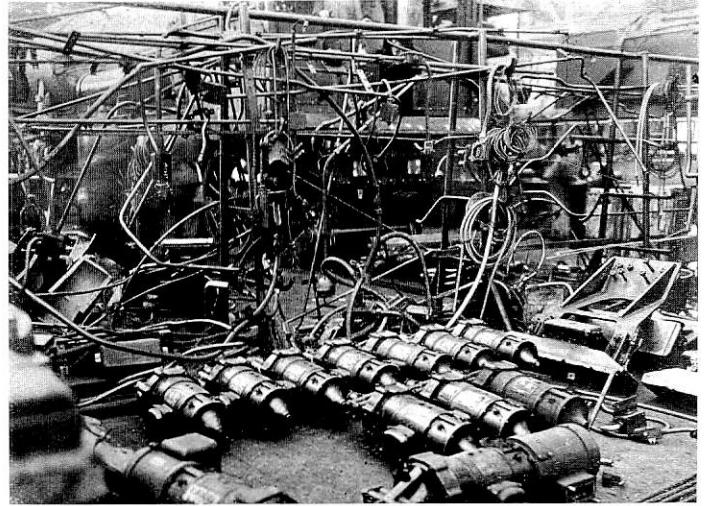


Abb. 15. Zugbeeinflussungsteile.

Stadium ist noch keineswegs abgeschlossen, wenn auch die erste stürmische Entwicklung vorbei ist. Nicht jede Änderung war dabei eine Verbesserung und Rückschläge blieben nicht aus, doch das Urteil der Fahrzeugführer und Unterhaltungsbediensteten geht dahin, daß man mit den Einrichtungen gut Betrieb machen kann, und die in Textabb. 2 gezeigten Zahlen beweisen es.

Nebenher werden noch Versuche angestellt, um das Betriebsprogramm etwas zu verbessern. Über die Erfolgsaussichten dieser Versuche kann noch nichts Endgültiges gesagt werden. Sie sind jedoch so in Angriff genommen worden, daß eine nachträgliche Einpassung in das jetzige Programm un schwer möglich ist.

## Schranken und Warnlichtanlagen.

Von Oberreichsbahnrat **Erwin Besser**, Dresden.

Im Jahre 1937 haben 7635 deutsche Volksgenossen als Opfer des Straßenverkehrs ihr Leben gelassen, jeden Tag 20! Wenn auch auf Bahnübergänge nur etwa 2 v. H. dieser Todesfälle entfallen, so darf die Eisenbahn doch keinesfalls müde werden, die Ursachen zu ergründen, damit auch diesen Unfällen nach Möglichkeit vorgebeugt werden kann. Das wirksamste Mittel wäre natürlich die Beseitigung aller höhen gleichen Bahnübergänge. Die Deutsche Reichsbahn besaß aber schon in ihrem früheren Verwaltungsbereich etwa 33000 beschränkte und 36000 unbeschränkte Übergänge an ihren Vollspurbahnen sowie 4000 an Schmalspurbahnen. Rechnet man hierzu die in letzter Zeit hinzugekommenen Übergänge der Bahnen in der Ostmark, im Sudetenland und Memelland, sowie die der Privatbahnen, so ergeben sich über 100000 Übergänge. Der Aufwand zu ihrer Beseitigung liegt in der Größenordnung von 20 Milliarden *R.M.* Selbst wenn diese Riesensumme aufgebracht werden könnte, so würde der

Aufwand doch im Mißverhältnis zu dem Erreichten stehen, da ja von den genannten Todesfällen nur die 2 v. H. vermieden werden würden, die sich an Bahnübergängen ereignen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Kosten, da die Unfälle im wesentlichen durch die Steigerung des Straßenverkehrs verursacht sind, von den Trägern der Wegebaukosten zu tragen wären. Daß aber diese die Mittel zur Beseitigung der Übergänge auch nur annähernd in dem Tempo zur Verfügung stellen, daß die Unfälle in absehbarer Zeit merkbar abnehmen, ist nach den bisherigen Erfahrungen kaum zu erwarten. Wenn wie bisher jährlich einige hundert Übergänge beseitigt werden, so würde es über 300 Jahre dauern, bis alle verschwunden sind. Selbst wenn man die Anstrengungen verdreifachte und jedes Jahr die Beseitigung von 1000 besonders gefährlichen Übergängen durchsetzen könnte, würden nach zehn Jahren immer noch 90 v. H. der jetzt vorhandenen Übergänge bestehen. Mit der zielbewußten Beseitigung von

Übergängen muß daher eine Steigerung der Sicherheit an der viel größeren Zahl der in absehbarer Zeit nicht wegzubringenden Übergänge Hand in Hand gehen.

Zum Schutze von Wegübergängen dienen Schranken sowie Schall- und Lichtsignale. Schallsignale haben wegen der erheblich gesteigerten Geschwindigkeit der Straßenfahrzeuge heute nur noch wenig Wert. Sie müßten, um gleich wirksam zu bleiben, wegen der viel größer gewordenen Bremswege viel weiter tragen als praktisch durchführbar ist. Schon die Durchführung der Vorschrift des Signalbuchs, das erste Pfeifsignal 5 Sek. lang zu geben, gibt ständig Anlaß zu nachdrücklichen Beschwerden von Anliegern. Vor allem aber haben Schallsignale den grundsätzlichen Nachteil, daß sie an Übergängen, die wegen benachbarter Gebäude oder anderer Sichthindernisse unübersichtlich sind, also gerade da, wo eine Warnung am nötigsten ist, am meisten geschwächt werden, so daß sie oft schon im allgemeinen Straßenlärm untergehen. Die Führer geschlossener Kraftwagen können an solchen Stellen die Läutesignale, die Führer offener Lastwagen und Kraftradfahrer wegen des Lärms des eigenen Fahrzeugs und wegen des Auspuffgeräusches oft nicht einmal die Pfeifsignale der Lokomotive auf Bremswegentfernung hören.

Da man hiernach bei der weiteren Entwicklung im wesentlichen auf Schranken und Lichtsignale angewiesen ist, soll im folgenden erörtert werden, wovon ihr Schutzwert abhängt, und wie er noch gesteigert werden kann. Als Lichtsignale kommen für Übergänge an Eisenbahnen Blinklichtsignale in Betracht. Um ein Urteil über ihren Schutzwert im Verhältnis zu dem von Schranken zu gewinnen, hat man zunächst mangels eigener Erfahrungen die amerikanische Statistik zu Rate gezogen\*) und festgestellt, wieviel Unfälle auf einen durch Schranken und einen durch Blinklicht geschützten Wegübergang entfallen, und durch Vergleich dieser Zahlen auf den Schutzwert beider geschlossen. Eine solche Schlußfolgerung wäre natürlich nur dann richtig, wenn die Zahl der Unfälle je Übergang nur oder überwiegend von der Art des Schutzes abhinge. Tatsächlich hängt sie aber in noch höherem Maße von einer ganzen Reihe anderer veränderlicher Größen ab, z. B. von der Fahrgeschwindigkeit auf Straße und Bahn, von der Übersichtlichkeit, vom Gefälle, von der Art der Fahrbahnbedecke und vor allem von der Dichte des Verkehrs. Da die Zahl der an einem Übergang zu erwartenden Unfälle etwa mit dem Produkt der auf Straße und Bahn stündlich verkehrenden Fahrten wächst, muß ein Vergleich, der die Verkehrsdichte nicht berücksichtigt, zu einer vollkommen falschen Beurteilung des Schutzwertes führen. Dies erkennt man recht deutlich, wenn man den erwähnten Vergleich auf Grund der amerikanischen Statistik auch einmal auf die ungeschützten Wegübergänge ausdehnt. Man findet dann, daß sich auf den Bahnen der Vereinigten Staaten an den durch Schranken oder Signale geschützten Übergängen im Durchschnitt über dreimal so viel Unfälle je Übergang ereignet haben wie an den ungeschützten. Aus diesem im ersten Augenblick überraschenden Ergebnis darf natürlich nicht geschlossen werden, daß Schranke und Blinklicht nachteilig sind, sondern es zeigt nur, daß man diejenigen Wegübergänge ungeschützt gelassen hat, die wegen geringer Verkehrsdichte eines Schutzes nicht bedurften.

Die Versuche, die bei der Deutschen Reichsbahn mit Warnlichtanlagen an über 100 unübersichtlichen und verkehrsreichen Wegübergängen gemacht worden sind, haben bewiesen, daß es technisch möglich ist, selbsttätig wirkende Warnlichtanlagen außerordentlich zuverlässig zu betreiben, und sie haben gelehrt, wie sie im einzelnen zweckmäßig durchzubilden sind. Der Reichsverkehrsminister hat daher am 30. Dezember 1935\*\*) Warnlichtanlagen allgemein als vollwertigen Ersatz

von Schranken anerkannt, vorausgesetzt, daß sie den auf Grund der Versuchsergebnisse gleichzeitig herausgegebenen „Bedingungen zu Ziffer 3 der Allgemeinen Bestimmungen über die Sicherung von Wegübergängen in Schienenhöhe durch Warnlichter“ entsprechen.

Die Frage, ob ein Übergang durch eine Schranke oder durch eine Warnlichtanlage wirksamer geschützt werden kann, kann endgültig erst beantwortet werden, wenn die Bedeutung des Warnlichts den Straßenbenutzern ebenso allgemein bekannt ist wie die der Schranke, und wenn über eine längere Zeit eine ausführliche, d. h. alle Einflüsse berücksichtigende Statistik vorliegt. Schon jetzt können aber auf Grund einfacher Überlegungen einige Gesichtspunkte angegeben werden, von denen der Schutzwert abhängt, auch können daraus Erkenntnisse für die zu seiner Steigerung anzuwendenden Mittel gewonnen werden.

Die Tatsache, daß der Deutschen Reichsbahn seit der starken Belegung des Kraftfahrverkehrs jeden Tag drei Schranken eingefahren werden, läßt erkennen, daß infolge der erheblich gesteigerten Bewegungsenergie der Straßenfahrzeuge und infolge der bis zur Sorglosigkeit gesteigerten Hast vieler ihrer Führer die Schranke aufgehört hat, eine wirkliche Schranke zu sein und nur mehr ein optisches Signal darstellt. Ihr Auffälligkeitwert im Straßenbild muß also so groß wie möglich gemacht werden. Aus diesem Grund ist schon seit langem ein einheitlicher Anstrich des Schrankenbaums und zwar weiß mit zwei roten Unterbrechungen eingeführt worden. Aus der charakteristischen Art dieses Anstrichs erkennt der Straßenbenutzer klar, daß er eine Bahnschranke vor sich hat; und durch die Verschiedenheit der Farben ist ebenso wie bei einem Signalflügel die Fernerkennbarkeit auch bei verschiedenem Hintergrund und auch bei Schnee sichergestellt.

Besonders wichtig ist es, für die Fernerkennbarkeit auch bei Dunkelheit zu sorgen. Hierzu muß die Schranke nicht nur stark, sondern so beleuchtet sein, daß sie möglichst viel Licht nach vorn abstrahlt. Der Führer eines Fahrzeugs erkennt die Schranke nicht an dem Licht, das aufgestrahlt wird, sondern nur an dem Teil des Lichts, das in sein Auge zurückgestrahlt wird. Das Auge des Führers bewegt sich meist in etwa 1,2 bis 1,5 m Höhe über der Straße. Der Schrankenbaum liegt etwa 1 m über ihr. Die Blickrichtung weicht also sogar kurz vor der Schranke kaum von der Waagerechten ab. Alles Licht, das von der Schranke in einem Winkel von mehr als etwa 5° nach oben abgestrahlt wird, ist für die Fernerkennbarkeit wertlos. Eine Schrankenleuchte muß daher vor allem so angebracht sein, daß von dem aufgestrahlten Licht ein möglichst großer Teil waagrecht abgestrahlt wird. Bei dem üblichen Ölfarbenanstrich wird das auftreffende Licht im wesentlichen diffus, also nach dem Lambertschen Cosinusetz zurückgestrahlt. Um den großen Einfluß der Lichtpunkthöhe auf die Fernerkennbarkeit zu zeigen, sei als Beispiel (Abb. 1a) eine 10 m lange Schranke betrachtet, die von einem 2 m vor der Schranke am Straßenrand stehenden Mast aus einmal aus 5, dann aus 2,5 m Höhe mit gleicher Lichtstärke beleuchtet wird. Jeder Punkt der Schrankenmitte empfängt dann eine gewisse Beleuchtungsstärke, die in Abb. 1b über dem Querschnitt des Schrankenbaums als Maß zwischen der Kreislinie und der Linie JKL aufgetragen ist, und zwar links für 5, rechts für 2,5 m Lichtpunkthöhe. Man sieht, daß die aufgestrahlten Beleuchtungsstärken, die aus der angenommenen Lage der Leuchte zur Schranke berechnet sind, für die beiden Lichtpunkthöhen fast gleich groß sind. Der beleuchtete Halbkreis hat nur eine andere Lage. Dagegen ergibt sich das von den einzelnen Punkten der Schrankenmitte, waagrecht nach vorn abgestrahlte Licht, das nach dem Lambertschen Gesetz zeichnerisch ermittelt ist, bei der kleineren Lichtpunkthöhe etwa 70% größer. Die waagrecht schraffierten Flächen

\*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, S. 245 und 335.

\*\*) Reichs-Verkehrsblatt 1936, Ausgabe B, Nr. 1.

zwischen Kreis und Linie MNL sind ein Maß für das waagrecht nach vorn wirksame Gesamtlicht im betrachteten Schrankenquerschnitt.

Außer der Menge des vom ganzen Schrankenbaum nach vorn abgestrahlten Lichts ist auch seine Gleichmäßigkeit von Einfluß. Da der Verkehrsraum der Straße nicht eingeschränkt werden darf, kann man die Schrankenleuchte in der Regel nur seitlich anordnen. Dies hat zur Folge, daß die vom Schrankenbaum nach vorn abgestrahlte Lichtstärke an einem

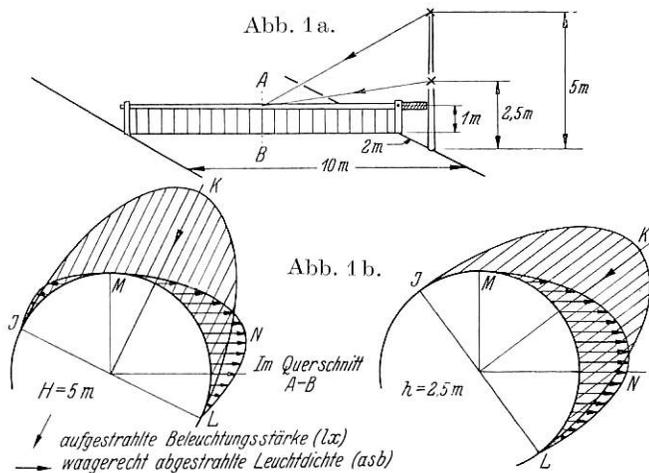


Abb. 1. Einfluß der Anbringungshöhe der Leuchte auf die Fernerkennbarkeit der Schranke. a) Anordnungsskizze, b) aufgestrahltes und waagrecht abgestrahltes Licht bei 5 m und 2,5 m Lichtpunkthöhe.

ziemlich weit seitlich gelegenen Punkte einen ausgeprägten Höchstwert hat und von diesem nach beiden Seiten stark abfällt. Es muß daher an die Schrankenleuchte selbst und an ihre Anbringung die zweite Forderung gestellt werden, daß nicht ein einzelner Punkt, sondern ein möglichst langes Stück des Schrankenbaums stärker leuchtet als der Schrankenbaum im Durchschnitt.

Drittens wird man — wenigstens für steil kreuzende Übergänge — fordern müssen, daß der Höchstwert möglichst nahe der Mitte des Schrankenbaums liegt. Wird an einem Übergang infolge einer Krümmung und eines Sichthindernisses ein Ende der Schranke wesentlich später sichtbar als die Schrankenmitte (Abb. 2), so kann eine seitliche Lage des Höchstwerts zweckmäßig sein.

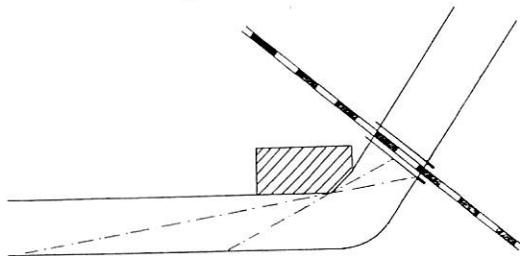


Abb. 2. Beispiel eines Übergangs, dessen Schranke am frühesten ins Auge fällt, wenn sie rechts am stärksten beleuchtet wird.

Diese Forderungen ergeben sich aus der Aufgabestellung: Gute Fernerkennbarkeit des Schrankenbaums. Da der Lichtreiz, den eine beleuchtete Fläche auf das Auge ausübt, mit dem Produkt Raumwinkel mal Leuchtdichte wächst, kann der Lichttechniker, wenn ihm die zu beleuchtende Fläche als unabänderlich gegeben ist, den Auffälligkeitwert einer Schranke nur dadurch steigern, daß er die Leuchtdichte vergrößert. Die Art der Aufgabestellung, den Schrankenbaum erkennbar zu machen, zwingt ihn also, sich abzuquälen, den bei jeder Leuchte naturgemäß kegelförmig auseinandergehenden

Lichtstrom in ein ganz schmales keilförmiges Lichtbündel zusammenzupressen, um sozusagen Stricknadeln so stark zu beleuchten, daß sie auch aus der Ferne auffallen. Stellt man dagegen dem Lichttechniker, ohne ihn an die herkömmliche Ausführungsform der Schranke zu binden, die Aufgabe, den Auffälligkeitwert der Schranke zu steigern und gibt man ihm die Möglichkeit, auch die lichttechnischen Vorbedingungen hierzu zu schaffen, so ist das Endziel in weit vollkommenerer Weise zu erreichen. Denn dann kann er auch den andern für den Lichtreiz in Betracht kommenden Faktor, die Fläche, vergrößern und dadurch den Wirkungsgrad des Lichtstroms auf ein Vielfaches steigern. Dieser Erkenntnis hat man neuerdings dadurch Rechnung getragen, daß man eine Schrankenbauform geschaffen hat, deren ganzer Behang als Fläche wirkt. Die Drähte sind durch senkrechte Blechstreifen aus Leichtmetall ersetzt, die gegen die Straßenachse schräg gestellt sind, so daß sie von den von einer seitlichen Schrankenleuchte ausgehenden Lichtstrahlen steil getroffen werden, den Wind durchlassen und von vorn gesehen eine durchlaufende leuchtende Wand bilden. Der Auffälligkeitwert einer solchen Schranke ist natürlich bei gleichem Lichtstrom der Leuchte um mehrere Hundert Prozent größer, da der Lichtstrom in unvergleichlich viel höherem Maße nutzbar gemacht wird.

All diese lichttechnischen Forderungen beziehen sich auf den Auffälligkeitwert der geschlossenen Schranke. Es bleibt noch zu erörtern, ob Wert darauf gelegt werden muß, auch ihren Auffälligkeitwert bei Beginn des Niedergehens zu erhöhen, mit anderen Worten zu ermitteln, in welchem Maße eine Minderung der Unfälle zu erhoffen ist, wenn die Schranke beim Schließen schon frühzeitig in den Lichtkegel tritt. Da es gilt, den Auffälligkeitwert der vorhandenen Schranken zu steigern, soll der Untersuchung eine Schranke der bis vor kurzem allein gebräuchlichen Bauform zugrunde gelegt werden, bei der für die Fernerkennbarkeit der Holm allein den Ausschlag gibt.

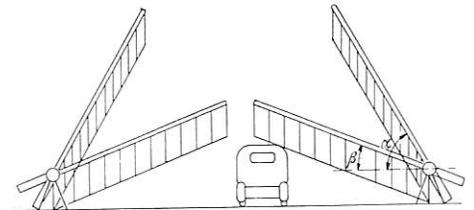


Abb. 3. Begriff „maßgebende Schließzeit“  
 $t = t_{\beta} - t_{\alpha}$ .

Der Zeitpunkt, in dem der Holm so weit in den Lichtkegel getreten ist, daß der Fahrzeugführer das Niedergehen der Schranke wahrnimmt (Abb. 3), sei  $t_{\alpha}$ , derjenige, in dem die Schranken so weit niedergegangen sind, daß die hintere Schranke die Weiterfahrt sperrt, sei  $t_{\beta}$ . Jener Teil der Schließzeit, der vergeht, während die Schranken aus der Stellung  $\alpha$  in die Stellung  $\beta$  gelangen, also  $t_{\beta} - t_{\alpha}$ , sei im folgenden kurz als „maßgebende Schließzeit  $t$ “ bezeichnet. Sie hängt außer von der Art der Beleuchtung auch wesentlich vom Willen des Schrankenschließers ab.

Angenommen (Abb. 4), ein Fahrzeug von der Länge  $f$  nähert sich mit der Geschwindigkeit  $v$  m/s der Schranke. Zwischen den beiden Schranken möge das Fahrzeug einen Weg  $a$  m zurückzulegen haben. Das Fahrzeug sei mit Bremsen derart ausgerüstet und die Fahrbahndecke sei so beschaffen, daß eine Bremsverzögerung von  $p$  m/s<sup>2</sup> erreicht werden kann. Im Augenblick  $t_a$  muß sich der Fahrzeugführer entschließen, ob er noch kreuzen oder ob er anhalten will. Das Fahrzeug sei in diesem Augenblick noch  $x$  m von der Schranke entfernt. Damit kein Unfall eintritt, muß der Fahrzeugführer entweder genügend **Zeit** haben, um die Bahn noch kreuzen zu können, ehe ihm die hintere Schranke den Weg sperrt, oder er muß genügend **Weg** noch vor sich haben, um das Fahrzeug vor der ersten Schranke zum Halten bringen zu können.

Angenommen (Abb. 4), ein Fahrzeug von der Länge  $f$  nähert sich mit der Geschwindigkeit  $v$  m/s der Schranke. Zwischen den beiden Schranken möge das Fahrzeug einen Weg  $a$  m zurückzulegen haben. Das Fahrzeug sei mit Bremsen derart ausgerüstet und die Fahrbahndecke sei so beschaffen, daß eine Bremsverzögerung von  $p$  m/s<sup>2</sup> erreicht werden kann. Im Augenblick  $t_a$  muß sich der Fahrzeugführer entschließen, ob er noch kreuzen oder ob er anhalten will. Das Fahrzeug sei in diesem Augenblick noch  $x$  m von der Schranke entfernt. Damit kein Unfall eintritt, muß der Fahrzeugführer entweder genügend **Zeit** haben, um die Bahn noch kreuzen zu können, ehe ihm die hintere Schranke den Weg sperrt, oder er muß genügend **Weg** noch vor sich haben, um das Fahrzeug vor der ersten Schranke zum Halten bringen zu können.

Die erste Bedingung ist (wenn man von einer Schreckzeit, um die Darstellung nicht zu verwickeln, absieht), erfüllt, wenn

$$t \geq \frac{f + a + x}{v} \dots\dots\dots 1),$$

die zweite, wie sich aus der Energiegleichung ergibt, wenn

$$x \geq \frac{v^2}{2p} \dots\dots\dots 2)$$

ist.

Damit das Fahrzeug noch kreuzen kann, muß also seine Geschwindigkeit im Abstand x mindestens

$$v = \frac{f + a + x}{t} \dots\dots\dots 3)$$

sein.

Damit es noch anhalten kann, darf seine Geschwindigkeit höchstens

$$v = \sqrt{2px} \dots\dots\dots 4)$$

sein.

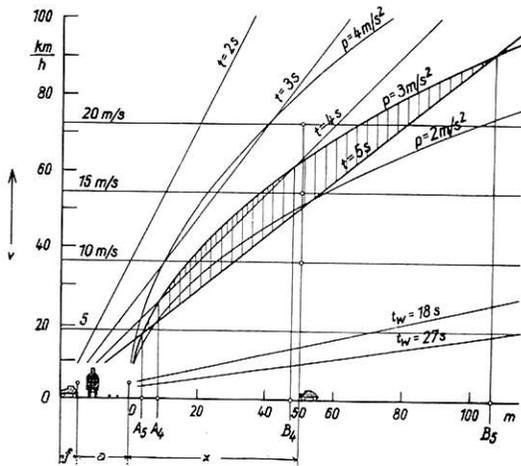


Abb. 4. Verhalten des Fahrzeugführers vor Bahnschranken. Merkt der Führer x m vor der Schranke, daß diese niedergeht, so kann er noch kreuzen, wenn noch anhalten, wenn

$$v = \frac{f + a + x}{t} \qquad v = \sqrt{2px}$$

Wird die Schranke in t sec geschlossen und kann das Fahrzeug mit p m/s² bremsen, so gibt die vom Zeitstrahl t und der Bremsparabel p umschlossene Fläche ein anschauliches Maß für die Sicherheit der Fahrt.

Diese Grenzbedingungen sind in Abb. 4 dargestellt. Gl. 3) ist durch verschiedene Zeitstrahlen t = 2, 3, 4 und 5 Sek. und Gl. 4) durch verschiedene Bremsparabeln für verschiedene Bremsverzögerungen p = 2, 3 und 4 m/s² wiedergegeben.

Kreuzen kann das Fahrzeug, wenn seine Geschwindigkeit im Zeitpunkt t<sub>a</sub>, also im Abstand x, über dem in Betracht kommenden Zeitstrahl liegt. Anhalten kann es, wenn sie unter der in Betracht kommenden Bremsparabel liegt.

Beispiel: Angenommen, die Schließzeit sei t = 5 Sec, die Bremsverzögerung p = 3 m/s², der Fahrzeugführer befindet sich, wenn er merkt, daß die Schranke niedergeht, 50 m vor ihr.

Liegt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in diesem Punkte über dem Zeitstrahl t = 5, so kann der Führer noch kreuzen; liegt sie unter der Bremsparabel p = 3, so kann er noch anhalten. Er kann also z. B. bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 m/s (= 72 km/h) kreuzen, bei 10 m/s noch halten. Bei 15 m/s kann er beides.

Schließt dagegen der Schrankenwärter die Schranke schneller z. B. so, daß die maßgebende Schließzeit t = 4 Sek. ist, so kann der Führer bei 15 m/s nicht mehr kreuzen, sondern

muß sich, wenn er nicht zwischen den Schranken eingeschlossen werden will, zum Anhalten entschließen.

In vorstehendem Beispiel waren die Verhältnisse betrachtet worden für den Fall, daß der Führer des Fahrzeugs in einem bestimmten Abstand x = 50 m vor der Schranke ihr Niedergehen bemerkt. Das Bild gestattet aber auch, für jeden beliebigen anderen Abstand die Verhältnisse zu überblicken, also ein allgemeines Urteil über die Abhängigkeit der Sicherheit von den verschiedenen Größen zu gewinnen. Für t = 5 Sek. und p = 3 m/s² geben z. B. die Ordinaten innerhalb des großen schraffierten Parabelsegments für jeden Abstand x den Geschwindigkeitsbereich an, innerhalb dessen der Führer sowohl kreuzen als auch anhalten kann und A<sub>5</sub>B<sub>5</sub> stellt die Strecke dar, auf der sich ihm mindestens eine Möglichkeit bietet. Beträgt dagegen die Schließzeit nur 4 Sek., so schrumpft das Parabelsegment sehr erheblich auf den eng schraffierten Teil und die Strecke A<sub>5</sub>B<sub>5</sub> auf die Strecke A<sub>4</sub>B<sub>4</sub> zusammen. Der Fahrzeugführer muß also dann viel schärfer darauf achten, daß er im kritischen Augenblick t<sub>a</sub> den richtigen Entschluß faßt.

Bei einer Schließzeit von t = 3 Sek. meidet der Zeitstrahl die Parabel, d. h. es gibt unter den jetzt angenommenen Verhältnissen (t = 3 Sek., p = 3 m/s²) keinen Punkt mehr, wo sich dem Führer beide Möglichkeiten bieten. Er muß jetzt auf jeden Fall weiterfahren, wenn seine Geschwindigkeit über dem Zeitstrahl liegt, und bremsen, wenn sie unter der Bremsparabel liegt. Und wenn er zur Zeit t<sub>a</sub> mit einer Geschwindigkeit fährt, die zwischen beiden Linien liegt, z. B. 50 m vor der Schranke mit 20 m/s, so mag er sich entschließen, wie er will, er **muß** verunglücken. Denn zum Kreuzen ist seine Geschwindigkeit zu klein und zum Halten zu groß. Das für die Sicherheit maßgebende Parabelsegment ist imaginär geworden.

Die Fahrt ist offenbar um so sicherer, je größer das Parabelsegment ist. Denn dann ist die Strecke AB, auf der sich mindestens eine Möglichkeit bietet, am größten, und die Geschwindigkeitsgrenzen, zwischen denen beide Entschlüsse richtig sind, sind am weitesten. Die Bedingungen, unter denen AB und der Unterschied zwischen den beiden Grenzgeschwindigkeiten einen Größtwert erreichen, findet man, wenn man sich vom Orte, wo das Niedergehen erkannt wird, unabhängig macht, also den Abstand x aus den beiden Grundgl. 3) und 4) eliminiert. Man erhält dann für die beiden Grenzgeschwindigkeiten

$$v_{A, B} = pt \pm \sqrt{p^2 t^2 - 2p(f+a)} \dots\dots\dots 5).$$

Der Wurzelausdruck entspricht dem Unterschied der beiden Grenzgeschwindigkeiten. Damit er möglichst groß wird, muß  $p t^2 \gg 2(f+a) \dots\dots\dots 6)$  sein.

Die Gl. 6) beantwortet nicht nur die gestellte lichttechnische Frage, in welchem Maße darauf Wert gelegt werden muß, daß die Schranke frühzeitig in den Lichtkegel tritt, sondern sie läßt auch erkennen, welche sonstigen Forderungen man erfüllen muß, wenn man die Sicherheit an beschränkten Wegübergängen noch steigern will. Damit der Wurzelausdruck möglichst groß wird, sind verschiedene Forderungen zu erfüllen:

1. Forderung: t sei möglichst groß.

t ist das einzige Glied, das im Quadrat vorkommt. Das lehrt: Es muß mit Nachdruck für eine möglichst große Schließzeit gesorgt werden, also für eine Beleuchtungsart, bei der die niedergehende Schranke frühzeitig in den Lichtkegel tritt. Am vollkommensten läßt sich dies dadurch erreichen, daß man die Leuchte an der Schranke selbst anbringt, weil dann der Schrankenbaum schon im Augenblick des Einschaltens in voller Länge beleuchtet ist und bleibt. Ein Beispiel dafür bietet die bekannte Ellmann-Schrankenleuchte. Bei Verwendung gewöhnlicher, an einem Mast befestigter Schrankenleuchten läßt

sich die Zeit, während der die niedergehende Schranke beleuchtet ist, dadurch verlängern, daß man den unteren Teil des Schrankenbehanges als weiße Fläche ausbildet, da dieser früher in den Lichtkegel tritt als der Holm (Winkel  $\alpha$  in Abb. 3 ist dann größer). Der oben wegen der größeren Fernerkennbarkeit empfohlene großflächige Schrankenbehang ist also auch aus diesem zeitlichen Grunde von Vorteil.

Es war bereits darauf hingewiesen worden, daß die maßgebende Schließzeit nicht nur von der Beleuchtungsart, sondern auch vom Willen des Schrankenwärters abhängt. Dies zu beachten ist wichtig, weil es auch für die Schrankenbedienungen bei Tage gilt. Ein Blick auf Abb. 4 läßt erkennen, wie außerordentlich schnell das Parabelsegment zusammenschrumpft, wenn die maßgebende Schließzeit auch nur um eine Sekunde verkürzt wird. Es wäre daher ein falsches Entgegenkommen, wenn z. B. ein Schrankenwärter, um ein Fahrzeug noch durchzulassen, die Schranke erst im letzten Augenblick schnell schließt. Dies darf er nur dann tun, wenn dadurch die Schließzeit für ein anderes, vielleicht von der anderen Seite kommendes Fahrzeug bestimmt nicht verkürzt wird.

2. Forderung:  $p$  sei möglichst groß.

Welche Bremsverzögerung  $p$  erreichbar ist, hängt von den Bremsrichtungen des Fahrzeugs und von der Rauigkeit der Fahrbahndecke ab. Für jene bestehen eingehende behördliche Vorschriften, für diese nicht. Daher können die vom Fahrzeug entwickelbaren Bremskräfte jeweils nur so weit ausgenutzt werden, als die Rauigkeit der Fahrbahn vor dem Übergang das hergibt. Ist  $m$  die Masse des Fahrzeugs,  $G$  die Last der mit Bremsen ausgerüsteten Räder und  $\varphi$  die Haftreibungsziffer, so ist die praktisch erreichbare Bremskraft begrenzt durch

$$m p = \varphi G.$$

Wenn alle Räder bremsbar sind, ist

$$m p = \varphi m \cdot g, \text{ also } p = \varphi g.$$

Bei einer Haftreibungsziffer von  $\varphi = 0,3$  kann z. B. nur eine Bremsverzögerung von  $0,3 \cdot 9,81 \sim 3 \text{ m/s}^2$  erreicht werden, selbst wenn die Bremsrichtung des Fahrzeugs eine mittlere Bremsverzögerung von  $5 \text{ m/s}^2$  zu entwickeln gestattet. Es ist daher vom Standpunkt der Sicherheit aus zweckmäßig, die Straße auf der Bremsstrecke, etwa auf den letzten 50 oder 100 m vor einem Bahnübergang mit einer raueren Fahrbahndecke zu versehen als in ihrem sonstigen Verlauf. In welchem Maße hierdurch die Sicherheit erhöht werden könnte, ergibt sich aus folgendem. Da die Arbeit der Bremskraft auf dem Bremsweg  $l$  die Wucht des Fahrzeugs aufzehren muß, ist

$$m p l = \frac{m v^2}{2},$$

und da

$$p = \varphi g, \\ l = \frac{v^2}{\varphi \cdot 2 g}.$$

Führt man statt  $v \text{ m/s}$   $\frac{1}{3,6} V \text{ km/h}$  und für  $g$   $9,81$  ein, so erhält man für den Bremsweg

$$l = 0,00393 \frac{v^2}{\varphi}.$$

Der Bremsweg wächst also mit abnehmender Haftreibung hyperbolisch. Die Abhängigkeit von der Haftreibung und von der Geschwindigkeit ist in Abb. 5 durch eine Hyperbelschar dargestellt. Man sieht, in welcher beängstigenden Weise die Bremswege bei schwindender Haftreibung zunehmen. Für einen mit  $60 \text{ km/h}$  fahrendes Fahrzeug beträgt z. B. bei  $\varphi = 0,3$  der Bremsweg  $47 \text{ m}$ . Kommt das Fahrzeug  $50 \text{ m}$  vor der Schranke auf eine Fahrbahn mit  $\varphi = 0,5$ , so verkürzt sich der Bremsweg auf  $28 \text{ m}$ , also um  $19 \text{ m}$ , die bei zu später Brem-

sung für die Verhütung eines Unfalls recht wohl ausschlaggebend sein können.

Bei den zahlreichen Übergängen, die in scharfer Krümmung zur Bahn führen, würde durch die vorgeschlagene Maßnahme

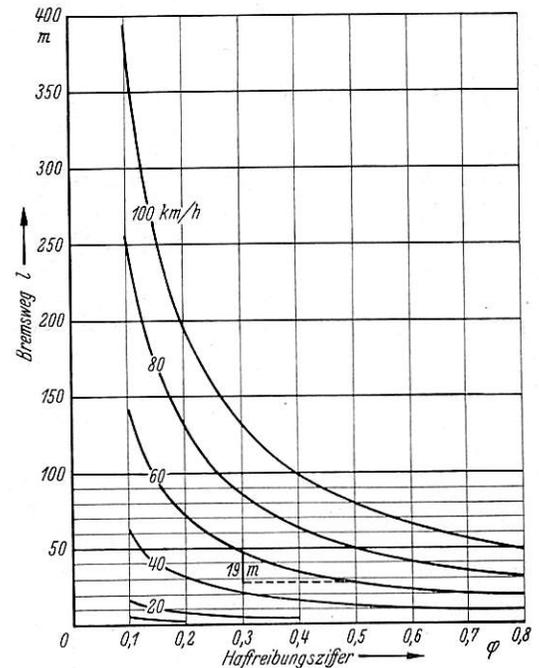


Abb. 5. Bremswege von Kraftfahrzeugen, abhängig von der Haftreibung und der Geschwindigkeit.

auch der erhöhten Gefahr des Schleuderns beim scharfen Bremsen in der Kurve vorgebeugt werden.

Natürlich darf keine Fahrbahndecke gewählt werden, die zwar rauher ist, aber leichter vereist.

3. Forderung:  $f$  sei möglichst klein.

Da die Fahrzeuglänge gegeben ist, kann in diesem Punkte höchstens dadurch etwas zur Steigerung der Sicherheit beigetragen werden, daß man die Fahrzeugführer in den Fahrschulen darüber belehrt, daß die Gefahr an einem Eisenbahnübergang mit der Länge des Fahrzeugs wächst und infolgedessen Kraftwagenzüge ganz besonders vorsichtig fahren müssen.

4. Forderung:  $a$  sei möglichst klein.

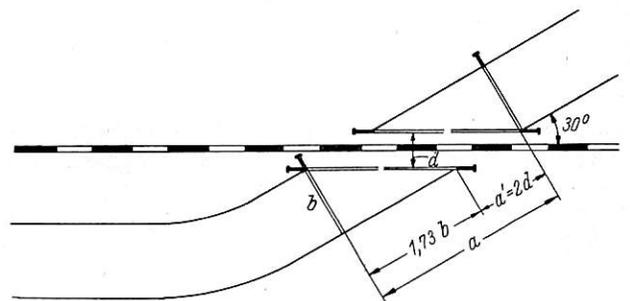


Abb. 6. Weg des Straßenfahrzeugs innerhalb der Schranken am kürzesten bei Anordnung der Schranken parallel zum Gleis.

Um den vom Fahrzeug zwischen den Schranken zurückzulegenden Weg  $a$  klein zu halten, sind die Schranken möglichst nahe ans Gleis zu setzen. Kreuzt die Straße eine eingleisige Bahn unter rechtem Winkel, so kann man mit dem Schrankenabstand auf  $5 \text{ m}$  herabgehen. Bei sehr spitzwinkligen Kreuzungen ergibt sich das in Richtung der Straße gemessene Maß  $a$ , wenn man die Schranken senkrecht zur Straße anordnet, wesentlich länger. Wenn die Örtlichkeit der Abb. 6 entspricht, also die rechte Straßenkante die Bahn viel später erreicht als die linke,

kann man, wie nachstehendes Beispiel zeigt, die Sicherheit nicht unbedeutend dadurch erhöhen, daß man die Schranken parallel zum Gleis anordnet.

Beispiel einer spitzwinkligen Kreuzung.

Es sei der Kreuzungswinkel zwischen Bahn und Straße . . . . . =  $30^\circ$ ,  
Schließzeit . . . . .  $t = 5 \text{ Sek.}$ ,  
Bremsverzögerung . . . . .  $p = 3 \text{ m/s}^2$ ,  
Fahrzeuglänge . . . . .  $f = 5 \text{ m}$ ,  
Straßenbreite . . . . .  $b = 10 \text{ m}$ ,  
Mindestabstand der Schranken, senkrecht zur Schranke gemessen . . . . .  $d = 5 \text{ m}$ .

Bei Anordnung der Schranken senkrecht zur Straße ist das Maß  $a = 2.5 + 17.3 = 27.3 \text{ m}$ , bei Anordnung parallel zum Gleis ist  $a' = 10 \text{ m}$ . Die Geschwindigkeiten in den Punkten A und B (Abb. 4) unterscheiden sich nach Gl. 5) um einen Betrag  $2 \cdot \sqrt{p^2 \cdot t^2 - 2 \cdot p \cdot (f + a)}$ . Für das gewählte Beispiel ergibt er sich

bei Schrankenordnung senkrecht zur Straße . . . = 11,2  
bei Schrankenordnung parallel zum Gleis . . . = 23,2,

also doppelt so groß. Mithin ist auch die Wegstrecke AB, auf der mindestens eine Möglichkeit, Kreuzen oder Anhalten gegeben ist, doppelt so groß, die Sicherheit ist also wesentlich größer. Allerdings müssen längere Schranken in Kauf genommen und eine kräftigere Lampe in der Schrankenleuchte verwendet werden.

Für die durch Warnlichtanlagen geschützten Wegübergänge besteht die Gefahr, daß im Falle des Kreuzens das Fahrzeug eingeschlossen werden kann, nicht. Trotzdem, und obwohl das rote Blinklicht „Halt! Der Übergang ist gesperrt“ bedeutet, muß der Kraftfahrer bei seinem Erscheinen sich auch entschließen, ob er noch kreuzen oder halten will. Denn angenommen ein Kraftwagen näherte sich einem Übergang mit 60 km/h und befinde sich in dem Augenblick, wo das Rotlicht erscheint, 50 m vor dem Übergang, so würde der Wagen, wenn sich sein Führer wörtlich an die Bedeutung „Halt“ hielte, auf einer Straße, deren Haftreibungsziffer in der Größenordnung von 0,3 liegt, mitten auf dem Gleis zum Halten kommen (vergl. Abb. 5). Hiergegen läßt sich einwenden: Der Fahrer soll sich eben dem Übergang nicht mit 60 km/h nähern, sondern, nachdem ihm der Bahnübergang durch das Warnzeichen angekündigt worden ist, seine Geschwindigkeit der Bremsparabel entsprechend einrichten, also sich an den Übergang so herantasten, daß er beim Erscheinen des Rotlichts auf jeden Fall noch vor dem Warnkreuz zum Halten kommt. Das hieße aber, den Zweck der Warnlichtanlage verkennen und ihren Hauptvorteil der Schranke gegenüber z. T. preisgeben, der gerade darin besteht, daß sie den Straßenverkehr nicht mehr hemmt, als zur Wahrung der Sicherheit unbedingt nötig ist. Beachtet der Kraftfahrer das Warnlicht, so kann ein Unfall auch dann nicht eintreten, wenn er sich dem Übergang bis zum Eintritt des Rotlichts mit unverminderter Geschwindigkeit nähert.

Auch dies läßt sich aus dem zunächst für die Schranke entwickelten Diagramm (Abb. 4) erkennen. Man braucht nur den Begriff „maßgebende Schließzeit“ weiter zu fassen und bei Warnlichtanlagen sinngemäß die Zeit vom Erkennen der Gefahr bis zu ihrem Eintreten zu verstehen, also die Zeit vom Erscheinen des Rotlichts bis zur Ankunft der Zugspitze auf dem Übergang. Ein Kraftfahrer, der sich einem mit einer Warnlichtanlage ausgerüsteten Übergang mit unverminderter Geschwindigkeit nähert, muß, um nicht zu verunglücken, noch Zeit haben, um vor Eintreffen der Zugspitze mit dem Ende seines Fahrzeugs die Umgrenzung des lichten Raums wieder zu verlassen oder noch genug Weg haben, um vor dem Warnkreuz zum Halten zu kommen. Seine Geschwindigkeit muß

also unter der Bremsparabel oder über dem für die Warnlichtanlage maßgebenden Zeitstrahl liegen. Die Warnlichtanlagen der Deutschen Reichsbahn werden mit einer Warnzeit von in der Regel 27, mindestens 18 Sek. ausgeführt. (Dies geschieht mit Rücksicht auf das langsam fahrende, längste Fahrzeug, damit auch dieses noch Zeit zum Kreuzen hat, wenn Rotlicht in dem Augenblick erscheint, wo der Führer eben am Warnkreuz vorbei ist.) Man erkennt aus Abb. 4, wie außerordentlich breit und lang das oben betrachtete Parabelsegment für  $t = 18 \text{ Sek.}$  wird, dessen Fläche ein Maß für den Sicherheitsgrad ist. Der Zeitstrahl  $t_w = 18 \text{ Sek.}$  bleibt selbst bei den geringsten Bremsverzögerungen, die praktisch vorkommen, weit unter der Bremsparabel. Das Segment ist stets reell. Der bei der Schranke bei kurzer Schließzeit eintretende Fall, daß es bei Annäherung mit unverminderter Geschwindigkeit gewisse Geschwindigkeiten gibt, bei denen weder die Zeit zum Kreuzen, noch der Weg zum Bremsen ausreicht, kann daher bei einem durch Warnlicht geschützten Übergang nicht vorkommen. Eine Warnlichtanlage ist daher nicht nur weniger verkehrshemmend, sondern auch sicherheitlich höher zu bewerten als die Schranke.

Voraussetzung ist natürlich, daß das Warnzeichen ebenso zuverlässig erscheint, ebenso großen Auffälligkeitswert besitzt und ebenso gewissenhaft beachtet wird wie die Schranke.

Hinsichtlich der Zuverlässigkeit ist diese Voraussetzung erfüllt. Dank der Durchführung der Schaltung nach dem Ruhestromgrundsatz, der sorgfältigen Durchbildung aller Apparate, insbesondere der hochempfindlichen Gleisrelais, und dank der selbsttätigen Überwachung und gewissenhaften Unterhaltung haben die Warnlichtanlagen schon bei den erwähnten 100 Versuchsanlagen einen so hohen Grad von Zuverlässigkeit erreicht, daß Warnlichtanlagen, die den „Allgemeinen Bestimmungen für Warnlichtanlagen an Wegübergängen“ entsprechen, vom Reichs- und Preussischen Verkehrsminister als den Schranken gleichwertig anerkannt worden sind.

Der Auffälligkeitswert der Warnzeichen ist bei Dunkelheit wesentlich größer als der einer Schranke, da selbstleuchtende Lichtquellen wegen ihrer unvergleichlich viel größeren Leuchtdichte einen viel stärkeren Lichtreiz ausüben als die nur fremdes Licht zurückstrahlenden Flächen einer Schranke, zweitens weil der Lichtreiz durch eine starke Optik vervielfältigt wird und drittens Blinklicht verwendet ist, das viel stärker reizt als Dauerlicht.

Schwieriger ist es, den Auffälligkeitswert der Schranke auch bei Tage zu übertreffen. Denn, um verwickelte Schaltungen und Einrichtungen zu vermeiden, möchte man bei Tage und bei Dunkelheit dieselben Lampen verwenden und sie mit der gleichen Spannung betreiben. Da man es nun bei Tage im Freien mit Leuchtdichten bis zu 100000 asb, bei Dunkelheit bis herab zu 0,1 asb zu tun hat, ist es natürlich viel verlangt, wenn dieselbe Lichtleistung, die bei Dunkelheit nicht blenden darf, bei Tage noch einen hohen Auffälligkeitswert besitzen soll. Er kann, wenn nötig, gesteigert werden durch einen großen schwarzen Hintergrund oder durch Fernhalten des Tageslichts vom Tragschild.

Um ausreichenden Auffälligkeitswert auch zu erreichen, wenn das Warnlicht ja einmal ausbleiben sollte, ist das Tragschild mit Rückstrahlern ausgerüstet, die im Lichte der Fahrzeugscheinwerfer aufleuchten sollen. Wenn auch dieser Fall dank der Parallelschaltung einer Sammlerbatterie äußerst selten eintreten wird, so wäre es, da es mit geringen Mitteln möglich ist, doch zweckmäßig, den Auffälligkeitswert des Warnlichts im Falle des Versagens der Lichtquelle zu erhöhen. Denn die auf dem Tragschild in 2,5 m Höhe angebrachten Rückstrahler können in allen Fällen, wo die Sicherheit des Verkehrs, besonders die Rücksicht auf entgegen-

kommende Verkehrsteilnehmer ein Abblenden der Scheinwerfer erfordert, ihren Zweck nicht erfüllen. Dem könnte man leicht dadurch abhelfen, daß man den Mast des Warnlichts, der vom Scheinwerfer eher erfaßt wird, als das Tragschild weiß streicht und mit Rückstrahlern ausrüstet. Sehr wirksam wäre es, ihm ein weiß emailliertes Mastblech vorzusetzen, wie dies bei den Flügelsignalen der Bahn geschieht, und in dieses in senkrechter Reihe Rückstrahler einzubauen.

Bei gewissen örtlichen Verhältnissen kann der Auffälligkeitswert des Rotlichts, besonders bei Optiken mit konvexer Linse, bei bestimmtem Sonnenstand dadurch Einbuße erleiden, daß ein weißer Sonnenreflex auf der Linse die Farbintensität des Rotlichts herabsetzt, so daß dieses milchig erscheint. Dem läßt sich durch Vorsetzen einer Jalousieblende begegnen. Bei einer Blende nach Abb. 7 können alle Sonnenstrahlen, die steiler einfallen als der gezeichnete die Linse nicht erreichen, während das rote Licht des Warnzeichens fast ungeschwächt waagrecht austreten kann.

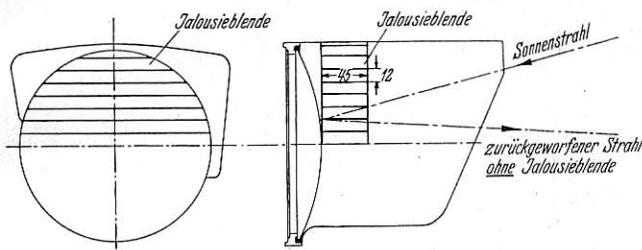


Abb. 7. Jalousieblende am Rotlicht verhindert Farbänderung durch Sonnenreflexe.

Eine selbstverständliche Voraussetzung ist, daß die Warnlichter so aufgestellt sind, daß sie dem Straßenbenutzer nicht durch irgendwelche Sichthindernisse verdeckt sind. Daher ist auch sorgfältig zu erwägen, ob Omnibus- oder Straßenbahnhaltstellen, Tankstellen usw. verlegt werden müssen, und ob für bestimmte Stellen z. B. vor Gasthäusern und Läden Parkverbote zu erlassen sind. Diese Fragen müssen deswegen sehr ernst genommen werden, weil das Auge des Führers eines Personautos oder eines Krafttrads nur 1,20 bis 1,50 m über der Straße sich befindet, also schon mäßig hohe Fahrzeuge das Warnlicht dem Führer eines Kraftfahrzeugs verdecken. Wo die Straßenbreite es gestattet, sollte man daher das Warnlicht gegebenenfalls auf eine Verkehrsinsel stellen. Dies wäre übrigens auch in anderen Fällen zu erwägen, da dem Fahrzeugführer das rechtsstehende Warnlicht auch durch fahrende Fahrzeuge verdeckt werden kann, wenn er sie links überholt, und da eine Verkehrsinsel als Verkehrsteiler zur Erhöhung der Sicherheit beiträgt.

In Rechtskrümmungen ist zu untersuchen, ob es zweckmäßig ist, von der Erlaubnis, das Warnlicht links aufzustellen, Gebrauch zu machen.

In unübersichtlichem Gelände (besonders innerhalb Ortschaften) kann es schwierig, bisweilen unmöglich sein, die Warnlichter so aufzustellen, daß sie in genügender Entfernung sichtbar sind. Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn eine Straße mit geschlossener Häuserreihe zunächst parallel oder schräg zur Bahn verläuft und erst ganz kurz vor dem Übergang umbiegt, so daß das Warnlicht erst an dieser Biegung sichtbar wird. Vor dieser ein Wiederholungssignal aufzustellen, ist im Straßenverkehr bekanntlich gefährlich, weil — im Gegensatz zum Vorsignal der Eisenbahn — während der Fahrt vom Wiederholungssignal zum Regelsignal Farbwechsel eintreten und der Führer eines Fahrzeugs irreführt werden kann. In solchen Ausnahmefällen ist zu prüfen, ob bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen eine Warnlichtanlage noch am Platze ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Straßenbenutzer unabhängig vom Zugverkehr auch mittelbar, nämlich durch Blendung

durch das weiße Blinklicht gefährdet werden kann. Wenn das Blinklicht schon aus großer Entfernung sichtbar wird, ist die Blendung nicht störend, weil das Auge dann Zeit hat sich zu adaptieren und ein Blick in den Scheinwerfer vermieden werden kann. Die Blendung kann aber erheblich werden und unter Umständen eine Schreckwirkung auslösen, wenn das Blinklicht erst in großer Nähe plötzlich und in voller Stärke sichtbar wird. Um sie zu mildern, darf beim Einstellen der Optik, deren Achse nicht auf den Punkt gerichtet werden, an dem sich das Auge des Straßenbenutzers befindet, wenn das Licht ihm plötzlich sichtbar wird. Auch Streugläser und eine schwächere Optik können dann zweckmäßig sein. Es wäre auch schade um eine teure Fernoptik, wenn das Warnlicht erst in großer Nähe sichtbar wird.

In den Ausnahmefällen, in denen eine einwandfreie Aufstellung der Warnsignale wegen örtlicher Verhältnisse sich nicht ermöglichen läßt, wird man von der Errichtung einer Warnlichtanlage selbstverständlich absehen. Sie scheiden daher für einen allgemeinen Vergleich des Schutzwertes aus. Man kann somit sagen, daß die Warnlichtanlagen die Schranken nicht nur hinsichtlich der Zuverlässigkeit, sondern auch hinsichtlich des Auffälligkeitswerts übertreffen.

Die dritte Voraussetzung für ihren höheren Schutzwert, daß sie mindestens ebenso gewissenhaft beachtet werden, trifft aber z. Z. offenbar noch nicht zu. Zwar lehrt die Tatsache, daß der Deutschen Reichsbahn täglich drei Schranken eingefahren werden, daß auch Schranken ungenügend beachtet werden, doch läßt die Beachtung der Warnlichter noch weit mehr zu wünschen übrig. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man den Verkehr an irgendeinem durch Warnlicht geschützten Übergang beobachtet. Es sind auch schon an den verhältnismäßig wenigen und erst wenige Jahre bestehenden Warnlichtanlagen eine Anzahl Todesfälle vorgekommen, die erwiesenermaßen nur auf die Nichtbeachtung der einwandfrei gegebenen Blinklichtzeichen zurückzuführen waren. Es gilt also die Ursachen der Nichtbeachtung zu bekämpfen, das sind Unkenntnis der Zeichenbedeutung und vor allem leichtsinniges Fahren.

Die Bedeutung der Blinkzeichen ist bei den ersten 100 Versuchsanlagen an Ort und Stelle durch große Bretttafeln erläutert worden. Ferner ist bei jeder Inbetriebnahme einer Warnlichtanlage die Bedeutung in der Tagespresse und in den einschlägigen Kraftfahrerzeitungen immer wieder von neuem bekannt gegeben worden. Auf Tausenden von Plakaten, die auf den Bahnhöfen ausgehängt sind, ist allem Volke die Bedeutung der Warnlichter vor Augen geführt worden. Auf Ausstellungen, z. B. in der Sonderschau der Deutschen Reichsbahn auf der Reichsgartenschau in Dresden 1937, in Chemnitz und Zwickau sind selbsttätig arbeitende Modelle von Warnlichtanlagen gezeigt worden, die stark beachtet wurden, da sie von den Besuchern selbst in Betrieb gesetzt werden konnten. Daß man trotz aller dieser Maßnahmen auch heute noch von Kraftfahrern, die im Besitz eines Führerscheins sind, hören kann, man könne ja nicht wissen, was diese Zeichen zu bedeuten haben, dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, daß die Zeichen in der Deutschen Reichsstraßenverkehrsordnung nicht aufgeführt sind. Ihre Einführung ist im Reichsverkehrsblatt, im Deutschen Reichsanzeiger und Preußischen Staatsanzeiger bekanntgegeben worden. Wenn dies auch in Zuständigkeiten begründet ist, so besteht doch für den Straßenbenutzer zweifellos ein starkes Bedürfnis, alle von ihm bei Benutzung der Straße zu beachtenden Verkehrszeichen in einer Zusammenstellung vereinigt zu finden, und es wäre sehr zu begrüßen, wenn eine solche endlich einmal im Handel erschiene. Gäbe es eine solche, dann würden wohl auch alle die zahlreichen Wiedergaben der Verkehrszeichen, die sich in Taschenbüchern, Notizkalendern usw. finden und

viel benutzt werden, nicht mehr auf die in der Straßenverkehrsordnung aufgeführten Zeichen sich beschränken, sondern auch die Warnlichtzeichen vor Bahnübergängen mit enthalten. Vor allem muß gefordert werden, daß kein Kraftfahrer einen Führerschein erhält, wenn er nicht in der Prüfung die Kenntnis der Bedeutung dieser neuen, für die Sicherheit der Straßenbenutzer und der Eisenbahntransporte so wichtigen Zeichen nachgewiesen hat. Es wäre auch nützlich, wenn die Führerscheineprüfungen in gewissen Zeiträumen wiederholt werden müßten. Denn bei dem durch die Verkehrsentwicklung gebotenen raschen Wechsel der Verkehrsbestimmungen — außer der Reichsstraßenverkehrsordnung ist auch die Bedeutung der Warnlichter bereits geändert worden — erscheint es sehr fraglich, ob alle Kraftfahrer, die den Führerschein vor Jahren erworben haben, über die Bedeutung aller neu eingeführten Verkehrszeichen im Bilde sind. Die Verbreitung der Kenntnis der Zeichenbedeutung dürfte auch dadurch erheblich gefördert werden können, daß das Verhalten an Bahnübergängen in einem Film im Vorprogramm der Lichtspielhäuser oder in Schulen gezeigt wird. Sehr wirksam wird sie dadurch gefördert werden, daß jetzt immer mehr Warnlichtanlagen eingerichtet werden, besonders an den Übergängen der Reichsstraßen, da sie hier bald der Mehrzahl aller Kraftfahrer zu Gesicht kommen.

Während hiernach erwartet werden darf, daß die Nichtbeachtung der Blinkzeichen aus Unkenntnis ihrer Bedeutung in nicht allzu ferner Zeit von selbst verschwindet, wird es größter Anstrengung bedürfen, die Nichtbeachtung wegen leichtsinnigen Fahrens zu unterbinden. Der Umstand, daß das rote Warnlicht das Weiterfahren nicht verhindert, sondern nur verbietet, mindert seinen zweifachen Vorteil, daß es den Straßenverkehr weniger hemmt und trotzdem größere Sicherheit bietet, für den gewissenhaften Fahrer in keiner Weise, wohl aber erheblich für den leichtsinnigen Fahrer. Man wird daher immerhin mit Rücksicht auf unerzogene und leichtfertige Fahrer zu prüfen haben, ob etwa die Verführung, das Haltgebot zu mißachten, durch gewisse technische Eigenlichkeiten der Warnlichtanlagen genährt wird, die abgestellt werden könnten. Die Warnzeit muß so bemessen sein, daß das längste langsame Fahrzeug auch beim Nahen des schnellsten Zuges die Bahn noch gefahrlos räumen kann, falls unmittelbar nach Vorbeifahrt am weißen Blinklicht Farbwechsel eintritt. Die Warnzeit ist daher in allen andern Fällen, also wenn ein schnelles Fahrzeug kreuzt oder ein Zug sich langsam dem Übergang nähert, reichlicher, unter Umständen viel reichlicher als zum Ausschluß der Gefahr in dem betreffenden Einzelfall nötig wäre. Dies kann bei einem Fahrer, der Fälle der viel Zeit gewährenden Betriebslage öfter erlebt hat und über die Möglichkeit anderer Betriebslagen nicht nachdenkt, den Eindruck erwecken, daß die Warnzeit überhaupt unnötig lang bemessen sei und ihn verführen, das Haltgebot nicht zu beachten. Um diesen Gedanken nicht aufkommen zu lassen, ist es zweckmäßig, namentlich an Übergängen, die von Zügen mit sehr verschiedener Geschwindigkeit befahren werden, die Warnlichtanlagen mit „Warnzeitangleicher“ auszuführen. Durch diese Einrichtung wird zunächst die tatsächliche Geschwindigkeit des sich nähernden Zugs abgetastet und dann die Umschaltung des Blinklichts auf rot selbsttätig jeweils so lange unterbunden, daß für alle Zuggeschwindigkeiten die Warnzeit annähernd gleich ist.

Die Mißachtung des Haltgebots entspringt aber im allgemeinen nicht derartigen Erwägungen über die Bemessung der Warnzeit, sondern in den weitaus meisten Fällen der zügellosen Hast des Fahrers. Alle kostspieligen und erfolgreichen Bemühungen, den Auffälligkeitswert der Warnlichtanlagen auf ein Höchstmaß zu steigern, sind vergeblich, wenn es nicht gelingt, in diesem Punkt Wandel zu schaffen. An zwei Übergängen, an denen bei 96 Zügen 93 Kraftfahrer beobachtet

wurden, wurde festgestellt, daß 47 v. H. derselben das rote Warnlicht mißachteten. Eine scharfe Überwachung des Verhaltens der Fahrer an Übergängen mit Warnlichtanlagen und strenge Bestrafung Zuwiderhandelnder tut bitter not. An Übergängen mit Warnlichtanlagen sind beispielsweise im Bezirk der Reichsbahndirektion Dresden in vier Jahren 22 Zuggefährdungen gemeldet worden, bei denen drei Personen getötet und zehn verletzt wurden. Die Schuld hatten

in 14 Fällen	Kraftwagenführer,
„ 4 „	Kraftradfahrer,
„ 1 „	Geschirrführer,
„ 1 „	Radfahrer,
„ 1 „	Fußgänger,
„ 1 „	Bahnbedienstete,
„ 0 „	die Warnlichtanlage.

Damit der Schutzwert von Schranken und Warnlichtanlagen voll zur Geltung kommt, muß schließlich auch dafür gesorgt werden, daß die zu seiner Steigerung getroffenen Maßnahmen nicht durch äußere Einflüsse unwirksam gemacht werden. Ein solcher ist z. B. die Blendung der sich dem Übergang nähernden Verkehrsteilnehmer durch Scheinwerfer eines aus entgegengesetzter Richtung kommenden Fahrzeugs. Als Grundregel für das Verhalten im Straßenverkehr schreibt die Straßenverkehrsordnung in § 1 vor: Jeder Teilnehmer am öffentlichen Straßenverkehr hat sich so zu verhalten, daß der Verkehr nicht gefährdet werden kann; er muß ferner sein Verhalten so einrichten, daß kein anderer geschädigt oder mehr, als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird. Folgerichtig ist in § 33 besonders angeordnet, daß Führer von Kraftfahrzeugen die Scheinwerfer rechtzeitig abzublenden haben, wenn die Sicherheit des Verkehrs auf oder neben der Straße, besonders die Rücksicht auf entgegenkommende Verkehrsteilnehmer, es erfordert. Und drittens ist ausdrücklich angeordnet „beim Halten vor Eisenbahnübergängen in Schienenhöhe ist stets abzublenden“. Der Ausdruck „beim Halten“ gibt keine nähere Bestimmung darüber, wann oder von wo an abzublenden ist. Der vorher angegebene Zweck des Abblendens läßt aber keine andere Auslegung zu als „von da an, wo ein entgegenkommender Verkehrsteilnehmer am Erkennen des Bahnübergangs behindert werden könnte“. Als Anhalt hierfür wird der Standort des dreieckigen Warnzeichens, nicht etwa erst der Halteplatz vor der Schranke anzusehen sein. Wenn gelegentlich allen Ernstes der Standpunkt vertreten wird, die Beleuchtung einer Schranke müsse so gut sein, daß ihr Auffälligkeitswert auch im Falle der Blendung ausreicht, so zeugt das nur von einer wahrhaft rührenden Unkenntnis der Eigenschaften des menschlichen Auges und der einfachsten lichttechnischen Gegebenheiten.

Zu beachten ist dagegen, daß unter Umständen sogar abgeblendete Scheinwerfer stark blenden können. Die Abblendebestimmungen der Straßenverkehrsordnung schützen bekanntlich sowohl auf waagerechter wie auf geneigter Straße, aber nur wenn sie eben verläuft oder durch eine Mulde führt. Liegt aber zwischen beiden Fahrzeugen eine Kuppe, so kann die Richtung der stärksten Strahlung des abgeblendeten Scheinwerfers, die etwa 1:25 zur Fahrbahn geneigt ist, das Auge eines entgegenkommenden Straßenbenutzers treffen (vergl. Abb. 8) und diesen stark blenden. Denn für diese Strahlungsrichtung ist in den Abblendebestimmungen der Lichtstärke keine Schranken gesetzt, im Gegenteil ein Mindestwert vorgeschrieben. Praktisch beträgt die Lichtstärke des abgeblendeten Scheinwerfers in dieser Richtung bei den üblichen Scheinwerfern etwa das 15fache von jener, bei der „die Blendung als behoben“ gilt\*). Gerade an Bahnübergängen ist

\*) Handbuch der Lichttechnik, zweiter Teil, Seite 849, Abb. 979.

nun leider ein Gefällewechsel in der Straße oft nicht zu vermeiden, weil ihr Längsprofil die Querneigung des Gleises berücksichtigen muß, und diese durch die Krümmungen des Gleises unabänderlich gegeben ist. Die an solchen Übergängen auch bei Innehaltung der Ablendevorschriften bestehen bleibende Blendung ließe sich in vielen Fällen dadurch beheben, daß am Holm der Schranke eine Licht abschirmende Wand befestigt oder der oben beschriebene flächenförmige Behang angewendet und nötigenfalls nach oben fortgesetzt

stärke, sondern der Kontrast gegen den Hintergrund. Auch bei stark beleuchtetem Übergang ist der Kontrast für die Blickrichtung des Fernbedieners verhältnismäßig schwach, da das Rückstrahlvermögen der Fahrzeuge und Fußgänger meist nicht wesentlich verschieden ist von dem des Hintergrunds. Wo die Örtlichkeit es gestattet, sollte man daher lieber einen kräftigen Leuchtdichteunterschied herzustellen suchen. In dem in Abb. 9 dargestellten Beispiel ist die Bahnkrümmung dazu benutzt, in der Blickrichtung des Fernbedieners einen

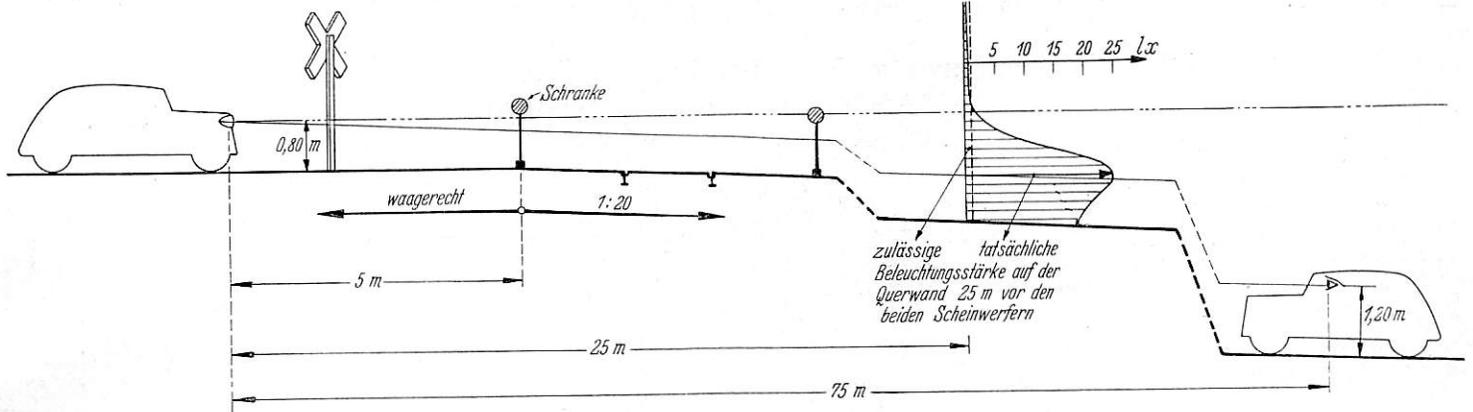


Abb. 8. Bei Gefällewechsel kann auch ein vorschrittgemäß abgeblendeter Scheinwerfer stark blenden.

wird. Hierdurch würde gleichzeitig der Auffälligkeitwert der Schranke erhöht werden. Welche Höhenabmessungen die Blendwand im Einzelfalle haben muß, um Blendung auszuschließen, wäre vor der Ausführung nicht nur auf Grund der Zeichnung des Straßenlängsprofils, sondern auch in der Natur durch Versuche mit verschiedenen hoch stehenden Scheinwerfern festzustellen. Sollte im Betrieb doch noch Blendung festgestellt werden, so wäre vor allem zu prüfen, ob die Scheinwerfer des blendenden Fahrzeugs bei den in der Straßenverkehrsordnung vorgeschriebenen Belastungsverhältnissen in der richtigen Höhenlage sich befinden und richtig eingestellt sind. Die Verpflichtung des Ablendens vor Bahnübergängen wird durch eine solche Ergänzung der Schranke natürlich nicht eingeschränkt; denn sie soll ja nur die zusätzliche Blendungsgefahr bekämpfen, die bei Gefällewechsel trotz Ablendung eintritt.

Eine zusätzliche Gefahr tritt an beschränkten Übergängen auch dann ein, wenn die Schranke fernbedient wird. Schon bei Tage ist es für den Bediener bei großer Entfernung seines Standorts vom Übergang oft schwer, den Verkehr auf dem Übergang so scharf zu beobachten, daß beim Schließen der Schranke kein Straßenbenutzer behindert, eingeschlossen oder verletzt wird. Das Vorläuten wird häufig übertönt durch das Geräusch von Lastkraftwagen und Kraffrädern. Es ist daher an solchen Stellen dem Vorläutwerk ein Pendelwinker hinzugefügt worden, der dem Straßenbenutzer das unmittelbar bevorstehende Schließen der Schranken auch sichtbar anzeigt. Hierdurch wird es aber keineswegs überflüssig, dem Fernbediener, der für das gefahrlose Schließen der Schranken verantwortlich ist, die Möglichkeit zu geben, den Verkehr auch bei Dunkelheit zu erkennen. Es mag nahe liegen, hierzu die Schrankenleuchten zu verstärken. Dieses Mittel kann aber im allgemeinen keinen Erfolg bringen, da die Schrankenleuchten, wenn sie richtig angebracht sind, den Schrankenbaum so beleuchten, daß das meiste Licht quer zum Gleis abgestrahlt wird, während der Fernbediener in der Gleisrichtung blickt und nicht nur die Schranke, sondern vor allem den Verkehr auf dem Übergang sehen will. Eine besondere Übergangslampe ist schon wirksamer, vorausgesetzt, daß sie vom Bediener aus gesehen vor dem Übergang angebracht wird. Maßgebend für das Erkennen der auf dem Übergang sich bewegenden Fahrzeuge und Fußgänger ist aber nicht die Beleuchtungs-

sehr hellen Hintergrund in Gestalt einer weißen, beleuchteten Brettwand zu schaffen. Durch dieses sehr einfache und billige Mittel ist der Leuchtdichteunterschied vervielfacht und daher der Verkehr als Schattenriß viel deutlicher wahrzunehmen. Die Betriebskosten sind verschwindend, nicht nur, weil mit schwachen Lampen auszukommen ist, sondern auch, weil der Bediener die Hintergrundbeleuchtung nur während des Schließens der Schranken einzuschalten braucht. Bemerkenswert ist, daß der so geschaffene Leuchtdichteunterschied

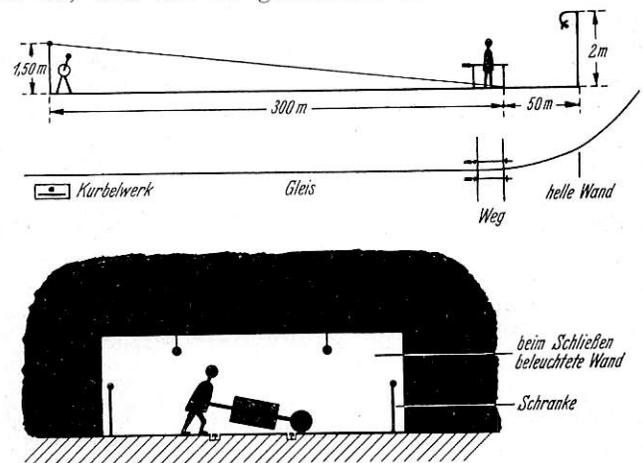


Abb. 9. Heller Hintergrund ermöglicht sichere Fernbedienung einer Schranke auch bei großer Entfernung.

sowohl von der Entfernung des Bedieners vom Übergang als auch des Übergangs von der Hintergrundtafel völlig unabhängig ist. Diese Entfernungen haben nur Einfluß auf die Breite und Höhe, die der künstliche Hintergrund erhalten muß.

Zum Schluß noch ein Wort zu den dreieckigen internationalen Warnzeichen, mit denen dem Straßenbenutzer besondere Gefahrstellen und auch Eisenbahnübergänge angekündigt werden. Sie stimmen, um einen starken Eindruck zu machen, überein in der charakteristischen Form eines gleichseitigen, rot geränderten Dreiecks und unterscheiden sich durch das schwarze Kennzeichen, das die Art der bevorstehenden Gefahr erkennen läßt. Hierfür sind — psycho-

logisch durchaus richtig — Symbole gewählt, die im geistigen Auge des Fahrers die Vorstellung dessen auslösen, was er im Gelände mit seinem körperlichen Auge suchen soll, im Falle einer Querrinne deren Querschnitt, einer Krümmung eine S-Kurve, einer Straßenkreuzung ein Kreuz, eines beschränkten Eisenbahnübergangs ein Gatter, eines unbeschränkten Eisenbahnübergangs eine Lokomotive. Diese Zeichen sind zu einer Zeit vereinbart worden, wo Warnlichtanlagen erst in den Anfängen waren. Durch ihre zunehmende Einführung ist der Leitgedanke für die Wahl der Zeichen nicht mehr gewahrt.

Aus Mangel an einem besonderen Zeichen wird z. Z. ein durch Warnlicht geschützter Übergang genau so wie ein ungeschützter angekündigt, obwohl der Kraftfahrer nicht eine Lokomotive, sondern ein Warnlicht sichten soll, das ja deswegen aufgestellt ist, weil die Lokomotive zu spät sichtbar werden würde. Es wäre zu begrüßen, wenn zur Ankündigung von Bahnübergängen mit Warnlichtanlagen ein besonderes Zeichen vereinbart würde, vielleicht in Gestalt eines von der Seite gesehenen Scheinwerfers, einer Sonne mit Strahlenkranz oder eines Leuchtturms.

### Die selbsttätigen Warnanlagen an Wegübergängen auf elektrisch betriebenen Strecken der Niederländischen Eisenbahnen.

Von Abteilungsvorstand Dipl. Ing. J. H. Verstegen.

Im Org. Fortsch. Eisenbahnwes. Heft 24 vom 15. Dezember 1938 habe ich die Niederländische Ausführung der selbsttätigen Warnanlagen an Wegübergängen auf zweigleisigen Strecken mit Dampftrieb beschrieben. Die Resultate führten zu einer so günstigen Beurteilung, daß seitdem die Anzahl der in Betrieb oder in Ausführung genommenen und namentlich auch der geplanten Einrichtungen stark zugenommen hat: im Betrieb sind jetzt 12, in Ausführung befinden sich 30, geplant sind im Augenblick etwa 100. Ein großer Teil dieser Wegübergänge ist jetzt noch mit Schranken ausgerüstet, so daß bei ihrem Ersatz durch Signale an Bedienung erspart wird. Eine Ausnahme davon bilden eine Anzahl Wegübergänge, die schon seit längerer Zeit unbewacht waren und die jetzt vom Verkehrsminister im Einvernehmen mit dem Automobilklub dazu auszuweisen wurden, auf Staatskosten mit selbsttätigen Warnanlagen versehen zu werden.

Von den im Betrieb und in Ausführung stehenden Anlagen liegen auch einige auf elektrisch betriebenen Strecken; über diese sollen hier nähere Einzelheiten gegeben werden. Abb. 1 zeigt zunächst die Schaltung für die normale Anordnung auf zweigleisigen Strecken (Kethel, Wassenaar)\*.

Die Gleisstromkreise sind für Wechselstrom eingerichtet

\*) Die isolierten Gleise 1 u. 2 endigen an den ersten Stößen nach dem Wegübergang. In Abb. 1 ist dies nicht deutlich zu erkennen.

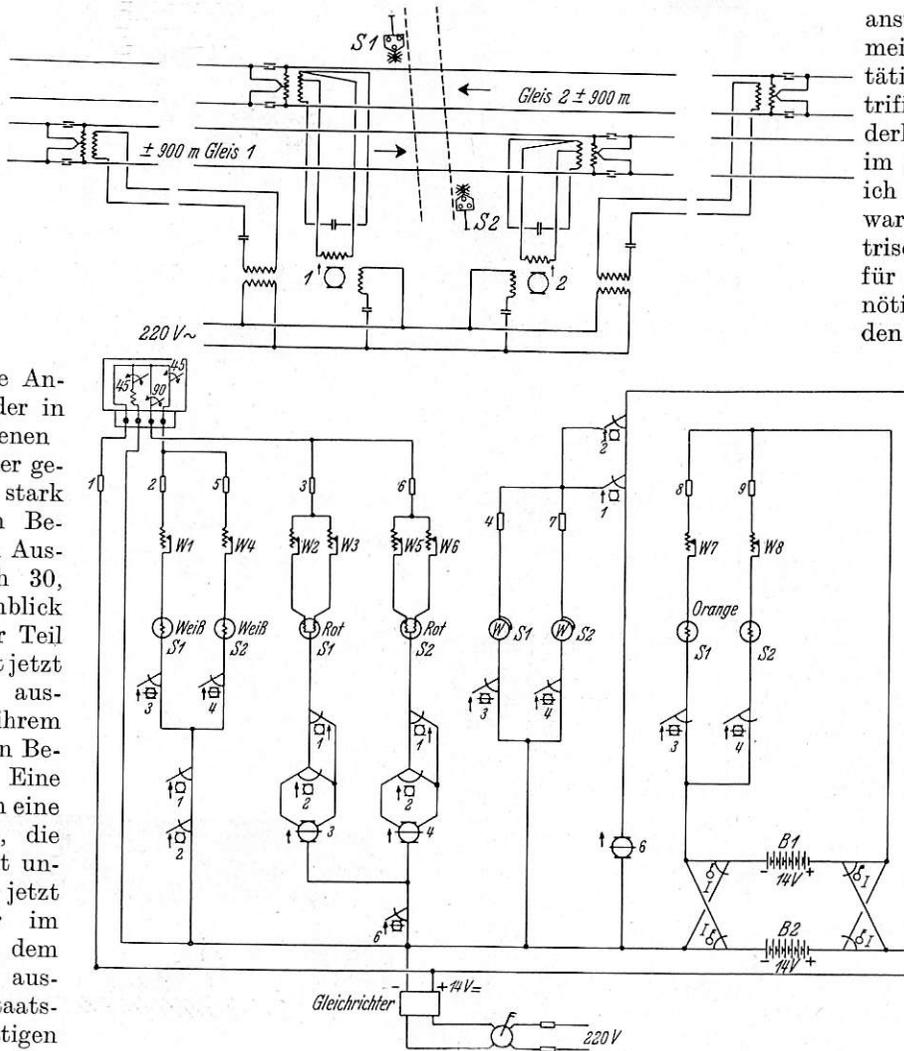


Abb. 1.

anstatt für Gleichstrom. In meinem Aufsatz: „Der selbsttätige Streckenblock auf elektrifizierten Strecken der Niederländischen Eisenbahnen“ im gleichen Heft S. 32 habe ich eingehend beschrieben, warum für unseren elektrischen Betrieb Wechselstrom für die Gleisstromkreise benötigt wird. Als Probe werden hier andere Drosselstöße verwendet als die dort beschriebenen: die hier verwendeten sind die sogenannten „Resonanz“-Drosselstöße, von der V. E. S. geliefert, die durch Kondensatoren, wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, mit Umformung im Drosselstoß derartig auf Resonanzwirkung geregelt sind, daß der scheinbare Widerstand ungefähr  $2 \Omega$  gegen Wechselstrom von 50 Perioden beträgt (anstatt ungefähr  $0,5 \Omega$  des früher beschriebenen Drosselstoßes ohne Resonanzwirkung).

Zur Erzielung des richtigen Phasenwinkels zwischen den beiden Phasen des Wech-

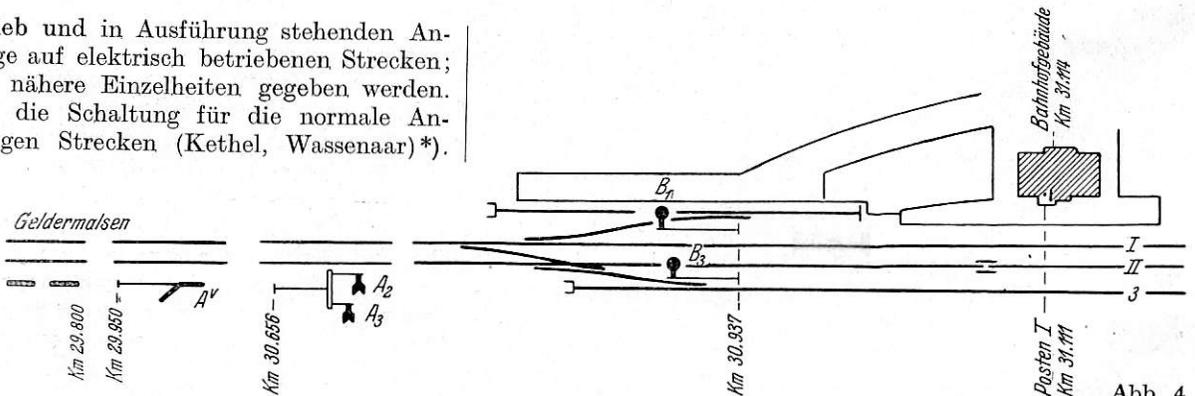


Abb. 4.

selbststrom-Motorgleisrelais ist auch in der lokalen Phase des Relais ein Kondensator eingeschaltet.

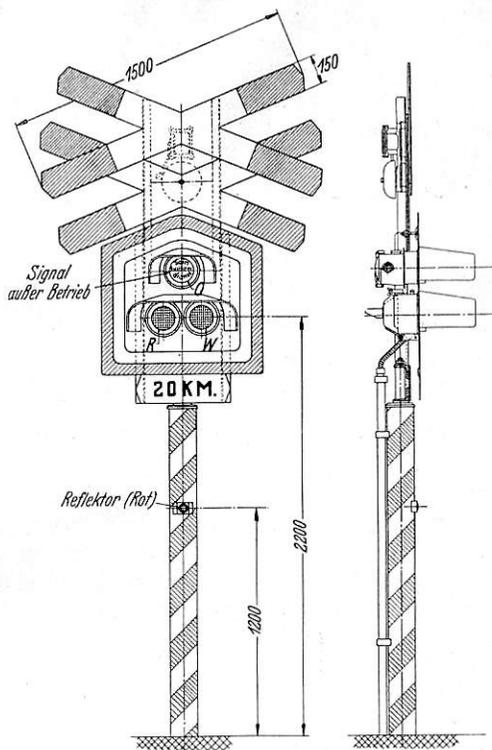


Abb. 2.

Übrigens ist der früher gegebenen Beschreibung nur hinzuzufügen, daß in der Stromversorgung der weißen Lichtsignale eine Vereinfachung stattgefunden hat. Diese brennen nämlich jetzt auch mit Gleichstrom, ebenso wie die roten Lichtsignale, so daß ein Transformator und das Überwachungsrelais fortfallen konnten. Diese Vereinfachung braucht nicht, wie man zunächst annehmen könnte, mehr Strom, im Gegenteil etwas weniger, weil der Verlust im Transformator und der Verbrauch des Überwachungsrelais fortfallen und offenbar der Gleichrichter jetzt besser ausgenutzt wird. Da jetzt überdies nicht mehr Gleich- und Wechselstrom gemeinsam am Blinkerapparat angeschlossen sind, ist auch die Schwierigkeit weggefallen, daß das Quecksilber sehr genau eingestellt werden mußte, um einem zeitweiligen Auftreten einer Art Vor- und Nachblinkens des weißen Lichtsignals vorzubeugen. Kurz und gut, diese Änderung hat nur Vorteile gebracht.

Noch eine kleine Änderung ist erwähnenswert: die Seitenlichter des orangefarbenen Störungssignals (Abb. 2) werden ebenfalls orange-

farbig statt weiß, weil es doch schließlich besser ist, daß außer dem weißen Blinklicht kein andres weißes Licht sichtbar werden kann.

Abb. 3 stellt einen vom normalen abweichenden Fall dar, wobei eines der beiden Gleise in der isolierten Strecke von einer Fahrstraße aus dem andern Gleis, nämlich von Zügen aus Zaltbommel in Gleis 3, gekreuzt wird (Abb. 4). Diese Züge sind an dem Wegübergang schon vorübergefahren und dürfen sich also nicht noch einmal ankündigen, wenn sie das andere Hauptgleis kreuzen und die isolierte Strecke darin kurz schließen. Dieser Kurzschluß soll deshalb ausgeschaltet werden. Dazu wird die Kreuzung des Hauptgleises für sich isoliert (dies war für die Sicherungsanlage von Waardenburg als Fahrstraßenauflösung schon so wie so nötig) und mit den beiderseitigen isolierten Teilen derart vereinigt, daß, wenn Gleisrelais 7 angezogen ist, Transformator II dem mittelsten isolierten Teil Strom zuführt (über einen Kontakt von Relais 7), und wenn Gleisrelais 8 angezogen ist, Transformator III auf gleiche Weise dem letzten isolierten Teil Strom zuführt, so daß endlich Gleisrelais 2 am Wegübergang Strom bekommt. Mittels Zungenkontakten der Weiche 10 wird jetzt für die Fahrstraße von Zaltbommel in Gleis 3 die Stromlieferung für Gleisrelais 8 davon unabhängig, daß der Zug den mittelsten isolierten Teil kurzschließt, so daß Gleisrelais 8 dabei nicht abfällt, Gleisrelais 2 am Wegübergang angezogen bleibt und demgemäß die weißen Blinklichter am Wegübergang nicht auf rot umschalten. Durch die Unterteilung der isolierten Strecke in drei Teile kann man für diese Richtung ohne Drosselstöße auskommen. Es wird, wie im gleichen Heft beschrieben, nur eine Schiene isoliert mit Vorschaltung von Gleichgewichtsimpedanzverbindungen.

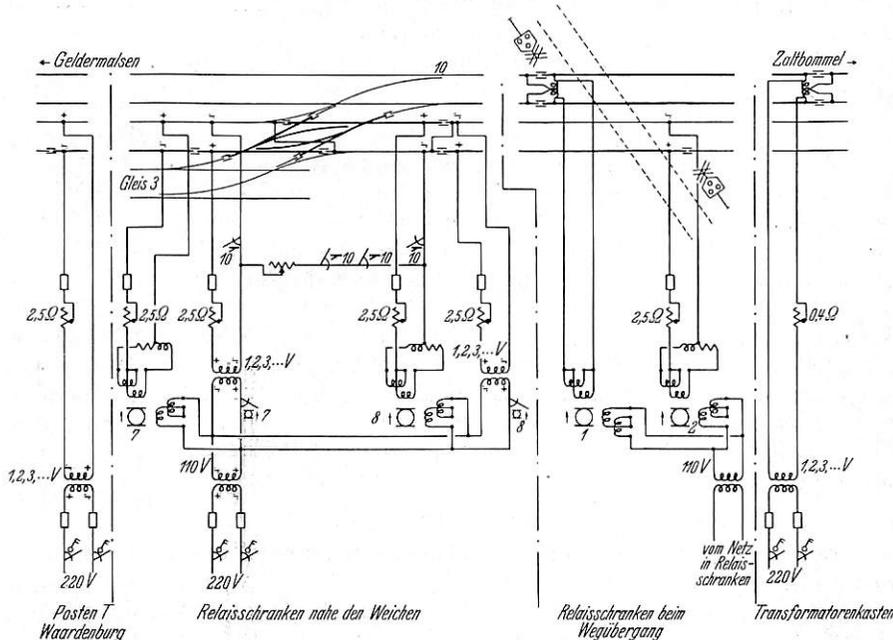
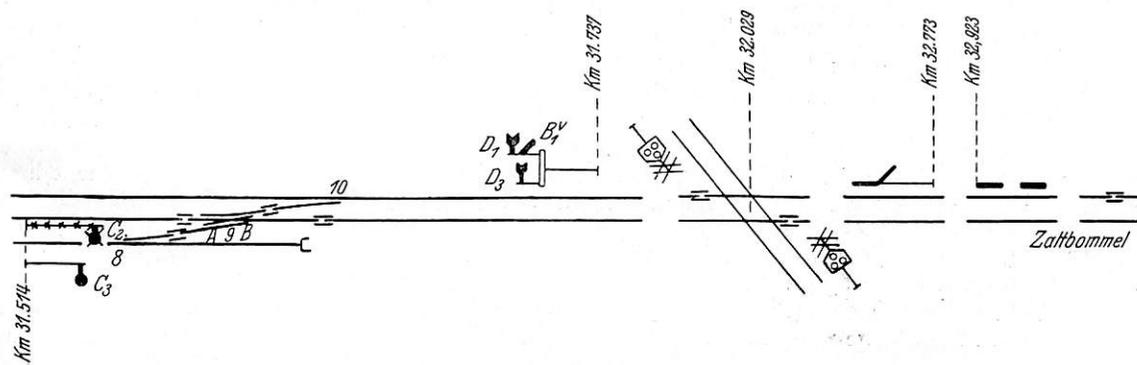


Abb. 3.



Im anderen Hauptgleis aber sind die gleichfalls schon vorher beschriebenen Drosselstöße angebracht.

Das Ausfahrtsignal C<sub>2</sub> für Züge über dem Hauptgleis aus Waardenburg nach Zaltbommel konnte fortfallen (weil in Waardenburg keine Züge mehr halten), um den Schwie-

rigkeiten vorzubeugen, die ein vor dem Signal auf der isolierten Strecke haltender Zug hinsichtlich der Ankündigung am Wegübergang verursacht. Die Bedingungen dafür, daß dieses Signal auf freie Fahrt gestellt werden darf, konnten ohne Schwierigkeit auch in das Einfahrtsignal gelegt werden. Übrigens haben wir auch schon einige Fälle behandelt mit einem Hauptsignal inmitten der Ankündigungstrecke. Wir unterteilen dann die isolierte Strecke beim Signal und schalten den Kurzschluß des ersten Teiles (vor dem Signal) aus, wenn das Signal auf Halt steht. Der zweite Teil des isolierten Gleises

(hinter dem Signal) arbeitet rein automatisch. Die Stelle des Signals soll dann so gewählt werden, daß der Zug mit der größten Beschleunigung, beim Signal anfangend, noch die volle Ankündigungsdauer verursacht. Diese Lösung ist nur möglich mit Signalen auf der freien Strecke, weil auf Bahnhöfe für haltende Züge das Signal schon längst gezogen sein kann.

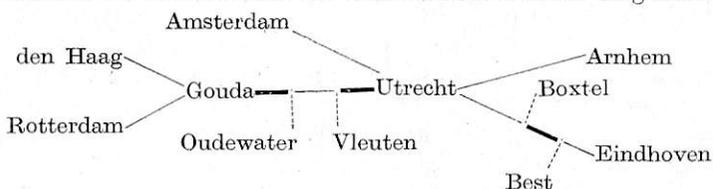
Ein Zug von Gleis 3 nach Zaltbommel fängt an sich anzukündigen, sobald die Weiche 9 A/B befahren wird. Die Schaltung der Wegübergangssignale selbst ist genau dieselbe wie in Abb. 1.

## Der selbsttätige Streckenblock auf elektrisch betriebenen Strecken der Niederländischen Eisenbahnen.

Von Abteilungsvorstand Dipl. Ing. J. H. Verstegen.

### I. Die Entwicklung bis zur Einführung des elektrischen Betriebs auf dem Mittelnetz.

Mit Einführung des Sommerfahrplans 1938 wurden rund 300 km des Mittelnetzes auf elektrischen Betrieb umgestellt:



Hierunter befinden sich drei Strecken mit selbsttätigem Streckenblock, der anlässlich des elektrischen Betriebes umgebaut werden mußte: Gouda—Oudewater, Utrecht—Vleuten und Boxtel—Best.

Die Entwicklung des selbsttätigen Streckenblocks bis zu diesem Wendepunkt wurde größtenteils im Org. Fortsch. Eisenbahnwes. vom 1. März 1934 beschrieben.

Diese Entwicklung sei im folgenden nochmals kurz zusammengefaßt.

#### Stromlieferung.

Weil eine Stromlieferung über die ganze Strecke sehr kostspielig gewesen wäre, wurde bei der Inbetriebnahme der ersten Strecke (im Jahre 1926) von Wechselstrom und damit auch von Tageslichtsignalen abgesehen. Man wählte örtliche Stromerzeugung aus Batterien, und zwar Caustic-Soda-Batterien von 10 Volt für die Signale und von 0,6 Volt für die Gleisstromkreise: die Batterien wurden eingegraben, um sie gegen Frost zu schützen. Für die Beleuchtung der Nachtsignale wurden Dauerbrand-Öllampen gewählt, die eine Woche ohne Aufsicht brennen können.

Die hauptsächlichsten von uns bei dieser Entwicklung aufgestellten Grundsätze seien nun kurz dargelegt.

#### Der in Ruhe „geöffnete“ Streckenblock.

Die Frage, ob für den Ruhezustand der „geschlossene“ oder der „geöffnete“ Streckenblock gewählt werden sollte, wurde zugunsten des geöffneten Streckenblockes entschieden. Die Signale zeigen dabei im Ruhezustand „Fahrt frei“ und werden vom Zug (hinter ihm) auf „Halt“ oder „Vorsicht“ gebracht und weiterhin, wenn die Blockstrecke wieder frei ist, auch auf „Fahrt frei“. Bei dem in Ruhe geschlossenen Streckenblock bringt dagegen ein Zug vorwärts die Signale auf „Fahrt frei“ und legt sie hinter sich wieder zurück.

Die Schaltungen für den geöffneten Block sind viel einfacher und unterliegen deshalb viel weniger Störungsmöglichkeiten. Die Einwände gegen das geöffnete System sind dagegen, wenn man die große Erfahrung und Sorgfalt in der ausgezeichneten Durchbildung der Signalantriebe in Rechnung stellt, so weit eingeschränkt, daß unseres Erachtens das geöffnete System den Vorzug verdient. Überdies ist das Hauptbedenken gegen das geöffnete System — die Gefahr des Stehenbleibens in der Fahrtstellung, nachdem der Signalfügel lange Zeit auf

„Fahrt frei“ gestanden hat — größtenteils entkräftet durch den folgenden, von uns angenommenen Grundsatz:

Prüfung der Haltstellung der Hauptsignale hinter dem Zug.

Anderwärts verzichtet man bisweilen auf die Prüfung der Hauptsignale hinter dem Zug. Das entspricht jedoch nicht (ebensowenig wie in Deutschland) unseren Ansichten von Sicherheit. Wir prüfen also diese Haltstellung hinter dem Zug in unseren Schaltungen, aber nur so lang, als die Blockstrecke hinter dem Blocksignal besetzt ist. Wir übertragen also eine etwaige Störung dieses Signals nicht länger auf das vorhergehende Blocksignal, als es unbedingt nötig ist.

Das letztgenannte Signal sichert unter diesen Umständen eigentlich zwei Blockstrecken: die eigene und die des gestörten Signals; die Schaltungen werden dadurch allerdings etwas verwickelter.

#### Schutzstrecke.

Genau wie bei unseren handbedienten Blocksystemen ist einer Schutzstrecke von 100 m hinter dem Blocksignal Rechnung getragen, was z. B. in Amerika meistens nicht der Fall ist. Freilich werden auch dadurch die Schaltungen etwas verwickelter: die Schutzstrecke gehört ja doch sowohl zur Blockstrecke des benachbarten Blocksignals wie zu der des vorhergehenden.

#### Vorsignale.

Gleichfalls in Übereinstimmung mit unseren handbedienten Blocksystemen werden die Blocksignale von gesonderten Vorsignalen angekündigt. Wir machen also keinen Gebrauch von den anderwärts vielfach üblichen Blocksignalen, die zugleich Vorsignal des folgenden Blocksignals sind (sogenannte dreistellige Signale).

Auch das Vorsignal stellt sich sofort hinter dem Zug zurück.

In unseren ersten Schaltungen war das Vorsignal, genau wie bei unseren handbedienten Signalen, nur eine Wiederholung des Blocksignals. Das Vorsignal bleibt alsdann hinter dem Zug noch einige Zeit auf „Fahrt frei“ stehen, kann sogar hinter einem Zug, der vor dem „Halt“ zeigenden Blocksignal warten muß, noch auf „Fahrt frei“ kommen.

Besonders beim selbsttätigen Streckenblock ist dies nicht schön; eine bessere Lösung ist jedoch kostspielig. Durch die Entwicklung einer Schaltung mit einem besonderen, polarisierten Gleisrelais konnte diese Frage jedoch wirtschaftlich günstig dadurch gelöst werden, daß das Kabel zwischen den Signalen fortfallen konnte: das isolierte Gleis selbst dient hier nämlich zugleich als Zuleitung.

Im Anfang das „permissive“, nachher das „absolute“ Blocksignal.

Im Anfang wurde, wie es auch anderswo meistens üblich ist, das sogenannte „permissive“ Blocksignal gewählt: wenn

nämlich ein Zug vor einem „Halt“ zeigenden Blocksignal wartet und nach 3 Min. das Signal noch Halt zeigt, darf angenommen werden, daß Störung vorliegt; unter Berücksichtigung besonderer Vorschriften und unter eigener Verantwortung dürfte dann mit Vorsicht weiter gefahren werden; nur bei Nebel mußte mit dem folgenden Bahnhof in Verbindung getreten werden, wozu bei jedem Blocksignal ein Fernsprecher aufgestellt ist.

Weil die Anzahl der Störungen sehr klein gehalten werden konnte und die Reihen von Blockstrecken bei uns wohl niemals vielgliedrig sein werden (vier Blockstrecken zwischen zwei Bahnhöfen ist noch immer die höchste Anzahl), wurde das System des „permissiven“ Blocksignals verlassen und ersetzt durch das System des sogenannten „absoluten“ Blocksignals. Dabei muß

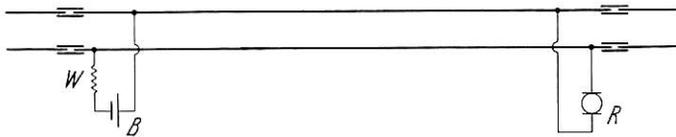


Abb. 1. Ruhestromschaltung des Gleisstromkreises (Gleichstrom).

beim Halten vor einem Blocksignal die Zustimmung zur Weiterfahrt stets auf dem Fernsprecher eingeholt werden. Aber auch nach erlangter Zustimmung muß vorsichtig gefahren werden, weil die vorhandene Störung durch einen Schienenbruch verursacht sein kann.

Schon einige Male hat sich ein Schienenbruch durch ein gestörtes selbsttätiges Blocksignal verurteilt.

System der Prüfung der Gleisstromkreise im Signal.  
Um klar zu machen, welche Sicherungssysteme von uns angewendet wurden, werden die Abb 1 bis 4 der Veröffentlichung 1934 hier wiederholt.

Abb. 1. Die Ruhestromschaltung eines Gleisstromkreises.

Abb. 2. Diese angewendet für ein selbsttätiges Blocksignal.

Abb. 3 und 4. Diese ausgedehnt auf eine Blockstrecke, bestehend aus drei isolierten Strecken: Abb. 3 mit Linienrelais (LR) und Abb. 4 ohne solche.

Nachdem im Anfang sicherheitshalber das System nach

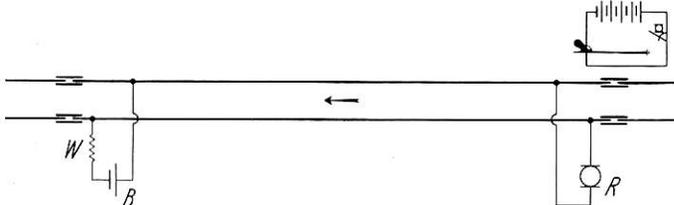


Abb. 2. Abhängigkeit eines selbsttätigen Blocksignals vom Gleisstromkreis (Gleichstrom).

Abb. 3 gewählt war, wurde nachher auf Grund einer erfolgreichen Probe das System nach Abb. 4 für alle folgenden Bahnstrecken gewählt. Es ist nämlich einfacher und daher billiger, weil die Drahtleitungen, die sonst die ganze Bahnstrecke entlang für die Linienstromkreise nötig sind, gespart werden können.

## II. Der Umbau des selbsttätigen Streckenblocks auf drei Bahnstrecken infolge des elektrischen Betriebs im Mittelnetz.

### Die Gleisstromkreise.

Weil die Schienen als Rückleitung für den Bahnstrom (Gleichstrom) benutzt werden müssen, können nicht ohne weiteres in beiden Schienensträngen Isolierstöße für Gleisstromkreise angebracht werden. Isoliert man nur eine der beiden Schienen, so ruft der Bahnstrom einen Spannungsunterschied zwischen dem isolierten und dem durchgehenden Schienenstrang hervor, der viel größer sein kann als die übliche

Spannung, die für das richtige Wirken eines isolierten Gleises nötig ist. Infolgedessen scheint für die Gleisstromkreise eine andere Stromart erforderlich.

Das hätte für das ganze Mittelnetz bedeutet, Hunderte von isolierten Schienen und Weichen von Gleichstrom auf Wechselstrom umzubauen. Abgesehen von den großen Kosten war hierfür auch die kurze Zeit, die zur Verfügung stand, ein sehr wichtiges Hindernis.

### Isolierte Schienen (18 m) und Weichen.

Einen Ausweg haben wir in einem sehr einfachen Hilfsmittel für die kurzen Schienen und die Weichen gefunden, und zwar in der Einschaltung eines festen Widerstandes ( $\pm 10 \Omega$ ) zwischen dem isolierten und dem durchgehenden Schienenstrang; dadurch nahm die vom Bahnstrom erzeugte Spannung

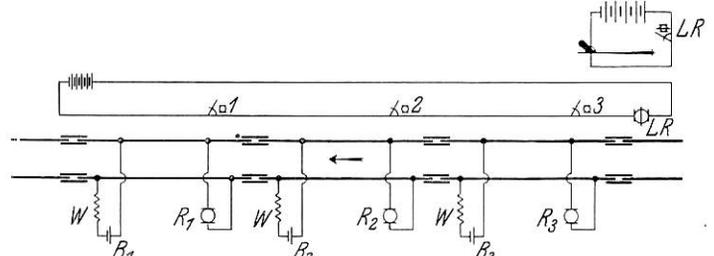


Abb. 3. Vereinfachte Schaltung einer Blockstrecke mit Linienrelais (LR). (Gleichstrom-selbsttätiger Streckenblock).

bedeutend ab, so daß für fast alle isolierten Schienen und Weichen der Gleichstrom ungeändert beibehalten werden konnte, nur daß viele Batterien umgepolt werden mußten, um sie mit der vorherrschenden Richtung des Bahnstromes gleichzurichten. Zwar wurde der Isolationswiderstand dieser isolierten Schienen und Weichen bedeutend herabgesetzt, in Vergleich mit langen isolierten Gleisen — es kommen solche bis 2000 m Länge vor — ist er aber immer noch groß genug.

Ein Vorteil dabei ist noch, daß der vereinigte Widerstand der isolierten Schiene und des festen Widerstandes viel weniger von der Witterung abhängig ist; er ist ziemlich unveränderlich, so daß die Gleisstromkreise nach dieser Hinsicht genauer eingestellt werden können.

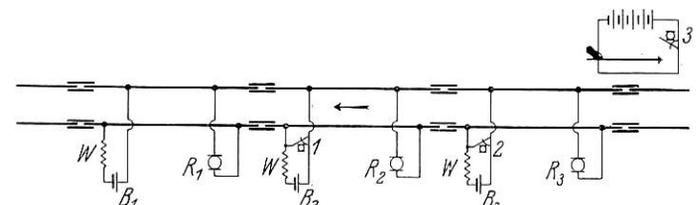


Abb. 4. Vereinfachte Schaltung einer Blockstrecke ohne Linienrelais. (Gleichstrom-selbsttätiger Streckenblock).

### Isolierte Gleise von 100 bis 500 m.

Auf den drei Bahnstrecken mit selbsttätigem Streckenblock, die umgebaut werden mußten, sind die kürzesten isolierten Gleise (die Schutzstrecken) reichlich 100 m lang, ziemlich viel, um sie mit dem Hilfsmittel eines festen Widerstandes noch mit Gleichstrom zu betreiben. Sie mußten also für Wechselstrom eingerichtet werden: wohl ist es aber noch möglich, bei dieser Länge nur einen Strang zu isolieren.

Der Spannungsunterschied des Bahnstromes am Anfang und am Ende des Gleises, der im Verhältnis zur Länge wächst, verursacht nicht nur in dem durchgehenden Schienenstrang, sondern auch im Gleisstromkreis (Transformator, isolierter Schienenstrang und Gleisrelais) einen Stromlauf, dessen Stromstärke in engen Grenzen bleiben muß, damit der störende Einfluß auf die magnetischen Eigenschaften des Relais nicht zu stark wird.

## Isolierte Gleise länger als 500 m.

Die Mittel, mit denen dieser Einfluß eingeschränkt werden kann, reichen über eine bestimmte Länge (etwa 400 bis 500 m) nicht mehr aus, so daß darüber hinaus doch beide Schienenstränge zum Zurückführen des Bahnstromes benutzt werden müssen.

## Drosselstöße.

Dann kommt man also ohne Drosselstöße nicht mehr aus, die nahe den Isolierstößen im Gleis eingebaut werden. Während der Widerstand der schweren kupfernen Windungen des Drosselstoßes für den Bahnstrom vernachlässigt werden kann, ist der Widerstand für den Wechselstrom des Gleisstromkreises (50 Perioden) noch mehr als  $\frac{1}{2} \Omega$ : die Schaltung ergibt sich aus den Abb. 5 und 6. Solange der Bahnstrom in den beiden

für die „Fahrt frei“-Stellung der Signale erfüllbar zu machen, womit das Mindestmaß an Änderungen gegeben war. Dieses Mindestmaß war übrigens immer noch umfangreich genug und umfaßte hauptsächlich:

1. Die Wechselstromspeisung. Oberirdische Stromlieferung über die ganze Bahnstrecke wurde verworfen angesichts ihrer Störungsmöglichkeiten, vielmehr wurde Lieferung mit Untergrundkabeln gewählt, und zwar für Wechselstrom von 1500 Volt, unterwegs für alle isolierten Gleise abgezweigt in Kasten (Abb. 7), in denen Transformatoren die Spannung auf 220 Volt herabsetzen, welche Spannung in die Relaiskasten mit Kabeln eingeführt wird.

Erwogen wurde, ob Anschluß unmittelbar an städtische Werke oder an eigene Umformerstationen angebracht sei. Die erste Lösung wurde als unsicher erachtet angesichts von Lieferungsstörungen, die zweite aus dem gleichen Grund, wenn auch in geringerem Maße, jedoch auch deshalb, weil in einigen Fällen die große Entfernung diese Lösung sehr kostspielig gemacht hätte. Oft hört man die Meinung, daß beim Anschluß an den Bahnstrom Stromunterbrechungen für die Signale bedeutungslos seien, weil dann doch der ganze Betrieb gestört ist. Meistens fahren jedoch auf solchen Strecken nicht nur elektrische Züge; gerade dann, wenn eine ernsthafte Störung eintritt, müssen aber mehr andere Züge fahren. Oder es ist vielleicht auch möglich, daß eine andere Umformerstation die Lieferung von Bahnstrom für die gestörte Strecke auf sich nimmt. Jedenfalls kann in all diesen Fällen die Dauerbereitschaft des Streckenblocks von großer Bedeutung sein. Es wurde daher beschlossen, eine Akkumulatorenbatterie als Reserve vorzusehen; in zweien der drei Fälle konnte diese Batterie auch noch mit den Batterien verbunden werden, die zu den elektrischen Sicherungsanlagen der Endbahnhöfe des selbsttätigen Streckenblocks gehören, nämlich in Utrecht und Best.

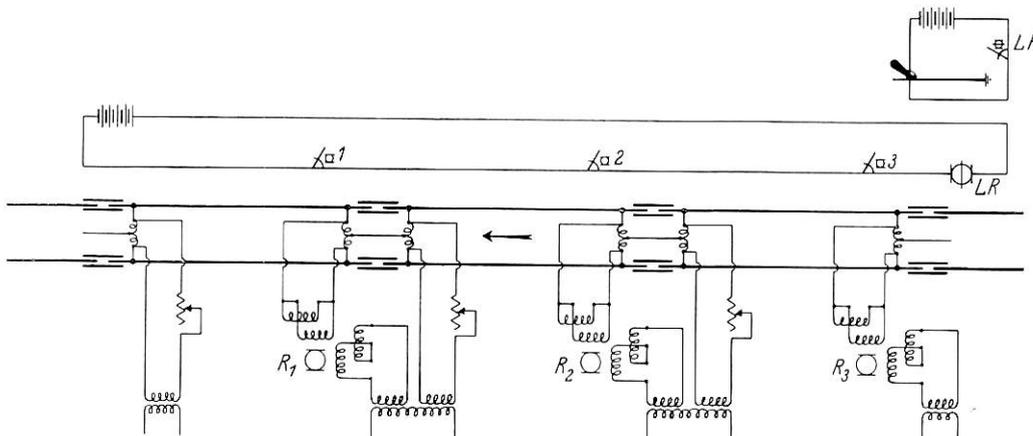


Abb. 5. Vereinfachte Schaltung einer Blockstrecke mit Linienrelais (LR) auf elektrifizierter Bahnstrecke (nur die Gleisstromkreise mit Wechselstrom).

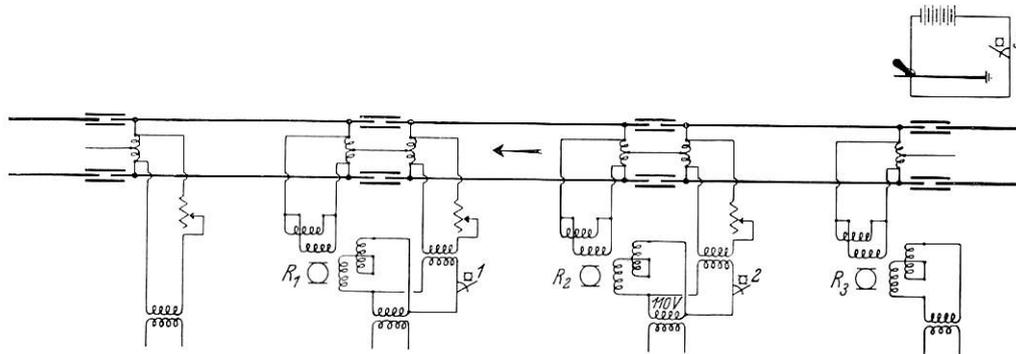


Abb. 6. Vereinfachte Schaltung einer Blockstrecke ohne Linienrelais auf elektrifizierter Bahnstrecke (nur die Gleisstromkreise mit Wechselstrom).

Schienensträngen gleich ist, findet kein schädlicher Einfluß auf die magnetische Wirkung des Drosselstoßes statt: erst bei einem Unterschied über 20% der beiden Ströme wird der scheinbare Widerstand merklich ungünstig beeinflusst.

## Festsetzung, was geändert werden sollte.

Fest stand also, daß auf den drei Bahnstrecken alle Gleisstromkreise von Gleichstrom in Wechselstrom geändert werden mußten. Mit Rücksicht auf die großen Kosten und auf die Kürze der Umbauzeit war es erwünscht, nur das zu ändern, was unbedingt notwendig war. Obgleich also der Gebrauch von Tageslichtsignalen statt der Armsignale sehr gut möglich gewesen wäre, da jetzt Wechselstrom zur Verfügung stand, wurde vorläufig davon abgesehen. Die bestehenden Armsignale mit ihrem vorzüglichen Signalantrieb leisten ihren Dienst ausgezeichnet, die Batteriegehäuse mit 10 Volt-Batterien für die Signale sind einmal da und der Strom dieser Batterien konnte auch benutzt werden — über Kontakte der neuen Wechselstrom-Gleisrelais — in Linienrelais die Bedingungen

wird der Drehstrommotor eines Umformers gespeist, der auf der einen Seite eine Einphasen-Wechselstrommaschine, auf der anderen eine Gleichstrommaschine antreibt (Abb. 8). Die Gleichstrommaschine ladet die Akkumulatorenbatterie; der Strom des Wechselstromerzeugers wird auf 1500 Volt umgeformt und mit einem Kabel die Strecke entlang geführt. Wenn die Stromlieferung vom Werk ausfällt, treibt die Batterie die Gleichstrommaschine und dadurch Wechselstromerzeuger. Ferner ist noch ein Reserveumformer aufgestellt; überdies ist für den Fall, daß all diese Vorkehrungen außer Betrieb kämen, ein unmittelbarer Anschluß der 220 Volt-Seite des 1500 Volt-Transformators an das Netz möglich.

2. Die Gleisstromkreise. Wie schon gesagt, mußten alle langen isolierten Strecken am Anfang und am Ende mit Drosselstößen ausgerüstet werden, um die Gleisstromkreise von Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln (Abb. 9 und 10). Die Verbindungen der Windungen mit dem Gleis sind aus schwerem kupfernen Litzendraht hergestellt, die Verbindungen des Transformators und des Relais (Abb. 5 und 6) sind in den Kasten der Drosselstöße angeordnet.

Weil durch den niedrigen Widerstand der Drosselstöße der Isolationswiderstand des isolierten Gleises klein wird, müssen sehr empfindliche Gleisrelais verwendet werden. Deshalb sind für die Gleisrelais Zweiphasenmotoren gewählt worden (Abb. 11). Die Linienphase (110 V, 0,3 A) wird unmittelbar von einem Transformator gespeist, ist also unabhängig von

Kabelverbindungen der neuen Relaiskasten nach den Drosselstößen konnten im voraus ganz und gar fertig gemacht werden, desgleichen die Drosselstöße selbst: nur mußten die Verbindungen der Drosselstöße vorläufig von den Schienen isoliert

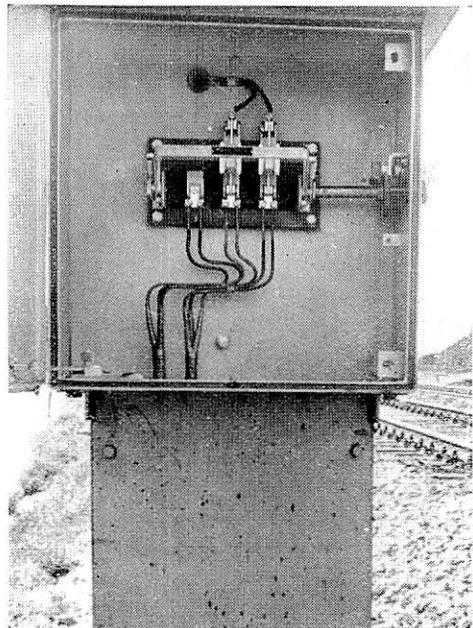


Abb. 7a. Abzweigkasten mit Transformator 1500/220 V. Hochspannungsseite.

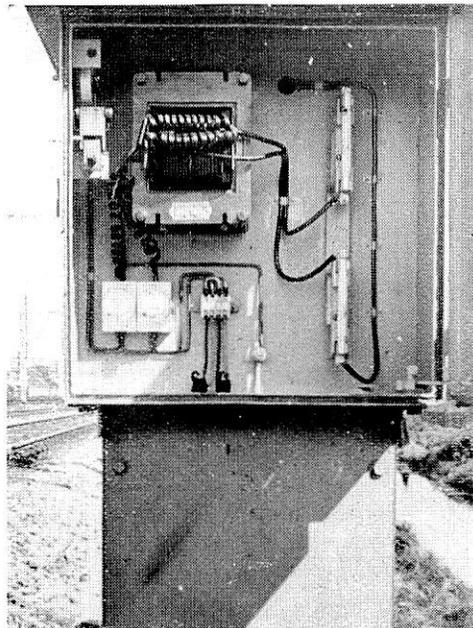


Abb. 7b. Abzweigkasten mit Transformator 1500/220 V. Niedrige Spannungsseite.

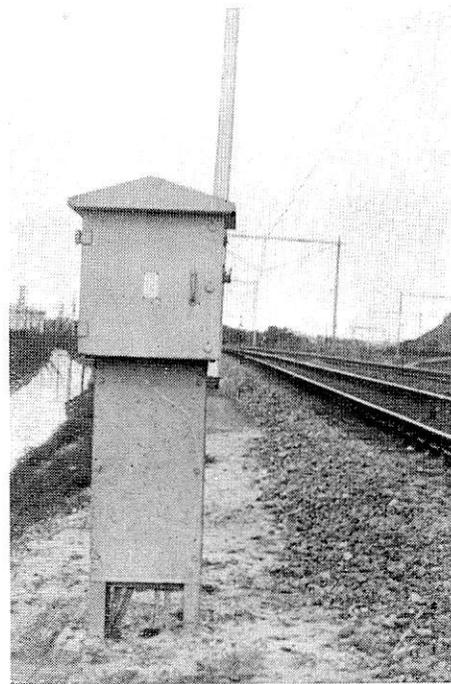


Abb. 7c. Abzweigkasten.

veränderlichen Verhältnissen des Gleises; die zweite Phase, die Gleisphase ( $\pm 0,225 \text{ V} \pm 0,4 \text{ A}$ ) bezieht den benötigten Strom aus dem isolierten Gleis: mit der halben Stromstärke ( $\pm 0,2 \text{ A}$ ) fällt das Relais ab, es fängt an anzuziehen bei  $\pm 0,3 \text{ A}$ ,

bleiben, weil der kleine Ohmsche Widerstand der Drosselstöße den Betrieb mit dem bestehenden, selbsttätigen Gleichstrom-Streckenblock unmöglich gemacht hätte. Mit Kabeln zwischen den neuen und den alten Relaiskasten, ferner von den neuen Relaiskasten nach dem bestehenden Batteriegehäuse konnten viele neue Verbindungen im voraus ganz und gar fertig gemacht werden, so daß der Übergang vom alten auf den neuen selbsttätigen Streckenblock planmäßig und glatt vonstatten ging, und zwar von einer isolierten Strecke zur anderen oder Block um Block.

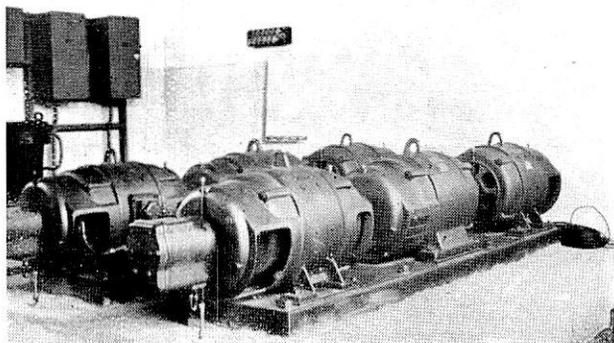


Abb. 8. Umformer.

hat aber erst bei  $\pm 0,4 \text{ A}$  den vollen Kontaktdruck. Der geringe Anteil der Gleisphase beim Anziehen des Relais (im Vergleich mit der Linienphase) macht es möglich, isolierte Gleise ungeachtet ihres niedrigen Isolationswiderstandes dank den Drosselstößen über 2000 m lang zu machen.

3. Relaiskasten. Die größeren Wechselstromgleisrelais und das übrige Wechselstromzubehör machten es notwendig, neue größere Relaiskasten aufzustellen (Abb. 12): dadurch wurde die Inbetriebnahme selbst einfacher, weil diese neuen Kasten unabhängig vom bestehenden Betrieb eingerichtet werden konnten.

4. Kabelverbindungen und -Hilfsverbindungen zwischen alten und neuen Einrichtungen. Auch die

III. Anwendung der bisherigen Grundsätze auf die Gleisstromkreise mit Wechselstrom.

Grundsätze.

Die im ersten Teil besprochenen Grundsätze, die für Gleichstrom galten, sind jetzt auch für Wechselstrom voll-

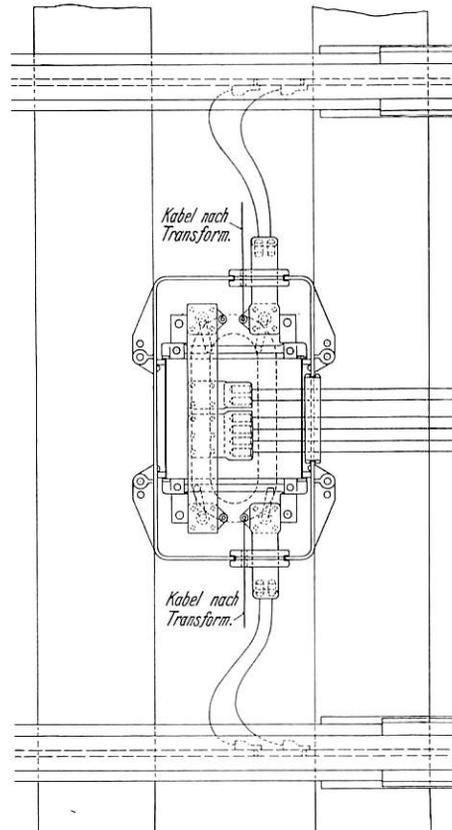


Abb. 9. Schema des Drosselstoßes.

ständig aufrecht erhalten, einschließlich der beiden Anordnungen nach den Abb. 3 und 4 (nämlich die Schaltung mit Linienstromkreisen, also mit Signaldrähten die Strecke entlang, sowie die Schaltung ohne diese Teile). Beide Schaltungen tauchen jetzt wieder in den Abb. 5 und 6 auf. Auf den beiden Bahnstrecken Gouda—Oudewater und Utrecht—Vleuten

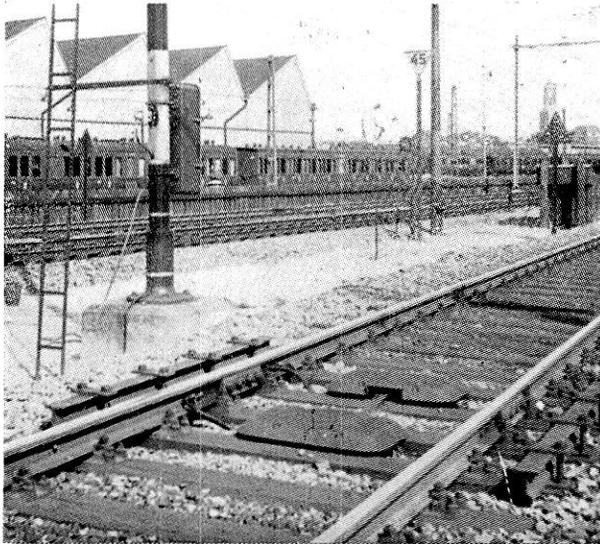


Abb. 10. Drosselstöße im Gleis.

standen nämlich genug Signaldrähte zur Verfügung, weil der elektrische Betrieb für die Schwachstromleitungen getrennte Pupin- und Signalkabel nötig machte. Dadurch war es möglich, für diese beiden Bahnstrecken die Schaltung nach Abb. 5 (übereinstimmend mit der Schaltung nach Abb. 3) zu wählen. Falls genug Signaldrähte zur Verfügung stehen, ist nämlich



Abb. 11. Zweiphasenmotor-Gleisrelais.

die Schaltung nach Abb. 5 einfacher als die nach Abb. 6, weil bei dieser für die Speisung des isolierten Gleises zwischen Haupttransformator und Gleis noch ein Zwischentransformator nötig ist, und zwar wegen der Kontakte der Gleisrelais in der Speisung des Gleises. Diese Zusatzeinrichtung ist in der entsprechenden Gleichstromschaltung nach Abb. 4 nicht nötig, weil kein Bahnstrom vorhanden ist.

Für die Strecke Boxtel—Best wurde trotzdem die Schaltung nach Abb. 6 vorgezogen, weil hier nur ein Kabel für die Schwachstromleitungen nötig war, nämlich ein vereinigttes Pupin- und Signalkabel. Dadurch waren weniger Drähte für den selbsttätigen Streckenblock verfügbar, während überdies für ein kostspieliges pupinisiertes Kabel, das auf das Telefonieren über große Entfernungen zugeschnitten ist, häufige Unterbrechungen, wie sie für den selbsttätigen Streckenblock nach Abb. 5 notwendig sein würden, nicht empfehlenswert wären. Diese Überlegungen machten die Bahnstrecke Boxtel—Best ganz vorzüglich geeignet, die Schaltung nach Abb. 6 zu erproben.

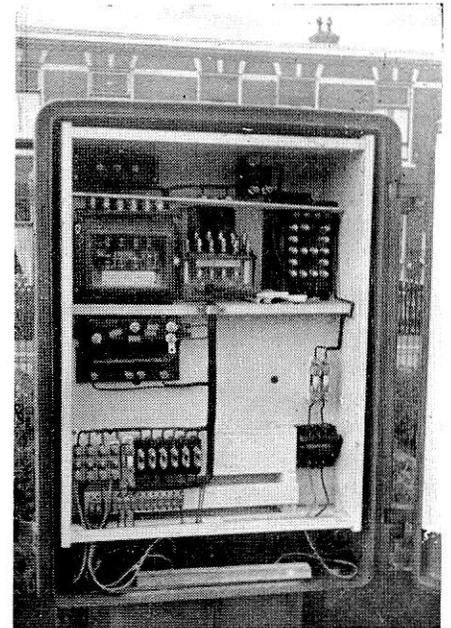


Abb. 12. Relaiskasten.

Die Gleisstromkreise.

In Abb. 13 und 14 sind die Schaltungen eines doppeltisolierten Gleises für Wechselstrom wiedergegeben: Abb. 13 nach Art der Abb. 5, Abb. 14 nach Art der Abb. 6. In letztgenannter Schaltung kommt der schon erwähnte Kontakt am Gleisrelais des folgenden isolierten Gleises (gerechnet in der Fahrtrichtung) vor. Die Stromlieferung für ein isoliertes Gleis ist also abhängig vom Gleisrelais des folgenden isolierten Gleises usw., so daß das erste Gleisrelais hinter dem Blocksignal die Lage der ganzen Blockstrecke beherrscht.

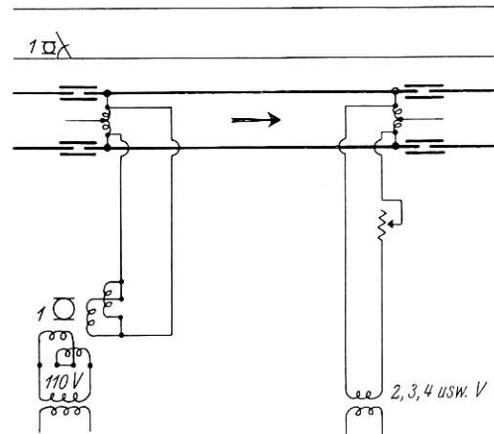


Abb. 13. Schaltung eines Wechselstrom-Gleisstromkreises für doppeltisolierte Gleise auf elektrifizierter Bahnstrecke (mit Linienstromkreis).

Aus den Schaltungen ergibt sich, daß beide Phasen des zweiphasigen Motorgleisrelais zwei Windungen haben, die beide hinter- und nebeneinander geschaltet werden können, so daß ein und dasselbe Relais für alle unterschiedlichen Verhältnisse der isolierten Gleise dienen kann.

Doppeltisolierte Gleise.

Der normale Fall ist in den Abb. 13 und 14 gezeigt: die beiden Windungen der Gleisphase neben- und die der Linien-

phase hintereinander. Dies ist der Fall für alle doppelt-isolierten Gleise bis 2 km Länge und alle einzelisierten Gleise unter 100 m Länge. Über die Länge von 2 km hinaus werden die beiden Windungen der Linienphase dann nebeneinander geschaltet: für diese Phase wird dann die halbe Spannung (55 Volt) benötigt, während die andere Hälfte der Spannung verarbeitet wird in einem induktiven Widerstand (der Verbrauch der Linienphase ist dabei der doppelte: 64 VA). Die Absicht hierbei ist, die zu große Phasenverschiebung der Gleisphase (infolge der großen Gleislänge) hinsichtlich der Linienphase aufzuheben durch eine Phasenverschiebung der Linienphase in derselben Richtung. Den langen Gleisen (1800 m) unserer drei Bahnstrecken war mit dieser Schaltung Rechnung getragen, jedoch zeigte es sich, daß sehr gut (ja sogar besser) ohne diese Erschwerung gearbeitet werden konnte (die überdies viel Strom verbraucht), so daß bis jetzt diese Schaltung bei uns noch nicht vorkommt. Offenbar war in unseren Fällen die Phasenverschiebung infolge des induktiven Widerstandes zu groß, so daß das Phasenverhältnis zwischen Gleis- und Linienphase ungünstig wurde. Dadurch wurde mehr Strom aus dem Gleis für die Gleisphase benötigt, also mehr Spannung

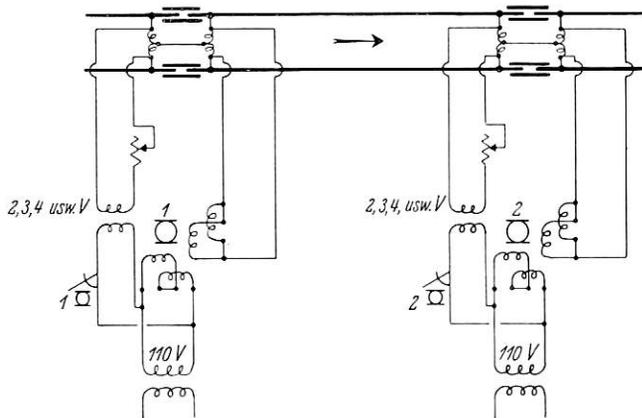


Abb. 14. Schaltung eines Wechselstrom-Gleisstromkreises für doppeltisolierte Gleise auf elektrifizierter Bahnstrecke (ohne Linienstromkreis).

**Drosselstöße im Gleis.**  
Wie schon beschrieben, haben die von uns verwendeten Drosselstöße einen Widerstand von reichlich  $0,5 \Omega$  gegen Wechselstrom von 50 Perioden. Wir sind damit sehr gut ausgekommen und haben in den ungünstigsten Fällen fast dieselbe Sicherheit gegen ungenügenden Zugkurzschluß wie zumindest mit unseren selbsttätigen Gleichstrom-Streckenblockschaltungen ( $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2} \Omega$  für das Abfallen des Wechselstromgleisrelais).

Weil jedoch in letzter Zeit mehr und mehr angestrebt wird, den scheinbaren Widerstand der Drosselstöße durch Parallelschalten von Kondensatoren zu erhöhen, womit 2 bis  $2,5 \Omega$  erreicht werden können, haben wir die Absicht, solche ebenfalls zu erproben, und zwar zunächst für selbsttätige Warnanlagen an Wegübergängen auf elektrisch betriebenen Strecken mit V.E.S.-Drosselstößen.

**Die Blocksysteme im ganzen.**

In den Abb. 16 und 17 ist die Schaltung einer ganzen Blockstrecke für eine Fahrtrichtung wiedergegeben: in Abb. 16 nach Art der Abb. 5 und in Abb. 17 nach Art der Abb. 6.

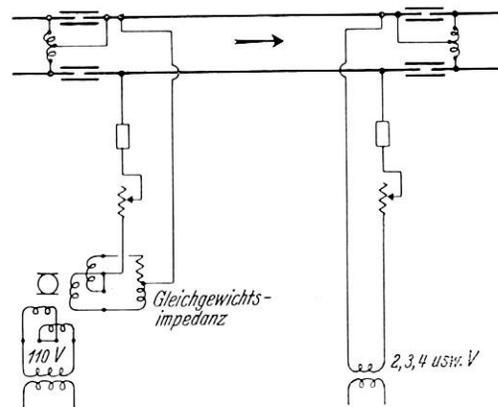


Abb. 15. Schaltung eines Wechselstrom-Gleisstromkreises für einzelisierte Gleise auf elektrifizierter Bahnstrecke mit Gleichgewichtsimpedanz.

im Gleis. Dies beeinflußt die Sicherheit gegen ungenügenden Zugkurzschluß ungünstig, sogar in dem Maße, daß in einem Fall diese Sicherheit durch das Fortfallen des induktiven Widerstandes von  $0,1 \Omega$  auf  $0,5 \Omega$  erhöht werden konnte.

**Einzelisierte Gleise.**

Aus Abb. 15 geht hervor, in welchem Fall Hintereinanderschaltung der beiden Windungen der Gleisphase vorkommt, nämlich für einzelisierte Gleise über 100 m Länge. In diesen Fällen (für Schutzstrecken) ist eine Gleichgewichtsimpedanz, bestehend aus einem Ohmschen und einem induktiven Widerstand, die für Gleichstrom denselben Widerstand haben, vorgeschaltet, so daß der Bahnstrom sich gleichmäßig in den zwei Widerstandszweigen und den zwei Relaiswindungen verteilt und dadurch keinen magnetischen Einfluß auf die Gleisphase des Relais ausübt.

Das ist nicht der Fall bei Wechselstrom: da die Stromstärken in den beiden Windungen (auf einem gemeinschaftlichen Kern) stark verschieden sind, bewirkt die beiderseitige Induktion, daß die beiden Windungen, ungeachtet der Stromverzweigung, doch ungefähr in Serie stehen, wobei die Spannung ungefähr doppelt so groß ist wie die Spannung der Normal-schaltung, die gesamte Stromstärke aber ungefähr dieselbe (wie schon gesagt sind sie normal  $0,225 \text{ V}$  und  $\pm 0,4 \text{ A}$ ).

Die größte Länge für solch ein einzelisiertes Gleis wird mit den hier benutzten Einrichtungen dadurch bestimmt, daß nicht mehr als 3 A Bahnstrom durch Relais, isolierte Schienen und Transformator gehen dürfen.

In diesen Schaltungen sind die verschiedenen Sicherheitsgrundsätze, die wir für unsere Gleichstromstrecken festgelegt haben, wiederzufinden:

In Ruhe „geöffneter“ Streckenblock. Die Signale zeigen in Ruhe „Fahrt frei“: alle Stromkreise sind nämlich dabei geschlossen, wodurch in der betreffenden Blockstrecke alle Gleisrelais und die Linienrelais angezogen sind und dadurch auch die Festhalte-magnete der Signalar-me in der Stellung „Fahrt frei“; alle Stromkreise sind also in „Ruhestrom“-Schaltung.

Ein Fehler oder eine Störung in einem der Stromkreise bewirkt also das Herunterfallen des Signalar-mes, genau wie wenn ein Zug in der Blockstrecke ein Gleisrelais kurzschließt und dieses dadurch abfällt.

Prüfen der Haltstellung der Haupt-signale. Fiele das Blocksignal nicht auf Halt, wenn ein Zug in der Blockstrecke fährt, so würde der Stromkreis zum vorhergehenden Blocksignal erst geschlossen, wenn das Linienrelais der besetzten Blockstrecke anzieht, also erst wenn der Zug die Blockstrecke verlassen hat: das vorhergehende Blocksignal hat also die Arbeit des gestörten Signals übernommen und sichert jetzt zwei Blockstrecken. Diese Schaltung bietet den Vorteil, zu prüfen, ob das Blocksignal auf „Halt“ gefallen ist, aber ohne die Nachteile, daß das vorhergehende Blocksignal länger als nötig gestört ist und daß ein unterwegs aus dem Gleis genommener Werkwagen eine unnötige Störung verursacht.

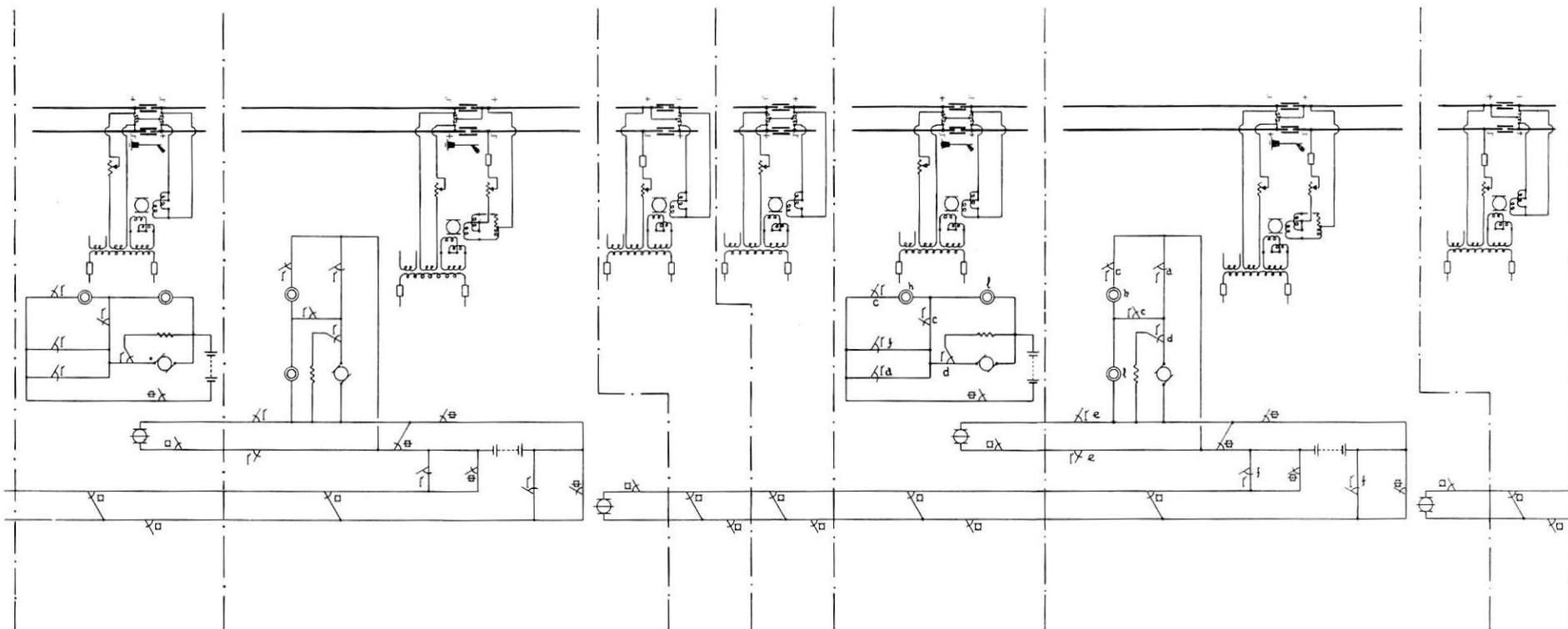


Abb. 16. Schaltung einer ganzen Blockstrecke für eine Fahrtrichtung mit Linienschaltung auf elektrifizierter Bahnstrecke (nur die Gleisstromkreise mit Wechselstrom).

Erklärung der Zeichen.

In jedem Teil haben die Zeichen nur Beziehung auf Einrichtungen innerhalb dieses Teils.

- Wechselstrom-Gleisrelais. Kontakt am Gleisrelais.
- Liniensrelais. Kontakt am Liniensrelais.
- Gleichstrommotor eines Signalantriebs, mit welchem der Signalarm des Haupt-(Block-)Signals bewegt wird von der „Halt“-Stellung (0°) zur Stellung „Fahrtfrei“ (+ 45°), sowie der Signalarm des Vorsignals von der „Vorsicht“-Stellung (- 45°) zur Stellung „Fahrtfrei“ (+ 45°).
- Festhaltemagnet, mit welchem der Signalarm in der Stellung „Fahrtfrei“ festgehalten wird.
- l* Windungen von niedrigem Widerstand.
- h* Windungen von hohem Widerstand.

Selbsttätiges Blocksignal und Vorsignal in der „Fahrtfrei“-Stellung.

- Signalarmkontakte
  - $\emptyset$  Sicherung.
  - Caustic-Soda-Batterie 10 Volt.
  - Ohmscher Widerstand.
  - Ohmscher Widerstand (Regulierbar).
  - Drosselstoß im Gleis.
  - Gleichgewichts-Impedanz.
  - Transformator. Sekundär 110 Volt und 1, 2, 3 usw. Volt. Primär 220 Volt.
- |          |  |
|----------|--|
| <i>a</i> | Kontakt geschlossen von 0°—43°,  |
| <i>b</i> | „ „ „ „ + 45°— 0°,   |
| <i>c</i> | „ „ „ „ 42°—46°,   |
| <i>d</i> | „ „ „ „ 25°— 6° beim Herunterfallen des Hauptsignalarms; beim Vorsignal von + 12°—+ 31°, |
| <i>e</i> | Kontakt geschlossen in der „Fahrtfrei“-Stellung,   |
| <i>f</i> | „ „ „ „ „Halt“-Stellung.   |

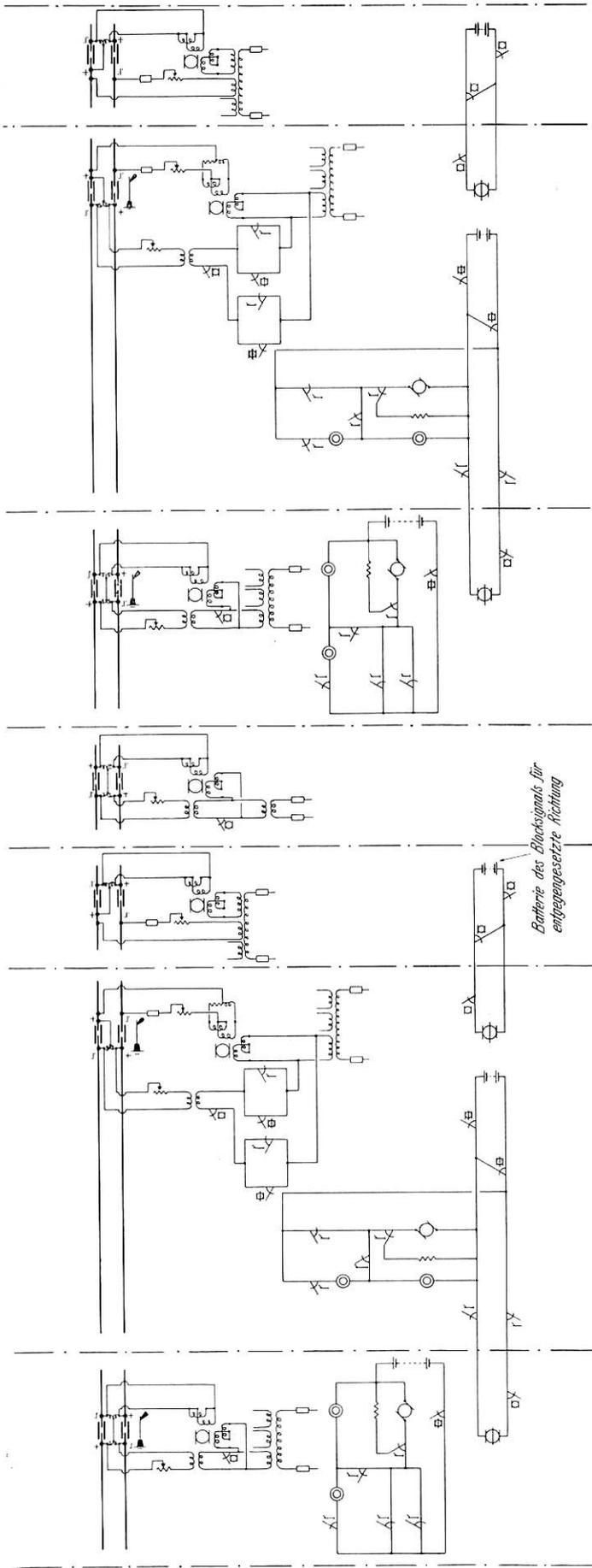


Abb. 17. Schaltung einer ganzen Blockstrecke für eine Fahrtrichtung ohne Linienschaltung auf elektrifizierter Bahnstrecke (nur die Gleisstromeisre mit Wechselstrom).

Schutzstrecke. Das Gleisrelais der Schutzstrecke hinter dem Blocksignal beeinflusst nicht nur dieses Blocksignal, daß es auf „Fahrt frei“ kommt, sondern auch das vorhergehende. Dadurch ist schließlich auch in Abb. 17 ein Liniensrelais notwendig für das Vorsignal, weil das Gleisrelais der Schutzstrecke

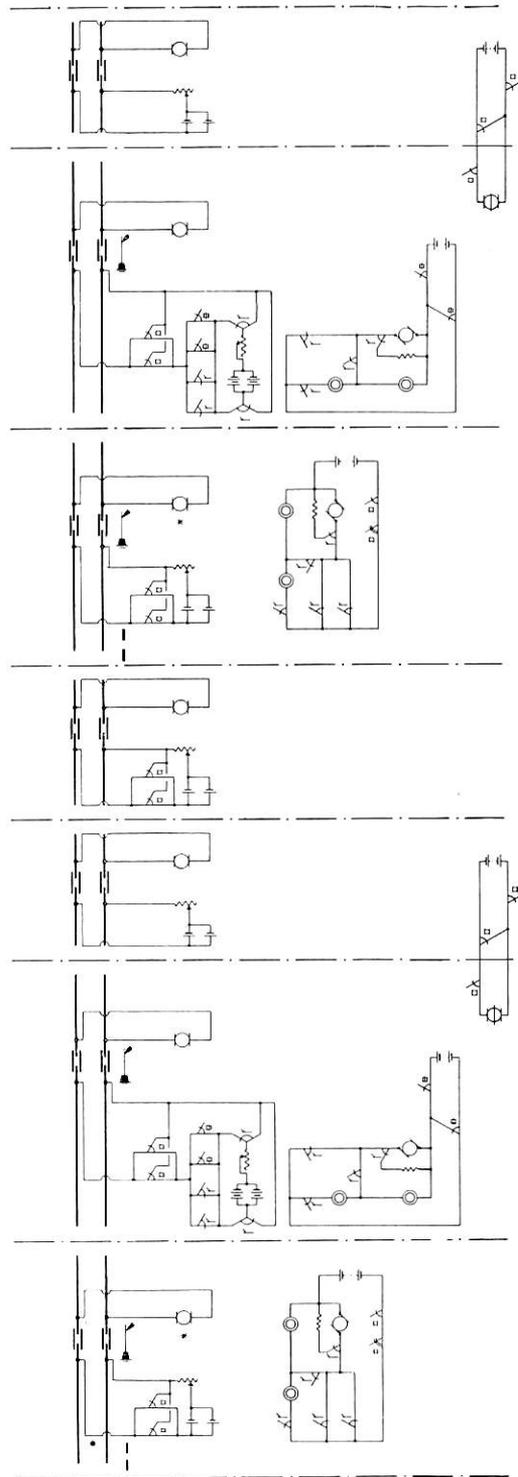


Abb. 18. Gleichstromschaltung einer ganzen Blockstrecke für eine Fahrtrichtung mit polarisiertem Gleisrelais bei den Vorsignalen (ohne Linienschaltung).  
 □ Polarisiertes Gleisrelais mit verzögertem Abfallen.    ⊞ Kontakt am polarisierten Anker.  
 ⊞ Kontakt am neutralen Anker.

nicht abhängig sein darf von dem folgenden Gleisrelais. In diesem Fall würde nämlich auch das letztgenannte Gleisrelais das vorhergehende Blocksignal beeinflussen usw.: alle Blockstrecken würden auf dieser Weise aneinander geknüpft werden. Es ist daher notwendig, darin eine Unterbrechung anzuordnen, und zwar beim Gleisrelais der Schutzstrecke: dann muß jedoch das folgende Gleisrelais beim Blocksignal kontrolliert werden, wofür Drähte über die Schutzstrecke mit Liniensrelais notwendig sind.

Die Vorsignale sind nicht nur eine Wiederholung der Blocksignale, sondern sie fallen schon auf „Vorsicht“ (während das Blocksignal noch auf „Fahrt frei“ steht), sobald der Zug am Vorsignal vorbeifährt, und zwar infolge des Kontaktes des Gleisrelais der Strecke zwischen Haupt- und Vorsignal im Stromkreis des Vorsignals.

#### Gleichstromschaltung.

Auch für die Schaltung nach Abb. 17 sind Drähte zwischen Haupt- und Vorsignal für das Vorsignal nötig. Dies ist nicht der Fall für die übereinstimmende „N.S.“-Gleichstromschaltung für Strecken ohne elektrischen Betrieb, was für eine Blockstrecke in Abb. 18 dargestellt ist. (Die mit Abb. 16 übereinstimmende Gleichstromschaltung mit Drähten, entlang der ganzen Strecke, ist vollständig gleich der in Abb. 16, indem darin die Wechselstrom-Gleisstromkreise durch solche mit Gleichstrom ersetzt gedacht werden und die Drosselstöße im Gleis fortfallen). Die Schaltung von Abb. 18 stimmt (abgesehen von den Gleisstromkreisen) mit der von Abb. 17 überein, nur ist der Stromkreis des Vorsignals ganz anders.

Das Gleisrelais der Strecke zwischen Haupt- und Vorsignal ist nämlich ein polarisiertes Relais mit verzögertem Abfallen. Das Relais hat einen neutralen und einen polarisierten Anker, beide mit getrennten Kontakten.

Das verzögerte Abfallen wird erreicht durch kleine Zusatzspulen, die auf den neutralen Anker in seiner angezogenen Lage

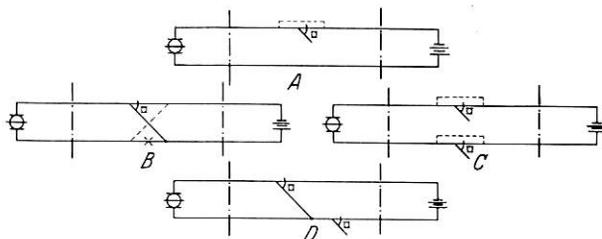


Abb. 19. Sicherung gegen Kabelfehler.

einwirken; die Windungen dieser Zusatzspulen sind in Serie geschaltet mit Zusatzwindungen auf den Hauptspulen des Relais. Die Selbstinduktion in den Zusatzwindungen und -Spulen hält den neutralen Anker noch einen Augenblick nach Unterbrechen des Stromes in den Hauptspulen angezogen. Um die Wirkung der Schaltung zu erklären, werden wir am besten einen Zug vom Vorsignal ab verfolgen, bis die Blockstrecke ganz durchfahren ist.

Fahrt eines Zuges durch die Blockstrecke nach Abb. 18.

Sobald die isolierte Strecke zwischen Vor- und Hauptsignal befahren wird, fällt der neutrale Anker des polarisierten Gleisrelais ab; dadurch fällt das Vorsignal auf „Vorsicht“. Wird danach die Schutzstrecke hinter dem Blocksignal befahren, so fällt dessen Gleisrelais ab, wodurch das Blocksignal auf „Halt“ fällt. Sobald der Zug die Schutzstrecke verlassen hat und dessen Gleisrelais wieder anzieht, zieht über Kontakte des „Halt“ zeigenden Blocksignals der neutrale Anker des polarisierten Gleisrelais wieder an, aber jetzt mit entgegengesetzter Polarität, weil beim Blocksignal auf „Halt“ von den Umschaltkontakten die Polarität der Batterie umgeschaltet wurde. Infolgedessen hat auch der polarisierte Anker dieses Relais seine Kontakte umgeschaltet. In dieser Stellung des polarisierten Relais kann das von diesem Relais abhängige Vorsignal noch keinen Strom bekommen, weil der polarisierte Anker umgeschaltet ist. Und dies, obgleich der neutrale Anker schon angezogen ist, damit der Strom zum vorhergehenden Blocksignal fließt, das ja ebenso wie das zugehörige Vorsignal jetzt wieder auf „Fahrt frei“ gehen muß. Der Zug läßt jetzt die betreffenden Gleisrelais der Blockstrecke eins nach dem andern abfallen; das schon be-

schriebene Spiel wiederholt sich jetzt in gleicher Weise beim folgenden Vor- und Blocksignal.

Hat der Zug also die Schutzstrecke hinter dem folgenden Blocksignal verlassen, so ziehen in umgekehrter Folge erst das Gleisrelais der Schutzstrecke und weiter die verschiedenen Gleisrelais der Blockstrecke wieder an. Sobald dadurch das Linienrelais unseres Blocksignals wieder anzieht, kommt das Blocksignal auf „Fahrt frei“. Dabei wird im letzten Augenblick die Gleisbatterie der Strecke zwischen Vor- und Hauptsignal wieder umgepolt, so daß der Strom im Gleis zum Vorsignal in seiner Polarität wechselt und der polarisierte Anker des Gleisrelais umschaltet, wodurch auch das Vorsignal wieder auf „Fahrt frei“ kommt. Während dieser letzten Umpolung der Gleisbatterie muß der neutrale Anker des Relais angezogen bleiben: hierin liegt der Zwang, das Abfallen dieses Ankers zu verzögern. Würde nämlich dieser Anker beim Umpolen einen Augenblick loslassen, so würde dieses Abfallen rückwärts fortgeflanzelt werden, und zwar über die ganze selbsttätige Blockstrecke, die Signale mit einbegriffen. Es ist klar, warum hier keine Drähte zum Vorsignal nötig sind: eigentlich werden nämlich die beiden Schienenstränge als Leitung benutzt.

#### Sicherung gegen Kabelfehler.

In Abb. 19 (A) ist punktiert angegeben, wie infolge einer falschen Berührung zweier Kabeldrähte ein Kontakt in unterbrochener Stellung überbrückt werden kann. (Derselbe falsche Stromlauf würde entstehen können infolge Berührung zwischen zwei verschiedenen Stromkreisen aus derselben Stromquelle.)

Um solche Berührungsfehler unschädlich zu machen, werden zwei Schaltungen B und C der Abb. 19 benutzt, die in ihrer Schutzwirkung gegen den genannten Fehler gleichwertig sind. Im Sicherungswesen genügen beide Schaltungen B und C in der Regel, weil mit gleichzeitigem Auftreten zweier voneinander unabhängiger Fehler nicht gerechnet zu werden braucht. Immerhin reizt es nachzuforschen, welches die Unterschiede der Schaltungen B und C der Abb. 19 sind. Diese Unterschiede sind punktiert angegeben: Schaltung B ist nicht sicher gegen eine Kreuzungsberührung nebst einem Bruch zwischen den beiden Kreuzungen (Schaltung C ist wohl sicher



Abb. 20. Bahnstrecke den Haag—Voorschoten—Looalaan.

dagegen); Schaltung C jedoch ist nicht gesichert gegen zwei Überbrückungen der Kontakte (Schaltung B dagegen wohl). Vereinigt man nun die beiden Schaltungen zur Schaltung D der Abb. 19, so ist auch diesen Möglichkeiten falscher Stromläufe vorgebeugt; damit ist eine Schaltung gewonnen, die auch gegen zwei gleichzeitig auftretende voneinander unabhängige Fehler gesichert ist.

fallen der betreffenden Relais, sobald der Zug in die letzte, dem Bahnhof vorhergehende Blockstrecke einfährt, wodurch ein Melder die Farbe wechselt und ein Wecker anfängt mit langsamem Schlag zu klingeln und damit fortfährt, solange sich der Zug in dieser Blockstrecke befindet. Mit der jetzigen größeren Geschwindigkeit der Züge (125 km) kommt diese Ankündigung zu spät; sie setzt daher nach neuerer Anordnung schon bei

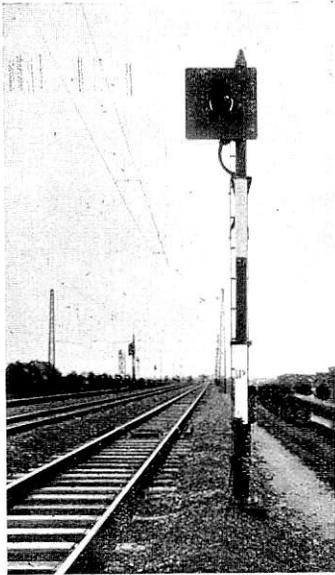


Abb. 21a. Vorsignal.

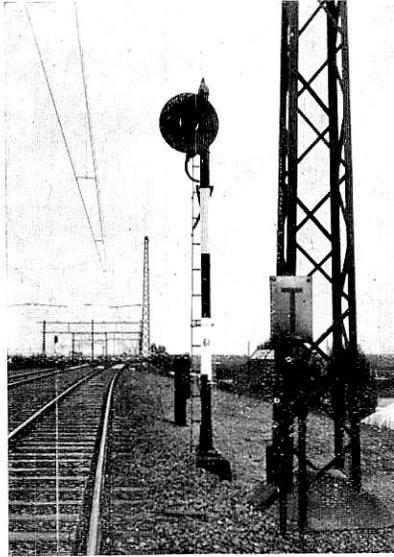


Abb. 21b. Haupt-(Block-)signal.

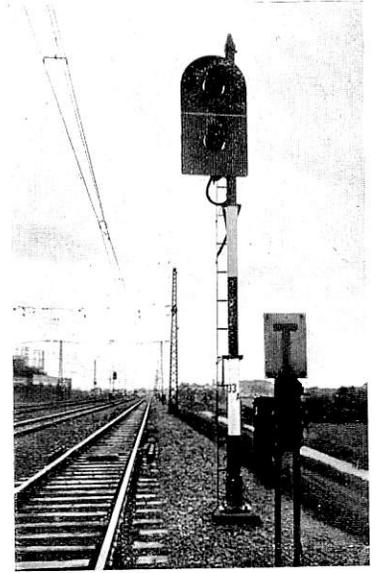


Abb. 21c. Kombiniertes Haupt- und Vorsignal.

Weil in dem Relais die nötigen Kontakte für Schaltung D vorhanden sind, ist diese Schaltung benutzt, wo es, um gegen zwei Kabelfehler geschützt zu sein, nötig war. Mit den Signalkontakten war das nicht ohne weiteres möglich, so daß da Schaltung C benutzt ist, wie sie normal üblich ist. Die Verdoppelung von Kontakten in Abb. 18 zielt nur auf Herabsetzung des Widerstandes ab, weil hier mit sehr niedriger Spannung (0,6 V) gearbeitet wird: die Kontakte sind doch ohnehin vorhanden und die Sicherheit gegen Kontaktstörungen wird dadurch erhöht.

#### Reserve in den Transformatoren für künftige Tageslichtsignale.

Aus den Abb. 16 und 17 ist zu ersehen, daß an sekundären Abzweigungen der Transformatoren ziemlich viel Reserve vorhanden ist. Dies ist in erster Linie geschehen, um, wenn die Elemente erschöpft sind, sie durch Akkumulatorenbatterien mit Gleichrichtern in fortwährender Ladung ersetzen zu können; in zweiter Linie wegen des künftigen Übergangs auf Tageslichtsignale mit Anschluß an die Transformatoren, sobald dies aus allgemeinen Gründen erwünscht werden sollte oder wenn die an sich vorzüglichen selbsttätigen Signalantriebe verbraucht sind.

Zwei Bahnstrecken, die neuerdings mit selbsttätigem Streckenblock auszurüsten waren, hatten übrigens bereits elektrischen Betrieb, so daß für sie sofort der selbsttätige Wechselstrom-Streckenblock mit Tageslichtsignalen gewählt wurde. Diese Bahnstrecken sind den Haag—Voorschoten und den Haag—Loolaan, der selbsttätige Streckenblock ist inzwischen bereits in Betrieb genommen\*).

#### Ankündigung der Züge und Telefonverbindungen.

In den Abbildungen sind die Schaltungen, die zur Ankündigung der Züge nötig sind, nicht angegeben. Die Ankündigung wurde in unseren ersten Schaltungen bewirkt durch Ab-

der vorletzten Blockstrecke ein, dauert aber auch jetzt nur eine Blockstrecke lang, weil sonst die Ankündigungen zweier, in Blockstreckenabstand hintereinander fahrender Züge ineinander übergehen würden.

Auch die Telefonverbindungen sind in den Abbildungen nicht angegeben: in der Nähe jedes selbsttätigen Blocksignals ist ein Kasten mit einem Fernsprecher angebracht, der an die Endbahnhöfe des selbsttätigen Streckenblocks Anschluß hat. In Störungsfällen kann sich das Zugpersonal mit diesen Bahnhöfen in Verbindung setzen.

#### Schluß.

Die Inbetriebnahme der drei Bahnstrecken ist glatt verlaufen: die Gleisstromkreise wurden Stück für Stück angeschlossen, bis eine Blockstrecke fertiggestellt war, und weiter in dieser Weise Blockstrecke für Blockstrecke. Die Wirkung des neuen selbsttätigen Streckenblocks ist befriedigend, eine Verschiedenheit des Erfolgs zwischen den Grundsätzen nach Abb. 5 (16) und Abb. 6 (17) ist bis jetzt nicht bemerkt worden.

#### Anhang.

##### Die Bahnstrecken mit Tageslichtsignalen.

Abb. 20 gibt eine Übersicht der beiden genannten Bahnstrecken mit Blockstreckeneinteilung, den Stellen der Tages-

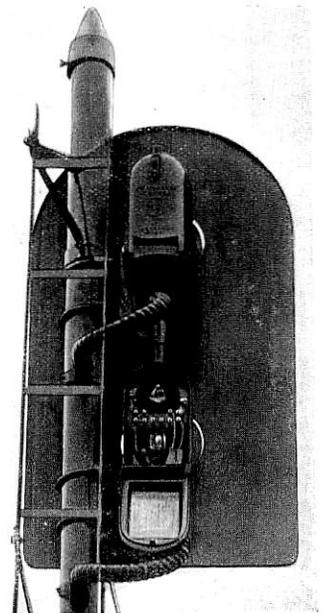


Abb. 22. Kombiniertes Haupt- und Vorsignal von rückwärts gesehen und geöffnet.

\*) Siehe Anhang.

lichtsignale und dem Übergang zu den Armsignalen am Ende der selbsttätigen Strecken. Infolge der gestellten Bedingungen für sehr kurze Zugfolgezeit wurden einige Blockstrecken so kurz, daß Block- und Vorsignal des folgenden Blocksignals zusammengestellt werden mußten. In Abb. 21a bis c sind die Signalbilder zu ersehen.

In Abb. 23 ist die Schaltung des selbsttätigen Streckenblockes gegeben für den Fall eines Hauptsignals mit Vorsignal und für den Fall eines zusammengestellten Haupt- und Vorsignals mit Vorsignal.

Prinzipiell sind die Schaltungen ähnlich den Schaltungen nach Abb. 16. Statt der dort vorhandenen Batterien

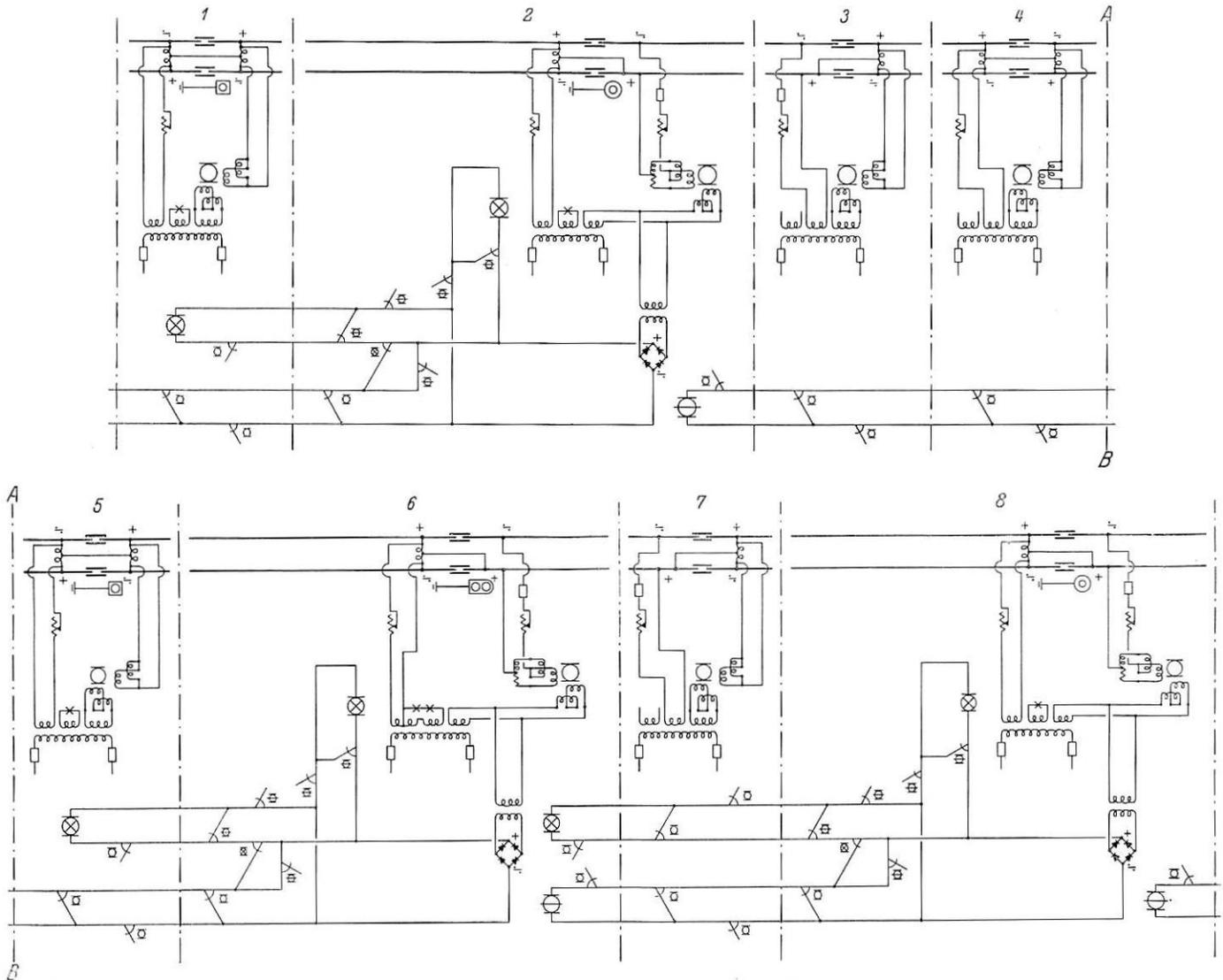


Abb. 23. Gesamtschaltung eines Streckenblockes mit Linienrelais auf elektrifizierten Strecken mit Tageslichtsignalen.

Dieser Typus von Lichtsignalen ist das sogenannte Relaislichtsignal, welches wir schon gründlich erprobt haben in Willemsdorp und an der Moerdijkbrücke. Wie bekannt, werden bei diesem Signal mit einer Lampe die verschiedenen Bilder mittels eines Motorrelais erzeugt, welches eine Brille mit Gläsern in den bestimmten Farben vor die Lampe bewegt. Bei abgefallenem Relais zeigt das Hauptsignal rotes Licht, das Vorsignal gelbes Licht; bei angezogenem Relais zeigen beide grünes Licht. Ein Bild der Ausführung gibt Abb. 22.

für die Relais- und Signalstromläufe sind hier Gleichrichter verwendet.

Zum Schluß noch eine Eigenartigkeit in der Schaltung des Kontaktes des Motorrelais im Tageslichtsignal. Weil in der ersten Ausführung dieses Signals nur ein vollständiger Kontakt vorhanden war, konnte die Sicherheit gegen Fremdströme infolge von Kabelfehlern nicht durch doppelpoliges Anbringen der Kontakte erreicht werden. Darum sind die drei Drähte zu diesem Kontakt in drei verschiedenen Kabeln untergebracht.

*Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.*

**Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.**