

Vorstudien
zur
Einführung des selbsttätigen Signalsystems
auf der
Berliner Hoch- und Untergrundbahn

Von

G. Kemmann

Geheimer Baurat

Mit 4 Tafeln und 31 Textabbildungen



Berlin
Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1914

Vorstudien
zur
Einführung des selbsttätigen Signalsystems
auf der
Berliner Hoch- und Untergrundbahn

Von

G. Kemmann
Geheimer Baurat

Mit 4 Tafeln und 31 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1914

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>.

ISBN 978-3-662-22790-9 ISBN 978-3-662-24723-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-24723-5

**Ergänzter Sonderdruck aus der Elektrotechnischen Zeitschrift 1914 (Hefte 6–9 und 11–13
vom 5., 12., 19. und 26. Februar sowie vom 12. und 19. März)**

Übersetzungsrechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V
Selbsttätige Zugdeckung auf freier Strecke ohne Verzweigungen.	
Zugdeckung durch zweistellige Blocksignale	1
Steuerung der Signale und Streckenteilung	1
Länge der Schutzstrecken	10
Zugdeckung durch dreistellige Blocksignale	11
Doppelsignale	11
Steuerung der Doppelsignale und Streckenteilung	14
Einzelsignale	16
Vormeldesignale (Vorsignale)	18
Selbsttätige Zugdeckung auf Durchgangstationen.	
Stationsabschnitte	20
Erläuterung des Stationsbetriebes	21
Fahrschaulinien	21
Zugfolge auf Stationen, die nur mit Ein- und Ausfahrtsignal ausgerüstet sind	22
Nachrücksignale	23
Nachrück-Zeitsignale der Neuyorker Untergrundbahn	24
Nachrücksignale der Londoner Schnellbahnen	25
Einfluß der Nachrücksignale auf die Zugfolge	25
Planbeispiele	28
Zugdeckung durch die handbedienten Signalsysteme.	
Zweifelderblock	32
Erläuterung am fahrenden Zuge	35
Dreifelderblock	36
Abfertigungsvorgänge bei den handbedienten Systemen und dem selbsttätigen System.	
Abfertigungsweise	38
Mitwirkung des Blockpostens	40
Allgemeines	40
Erläuterungsbeispiele	45
Störungen	47
Störungsursachen	47
Wirkungen der Störungen	49
Nachschrift	52

Vorwort.

Das von den Zügen selbst gesteuerte Signalsystem blieb in Deutschland lange Zeit auf die von der Schuckert-Gesellschaft in Nürnberg für die Schwebelbahn Barmen-Elberfeld entworfene und gebaute Anlage beschränkt. Die weitere Einführung selbsttätiger Signalsysteme, von mir als beratendem Ingenieur der Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin seit Jahren angeregt, scheiterte immer wieder an den Einwendungen der Signalbauanstalt, bis es endlich in den letzten Jahren, dank auch der tatkräftigen Förderung von seiten der Aufsichtsbehörden, gelungen ist, ein im Auslande allbewährtes selbsttätiges Signalsystem bei der Hochbahngesellschaft erfolgreich durchzusetzen.

Auf S. 1130 der „ETZ“¹⁾ 1913 habe ich aus besonderem Anlaß bereits auf die Gründe hingedeutet, die für die Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn maßgebend waren. Vor allen Dingen handelte es sich darum, das Liniennetz der Gesellschaft für eine wesentlich dichtere Zugfolge vorzubereiten, als sie bei Weiterverwendung des bisherigen Systems möglich ist. Dieser Zweck wurde durch den Übergang zu einer Sicherungsweise erreicht, bei der die Signale mittels Gleisstromkreisen vom Zuge selbst gesteuert werden. Es ist das Verdienst der Nordamerikaner, diese Art der Zugsicherung im langjährigen Betriebe, und zwar nicht etwa nur auf Stadtschnellbahnen, sondern auch auf Hauptbahnen zu hoher Vollkommenheit entwickelt zu haben. Ihre Verbreitung hat dermaßen zugenommen, daß Anfang 1911 in den Vereinigten Staaten Nordamerikas bereits 30 000 Bahnkilometer oder 50 000 Gleiskilometer elektrische Bahnen und Dampfbahnen, darunter zahlreiche eingleisige Linien, mit selbsttätigen Signalen ausgerüstet waren, die mit dem geringschätzigen Schlagwort, daß es sich hier um „Präriebahnen“ handle, fürderhin nicht gut mehr abgetan werden können. Schon seit Jahren haben sich — unter nordamerikanischer Führung — auch die Engländer die Einführung dieser selbsttätigen Sicherungsweise, zunächst auf den hauptstädtischen Schnellbahnen, angelegen sein lassen, während man ihr in Deutschland keinerlei Interesse entgegenbrachte, so daß es hier an Erfahrungen auf diesem Gebiete bisher vollkommen gefehlt hat. So war es denn auch für die Berliner Hoch- und Untergrundbahn erforderlich, bei der Einführung der neuen Sicherungsanlagen die Mitwirkung des Auslandes heranzuziehen.

¹⁾ Im folgenden allgemein durchgeführte Abkürzung für „Elektrotechnische Zeitschrift“.

Zunächst sind die im Jahre 1913 in Betrieb genommenen Abschnitte Spittelmarkt—Nordring, Wittenbergplatz—Dahlem und Wittenbergplatz—Uhlandstraße des Betriebsnetzes der Hoch- und Untergrundbahn, 15 km neue Linien, mit dem selbsttätigen System ausgerüstet worden. Die älteren Linien, die seither mit dem handbedienten Blocksystem gesichert waren, erhalten ebenfalls die neuen Einrichtungen; die Strecke Wittenbergplatz—Spittelmarkt ist z. Zt. in der Umwandlung begriffen. Der Entwurf der neuen Anlagen und die Oberleitung ihres Einbaues wurden einem der bewährtesten amerikanischen Fachleute, dem Oberingenieur Brown, übertragen, der sich um die Einführung der selbsttätigen Sicherungsweise, insbesondere auch auf den Londoner Schnellbahnen, hohe Verdienste erworben hat; mit der Lieferung derjenigen Bauteile, die für die Eigenart des Systems in Betracht kommen, ist die Firma Mc. Kenzie, Holland and Westinghouse in London betraut worden. Man wolle hierüber auch die Mitteilungen in Nr. 52, 1913 der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen vergleichen.

Wie schon auf S. 1130 der „ETZ“ 1913 angedeutet, wurde mir die Aufgabe zuteil, die Entschließungen der Hochbahngesellschaft durch sorgfältige Vorerhebungen, Studien und Besichtigungen im Auslande eingehend zu begründen und vorzubereiten. In den nachfolgenden Darlegungen sind einige Abschnitte dieser Vorarbeiten in übersichtliche und lesbare Form gebracht. Es ist darin versucht, das Wesen des neuen Signalsystems für sich und im Vergleich mit dem seitherigen möglichst gemeinverständlich zu kennzeichnen, um auch den Laien über diese wichtigen Anlagen aufzuklären und sein Interesse dafür zu gewinnen. Doch auch dem Fachmann dürfte manches Neue oder auch Bekanntes in neuer Form geboten werden, zumal, da die deutsche Literatur das ausländische Eisenbahnsicherungswesen bisher so gut wie völlig übergangen und sich einseitig nur mit den deutschen Einrichtungen befaßt hat ¹⁾. Die Fachleute alter Schule und die noch vorhandenen Gegner des neuen Systems aber werden nachzuprüfen haben, ob die bisherigen Anschauungen, zumal bei Stadt- und Vorortbahnen mit ihrem gesteigerten Zugumlauf, noch in allen Teilen aufrecht zu erhalten sind. Insbesondere ist zu untersuchen, ob das nachgerade fast zum Evangelium erhobene Schlagwort von der unentbehrlichen Mitwirkung menschlicher Hand- und Sinnestätigkeit, das den „denkenden Menschen“ von einer bestimmten Grenze ab zum Automaten stempelt, im Streckenbetriebe der Schnellbahnen noch Berechtigung verdient.

Ferner dürfte aus der vorliegenden Arbeit hervorgehen, daß nicht in letzter Linie auch unsere deutschen Signalbauanstalten gut daran tun werden, sich der Entwicklung zu fügen und sich trotz der damit für sie freilich verbundenen Unbequemlichkeiten ernstlich mit den neuen Einrichtungen zu befassen. Dann kann erwartet werden, daß auch sie, der Eigenart des in steter Zunahme begriffenen Schnellverkehrs Rechnung tragend, nach und nach in

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß das nordamerikanische Signalwörterbuch für eine Vervollständigung des deutschen Lehrstoffes eine reiche Fundgrube bietet.

die Lage kommen, einwandfreie Anlagen zu schaffen ¹⁾. Gewiß waren auch sie bestrebt, den aufs höchste gewachsenen Ansprüchen des modernen Schnellverkehrs durch eine Weiterbildung der bisherigen Systeme gerecht zu werden, allerdings in der einmal eingeschlagenen Richtung, die sich auch bei Bedienung der gewöhnlichen Blockstellen selbst bei dichtester Zugfolge von der Mitwirkung des Menschen nicht zu trennen vermochte, so daß die Einrichtungen teils aus diesem Grunde, teils auch freilich zur Maskierung älterer Bauformen durch neue Schutzrechte, immer verwickelter und feinfühlicher geworden sind. Das Ausland hat auf dem umgekehrten Wege zur Vereinfachung glänzende Erfolge erzielt. Auch das deutsche Sicherungswesen wird sich auf dem neuen Wege zu größerer Einfachheit bekennen müssen, wenn auch die Grenze, an der die Theorie der Praxis nachzugeben hat, namentlich bei einem stark theoretisch veranlagten Volke, wie dem deutschen, umstritten ist. Dazu kommt auf diesem Gebiet der stark selbstbewußte Einschlag des Deutschen, der noch so bedeutsame Fortschritte des Auslandes nicht ohne weiteres zu Worte kommen läßt.

In den nachfolgenden Darlegungen ist vor allem die Sicherung der Züge auf der durchlaufenden Strecke behandelt. Schon aus diesem Grunde ist die Arbeit vorläufig als Bruchstück, als ein Beitrag zu der Frage der erstmaligen Einführung des durch Gleisstromkreise gesteuerten selbsttätigen Signalsystems auf deutschen Bahnen anzusehen. Ergänzungen durch weitere gemeinverständliche Arbeiten über die Zugabfertigung in Stellbezirken, und über die Störungen — obwohl auch die letzteren in der vorliegenden Arbeit gestreift sind —, ferner über die mit dem neuen Signalsystem zu erzielenden Vereinfachungen in den Weichenanlagen ²⁾ sowie endlich über die technische Ausbildung und auch über die geschmackvolle Formgebung ³⁾ der Einrichtungen beabsichtige ich folgen zu lassen. Insbesondere im Stellwerkwesen treten die Fortschritte, Vereinfachungen und Verbesserungen, die das mit Gleisstrom betriebene selbsttätige Signalsystem mit sich gebracht hat, recht deutlich zutage. Sollten die Gedankengänge alsdann auch dazu beitragen, daß in den deutschen Lehrbüchern einer freieren Auffassung zur Geltung verholfen wird, so würde mir dies eine besondere Genugtuung sein.

Bei der Entwicklung der Grundbegriffe ist im folgenden vielfach von den bisherigen Gepflogenheiten abgewichen. Auch wurde zur Kürzung der

¹⁾ Die Schwierigkeiten dieser neuen Aufgabe werden auch von den maßgebenden Firmen nicht verkannt; vgl. u. a. die „Mitteilungen aus den Gesellschaften Siemens & Halske, Siemens-Schuckertwerke“, August- und Septemberhefte 1913. Praktisches Können und Betriebserfahrungen lassen sich — wie hinzugefügt werden darf — eben nicht am Zeichentisch erwerben.

²⁾ Andeutungsweise sei schon hier bemerkt, daß beim Einbau der selbsttätigen Signalanlage auf dem Untergrundbahnhof Leipziger Platz in Berlin nicht weniger als fünf Weichen aus der einfachen Nebengleisanlage dieser Station herausgenommen werden.

³⁾ Mit bezug auf die letztgenannten beiden Punkte bietet die Berliner Hoch- und Untergrundbahn zurzeit eine — wenn auch im betrieblichen Interesse unerwünschte — reiche Mannigfaltigkeit.

Darstellung häufig zur Anwendung neuer Bezeichnungen geschritten, die — ob auch die Meinungen über die Wahl einzelner Ausdrücke auseinandergehen mögen — jedenfalls zur Vereinfachung der Erklärungen dienen müssen. Endlich wurde versucht, die im Signalwesen immer wiederkehrenden Bezeichnungen der einem Gleis bestimmter Fahrrichtung zugeordneten Sachen in ihrer Lage „vor-“ oder „hinter-“einander aus der bisher üblichen unzutreffenden Betrachtungsweise vom wechselnden Standpunkt eines Beschauers loszulösen und nach allgemein gültiger Regel eindeutig festzulegen. Wenn ein sich bewegendes Gegenstand — etwa ein Fußgänger oder Fahrzeug — einen andern sich bewegenden oder festen Gegenstand überholt, gelangt er vor ihn und läßt den letzteren hinter sich. Auf den fahrenden Eisenbahnzug angewendet, heißt dies, daß der Zug sich hinter dem Signal befindet, an dem er vorbeifahren wird, und vor dem Signal, an dem er vorbeigefahren ist. Hierbei ist das Signal nicht das Fahrziel im Sinne unseres Sprachgebrauchs, der den auf das Ziel zusteuern den Gegenstand als vor dem Ziele, dieses gleichzeitig aber auch als vor dem Gegenstande befindlich, und nach Überschreiten des Zieles den Gegenstand als hinter dem Ziel, letzteres gleichzeitig als hinter dem Gegenstand befindlich bezeichnet. Derartiger Sprachgebrauch eignet sich schwer für wissenschaftliche Betrachtungsweisen, denn die Begriffe „vor“ und „hinter“ dürften meines Erachtens nicht nach zeitlichen und örtlichen Erwägungen oder nach festen oder beweglichen Sachen verschiedenartig behandelt werden, wie es z. Zt. in deutschen Betriebsvorschriften geschieht, die sich auf das Signalwesen beziehen.

Im folgenden gilt daher von zwei Punkten auf oder neben einer von Minus nach Plus weisenden Linie derjenige als vor dem anderen befindlich, der ihrem positiven Ende näher liegt, und derjenige als hinter dem anderen liegend, der ihrem negativen Ende zugekehrt ist; die Richtung von „Minus“ nach „Plus“ entspricht hierbei der Fahrrichtung der im Verlaufe der Linie sich bewegenden Beförderungsmittel. Hiernach befindet sich das Ausfahrtsignal einer Station „vor“ dem Bahnsteig und dieser wiederum „vor“ dem Einfahrtsignal; letzteres umgekehrt „hinter“ dem Bahnsteig und dem Ausfahrtsignal. Diese Bezeichnungsart entspricht auch der der nordamerikanischen und englischen Dienstvorschriften, die daher übereinstimmend auch das Vormeldesignal oder kurz Vorsignal — in den bezeichneten Dienstvorschriften neuerdings grundsätzlich Wiederholungssignal (repeater) genannt — als hinter dem Hauptsignal (in the rear of the stop-signal), letzteres also als vor dem Wiederholungssignal (in advance oder ahead of the repeater) stehend, bezeichnen, während die Stellung eines Zuges zum Signal freilich umschrieben zu werden pflegt. Im nachfolgenden ist indessen die vorstehend entwickelte Bezeichnungsweise, mit der allein volle Klarheit der Berichterstattung zu gewinnen war, nicht nur für die Bezeichnung der Lage fester Gegenstände zueinander, sondern auch für die Stellung der Züge zu diesen verwendet.

Selbsttätige Zugdeckung auf freier Strecke ohne Verzweigungen.

Zur Regelung der Zugfolge ist die durchlaufende Strecke nach den Grundsätzen des Blocksystems in einzelne Abschnitte zu zerlegen, in deren jedem sich zu gleicher Zeit bekanntlich nur ein Zug befinden darf. Die Streckenabschnitte werden durch Blocksignale gedeckt, an denen der Zugfahrer ersieht, ob er einen Abschnitt frei oder besetzt findet, d. h. die Fahrt fortsetzen darf oder anzuhalten hat. Während das Haltgebot nur eine einzige Form der Anzeige bedingt, erscheint die Fahrerlaubnis in zwei Formen, nämlich in der uneingeschränkten Form der „Fahrt frei“- oder „Frei weg“-Anzeige, bei der die Fahrt mit unverminderter Geschwindigkeit fortgesetzt werden darf, und in der eingeschränkten Form des „Achtungsgebots“, das dem Fahrer zwar die Weiterfahrt gestattet, aber mit einem Maß von Vorsicht, das ihm ermöglicht, den Zug jederzeit auf kürzestem Wege zum Stillstand zu bringen. Durch die dritte Anzeige wird also dem Zugfahrer eine Warnung zuteil, nach der er auf Behinderungen gefaßt sein muß, vor allen Dingen erwarten kann, das nächstfolgende Blocksignal in der Haltstellung anzutreffen. Blocksignale, welche nur auf die beiden Anzeigen „Halt“ und „Fahrt frei“ („Frei weg“) eingerichtet sind, habe ich im folgenden als zweistellige, solche, die auch noch die Achtungsanzeige vermitteln, als „dreistellige“ bezeichnet.

Zugdeckung durch zweistellige Blocksignale.

Für die folgenden Betrachtungen ist angenommen, daß die zweistelligen Anzeigen „Fahrt frei“ und „Halt“ in der hierzulande üblichen Weise bei Tage durch halb aufwärts und wagerecht gerichtete Flügelstellungen

rechter Hand, bei Dunkelheit durch grünes oder rotes Licht gegeben werden.

Steuerung der Signale und Streckenteilung.

Entsprechend dem Wesen der hier zu betrachtenden selbsttätigen Zugsicherung haben die beiden Fahrschienen eines Gleises als Leitmittel für den zur Stellung der Signale verwendeten Gleisstrom zu dienen. Die Durchbildung des Systems gestaltet sich verschieden, je nachdem einer oder beide Schienenstränge des Gleises auch zur Rückleitung des Triebstromes benutzt werden, oder ob dafür eine besondere Leitung — etwa vierte Schiene — zur Verwendung gelangt. Im letzteren Falle sind die Fahrschienen triebstromfrei und daher für die Zwecke des Gleisstroms frei verfügbar, der alsdann sowohl in der Form des Gleichstromes, als auch des Wechselstromes Verwendung finden kann. Im ersteren Falle dagegen ist dem Umstande Rechnung zu tragen, daß sich der Triebstrom und der Gleisstrom in einem und demselben Leitmittel, nämlich in der Fahrschiene, überdecken müssen. Die Gemeinschaftlichkeit der Fahrschienenbenutzung setzt die Verwendung von Stromformen voraus, die in ihren Arbeitsverrichtungen nicht von einander beeinflußt werden.

Alle Stadtschnellbahnen der Welt, die seither mit dem Gleisstrom-Signalsystem ausgerüstet worden sind, sind Gleichstrombahnen. Die mit dem System arbeitenden Londoner Schnellbahnen gehören bis auf die Zentral-Londonbahn zur Gruppe derjenigen Gleichstrombahnen, deren Fahrschienen triebstromfrei sind. In diesem Falle hat man für den Signalbetrieb fast durchgehends die einfachste Stromform, den Gleichstrom, verwendet, dessen Schaltweise auf S. 815 der „ETZ“ 1913 über-

sichtlich beschrieben ist. Bei der Ostlondonbahn dagegen wurde Wechselstrom vorgezogen. Bei Gleichstrombahnen, deren Fahr­schienen Triebstrom führen, wird der Forderung, daß sich Triebstrom und Gleisstrom nicht beeinträchtigen dürfen, dadurch Rechnung getragen, daß für die Signalzwecke Wechselströme verwendet werden, während es sich bei Wechselstrombahnen als ausreichend erweist, für den Signalbetrieb Wechselströme von einem Pulse zu benutzen, der von dem des Triebstromes erheblich abweicht. Die Zentrallondonbahn und ebenso auch die Berliner Hoch- und Untergrundbahn, bei denen die Fahr­schienen zur Rück-

betrieb bedingt ferner, daß den Gleisströmen auch der Weg von einem Schienenstrange zum anderen bei unbesetztem Gleisabschnitt gesperrt werde; metallene Querverbindungen sind aus diesem Grunde ebenfalls mit isolierenden Trennstellen zu versehen, während Kies- oder Steinschlagbettung und hölzerne Querschwellen für die Signalströme bei der für sie in Anwendung kommenden niedrigen Spannung ohne weiteres als Nichtleiter Verwendung finden können.

Die durch die Fahr­schienentrennungen entstandenen Leitungshindernisse sind nun für den Triebstrom wieder zu überbrücken. Diesem

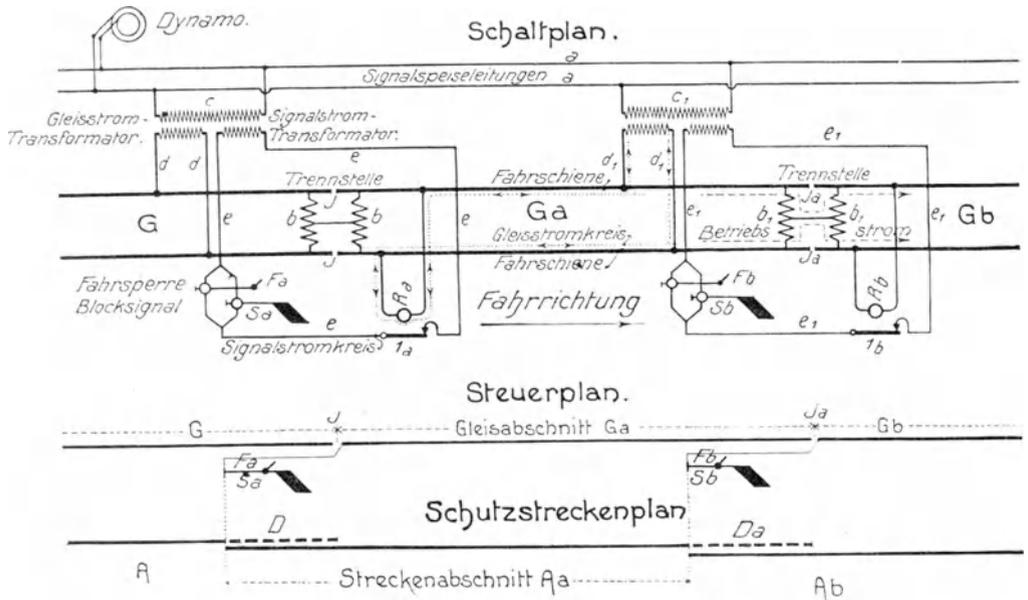


Abb. 1. Grundgedanken der Steuerung zweistelliger Blocksignale.

leitung des Triebstromes benutzt werden, bedienen sich für die Signalzwecke des Wechselstroms; zu den Gleisstromkreisen wird Wechselstrom von etwa 60 Pulsen verwendet.

Die folgenden Darlegungen erstrecken sich, wo nichts anderes bemerkt ist, auf den allgemeinen Fall, daß die beiden Fahr­schienenstränge zur Rückleitung des Triebstromes benutzt werden.

Für die Zwecke des Signalbetriebes bedarf es einer blockmäßigen Aufteilung der Fahr­schienenstränge, aus denen eine fortlaufende Folge von Gleisabschnitten G , G_a , G_b mittels nichtleitender Zwischenmittel J , J_a gebildet wird, die die Wirkungsgebiete der Gleisströme voneinander isolieren (Abb. 1). Der Signal-

Zwecke dienen Impedanzverbinder, bestehend aus beiderseits jeder Trennstelle zwischen die Fahr­schienen geschalteten Windungen aus Stabkupfer ($b b$; $b_1 b_1$; Abb. 1), deren Mitten durch einen Kupferstreifen leitend miteinander verbunden sind. Der Gleichstrom des Bahnbetriebes fließt, wie in Abb. 1 durch gestrichelte Pfeillinien angedeutet, von den Schienensträngen eines Gleisabschnittes G_a gegen die Mitte der einen Windung, folgt dem Kupferstreifen zur Mitte der anderen Windung, durch deren Abschnitte er sich auf die beiden Schienenstränge des Nachbarabschnitts G_b wieder verteilt. Da die Strombestandteile in den Windungshälften entgegengesetzte Richtungen haben, sind auch die darin hervorgerufenen Kraft-

linienfelder einander entgegengesetzt gerichtet. Die durch kräftige Eisenkerne noch besonders verstärkten Felder halten sich, da sie ungefähr von gleicher Größe sind, das Gleichgewicht und lassen den Triebstrom ungehindert durchfließen. Dem Wechselstrom der Signalanlage dagegen setzt sich in den Windungen ein hoher induktiver Widerstand — Impedanz — entgegen; der Strom wird dadurch an dieser Stelle abgedrosselt, so daß er gezwungen ist, über das Relais zu gehen. In Abb. 2 ist die Anordnung eines Impedanzverbinders der Berliner Hoch- und Untergrundbahn gezeigt.

Die Speisung der Gleisabschnitte kann,

c und c_1 gewonnen werden kann. Die äußere Erscheinungsform der Transformatoren und Relais ist in den Abb. 3 u. 4 innerhalb ihrer geöffneten Gehäuse gezeigt.

Der in Abb. 1 dargestellte Zustand hat zur Voraussetzung, daß die Gleisabschnitte Ga , Gb unbesetzt sind. Der Gleisstrom nimmt alsdann den im Abschnitt Ga durch die punktierte Linie angedeuteten Weg zum Relais; die Signalströme sind in diesem Zustande durch die Relaiskontakte geschlossen, und die Signale bleiben in der Stellung „Fahrt frei“ eingeschaltet. Sofern jedoch ein Gleisabschnitt, z. B. Ga , auch nur von einer einzigen Zugachse be-



Abb. 2. Anordnung eines Impedanzverbinders der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. (Mc. Kenzie, Holland und Westinghouse, London.)

wie im Falle der Abb. 1, durch Transformatoren erfolgen, deren Hochspannungsseiten c, c_1 an die Signalpeiseleitungen a, a angeschlossen sind, während die Pole der Niederspannungsseiten an den Enden der Gleisabschnitte durch die Leitungen d, d, d_1, d_1 mit den Fahrstienen verbunden werden. Durch die letzteren gelangen die Gleisströme nach den entgegengesetzten Enden der Abschnitte, wo sie auf die in der Abb. 1 durch Kreise angedeuteten Relais Ra, Rb einwirken, die mittels der Kontakte $1a, 1b$ die eigentlichen Signalstromkreise öffnen und schließen, die ihrerseits wieder die Bewegung der Signale steuern. Auch die Signalstromkreise werden im Falle der Abbildung mit Wechselstrom gespeist, der aus einer besonderen Niederspannungswicklung der Transformatoren

setzt ist, bildet diese von Schienenstrang zu Schienenstrang des Abschnitts eine leitende Brücke von geringem Widerstande. Der Gleisstromkreis wird kurzgeschlossen. Der Anker des Relais fällt ab. Die Stromzuführung zum Signal wird dadurch unterbrochen. Dieses geht in die Haltstellung und deckt den Gleisabschnitt Ga . Aus dem Vorstehenden ergibt sich auch die für das Sicherungswesen so wichtige Tatsache, daß im Falle einer Zugtrennung jeder Zugteil selbstständig und selbsttätig für seine Deckung sorgt. Hiernach wird die Beobachtung des Zugchlusses entbehrlich, die bei den handbedienten Signalsystemen grundsätzlich vorgeschrieben werden muß (zu vgl. S. 34, zweite Spalte oben).

Aus den in der Abb. 1 dargestellten Verhältnissen ergibt sich, daß die Signale

im durchlaufenden Streckenbetriebe bei unbesetzter Strecke, d. i. in der Grundstellung „Fahrt frei“ zeigen (schräg aufwärts ge-

richteter Flügel, grünes Licht). In Stellbezirken dagegen, in denen die Bedienungsfolge von Weichen und Signalen durch mechanische und elektrische Abhängigkeiten gesichert werden muß, ist die Grundstellung der Signale „Halt“ (wagerechter Flügel, rotes Licht); hier wird die Grundstellung durch die Züge mittels des Gleisstromes selbsttätig herbeigeführt, während die „Fahrt frei“-Anzeige vom Stellwerk aus durch den Wärter erfolgen muß. In

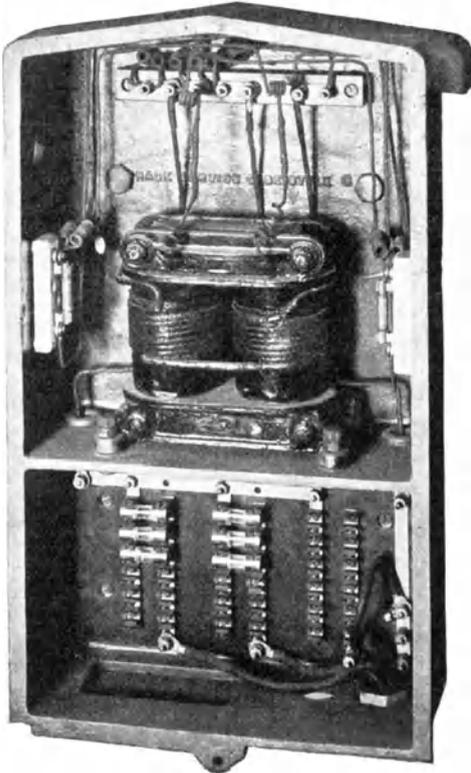


Abb. 3. Gleisstromtransformator mit selbsttätigem Spannungsregler im Gleisstromkreise; Berliner Hoch- und Untergrundbahn.
(Mc. Kenzie, Holland und Westinghouse, London.)

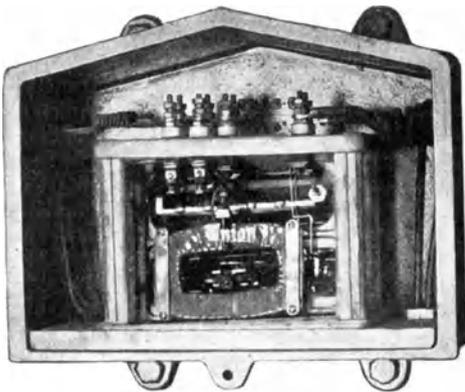


Abb. 4. Relais der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.
(Mc. Kenzie, Holland und Westinghouse, London.)

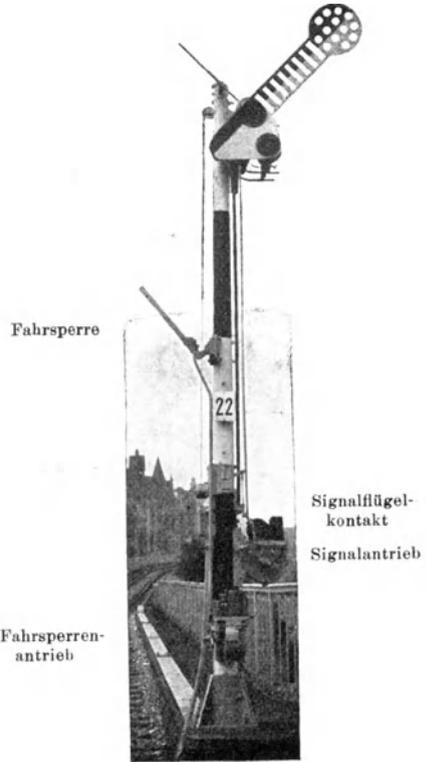


Abb. 5. Zweistelliges Flügel-signal mit Fahrsperre der Berliner Hochbahn in Grundstellung („Fahrt frei“).
(Antrieb, Fahrsperre und Kontakt von Mc. Kenzie, Holland & Westinghouse, London.)

den Stellbezirken arbeitet mit anderen Worten das an die Mitwirkung der Gleisstromkreise gebundene Signalsystem halbselbsttätig. Stellbezirke jedoch, in denen die Weichen nur zu bestimmten Zeiten, etwa zum Ein- und Aussetzen von Zügen bedient zu werden brauchen, sind so eingerichtet, daß sie für die übrige Betriebszeit durch Abschaltung der Stellwerke in den rein selbsttätigen Signalbetrieb einbezogen werden können.

Die selbsttätigen Signalsysteme der Stadtschnellbahnen sind noch mit weiteren Einrichtungen versehen, die auch für diejenigen leider nicht auszurottenden Fälle Schutz gewähren, in denen die Signale von den Zugfahrern aus Unachtsamkeit oder plötzlicher Dienstunfähigkeit in der Haltstellung überfahren werden. Zu diesem Zwecke werden den Signalen Fahrsperrn beigeordnet, die bei Haltstellung des Signals in den lichten Umgren-

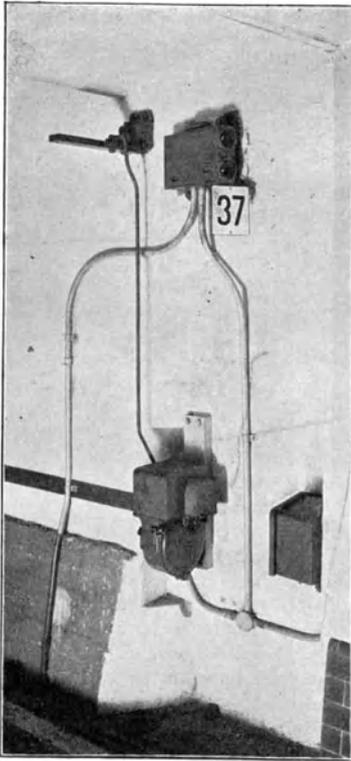


Abb. 6. Zweistelliges Lichtsignal mit Fahrsperrre der Berliner Untergrundbahn in Haltstellung.
(Mo. Kenzie Holland & Westinghouse, London.)

zungsraum der Betriebsmittel hineinragen und in dieser Lage auf die Zugsbremse einwirken. Überfährt ein Zug das Haltsignal, so wird die Bremse des Zuges durch die Fahrsperrre selbsttätig angezogen und damit gleichzeitig auch der Triebstrom abgestellt. Die Fahrsperrre, die in der Regel gemäß Abb. 1 zum Signal parallel geschaltet ist, ist zweckmäßig neben der rechtsseitigen Fahrsperrre auf dem Bahnplan anzubringen; wo dies infolge Raummangels oder aus anderen Gründen nicht angängig ist, kann

sie oberhalb des Wagens angeordnet werden, wie bei der Berliner Hochbahn; die von ihr zu betätigende Bremsvorrichtung befindet sich dann rechts auf dem Dache des ersten Wagens im Zuge. Die Abb. 5 und 6 zeigen die Anordnung der Fahrsperrre in Verbindung mit einem Flügel-signal und einem Lichtsignal¹⁾ der Berliner Hoch- und Untergrundbahn; in Abb. 7 ist die auf dem Wagendach befindliche Bremsauslösevorrichtung gezeigt²⁾.

Abb. 8 stellt ein elektropneumatisch angetriebenes Signal der Londoner Distriktbahn dar, dessen Fahrsperrre gemäß Abb. 9 auf dem Bahnplan angebracht ist³⁾. Da in England links gefahren wird, ist auch der Signalfügel nach links gestellt; in der Stellung „Fahrt frei“ zeigt er halb abwärts.

In Abb. 1 sind lediglich die Grundgedanken der Gleisstromsicherung angedeutet. Die vollständig durchgearbeiteten Schaltpläne der Sicherungsanlagen zeigen noch eine Reihe von Zwangsabhängigkeiten, die für die Sicherheit des Zugverkehrs von Bedeutung sind. Sie schließen beispielsweise die Möglichkeit aus, daß ein Zug das Signal „Fahrt frei“ erhalten kann, ehe der Vorzug durch ein Signal gedeckt ist; die Signale arbeiten nacheinander in der

¹⁾ Für das Lichtsignal hat Brown auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn mit Einführung des selbsttätigen Signalsystems eine 5-kerzige Glühlampe eingeführt, deren Licht durch eine Gaslinse verstärkt wird, während früher für ein Signal mit annähernd gleichem Lichteffect zwei 16-kerzige Glühlampen zur Verwendung kamen.

²⁾ Eine dem Zuge sich in der Haltlage entgegenstellende Fahrsperrre (Abb. 6) legt den Anschlaghebel *a* der Abb. 7 aus der Grundstellung (aufrecht) nach rückwärts (im Bilde nach links) um. Das Sperrstück *b* gibt den Flansch *c* frei, so daß die im Bilde rechts ersichtlichen Zugfedern die im — geöffnet dargestellten — Gehäuse gelagerte Schaltwalze *d* drehen können. Dadurch bringen auf die Walze aufgelegte Kontaktstreifen mit einigen vor der Walze stehenden Kontaktfedern Stromschlüsse hervor, durch die der Triebstrom abgestellt und die (Carpenter-) Bremse des Zuges in Tätigkeit gesetzt wird, deren Lösung vom Fahrerstande aus dann nicht möglich ist. Der Zug wird also nach Abstellen des Triebstroms auf schnellstem Wege sicher zum Stillstand gebracht. Der Zugbegleiter bringt die Schaltwalze vom Wageninnern aus wieder in die Grundstellung.

Die Bremse kann auch vom Zugbegleiter mit dem Notbremshebel betätigt werden; in diesem Falle wird die Bewegung durch den in der Abbildung oberhalb des Schaltwalzengehäuses sichtbaren Drahtseilzug auf das auszulösende Sperrstück *b* übertragen.

Bei gekuppelten Zügen ist der Hebel des angehängten Zuges nach vorwärts niedergelegt. In dieser Lage ist der Steuerstrom ausgeschaltet; ehe der Zug in Bewegung gesetzt werden kann, muß der Hebel erst wieder in die Grundstellung gebracht sein.

Soll im Falle einer Signalstörung ein Zug über eine auf „Halt“ stehende Fahrsperrre vorrücken, so hält der Zugbegleiter die Schaltwalze vom Wageninnern aus mit einem Schlüssel vorübergehend in der Grundstellung fest, so daß sie von dem vom der Fahrsperrre getroffenen Anschlaghebel *a* nicht gedreht werden kann. Der Schlüssel ist nach Vorschritt im Fahrerstande — unter Bleiverschluß — aufzubewahren, während sich der Schließzapfen der Festhaltevorrichtung über dem Standorte des Zugbegleiters befindet. Um die Walze festzuhalten, bedarf es also des Einverständnisses zwischen Fahrer und Begleiter; durch den Zwang des Einvernehmens ist eine wirksame Überwachung gesichert.

³⁾ In Abb. 9 bezeichnet *a* den Druckluftzylinder mit Ventil, *b* die Fahrsperrre in Sperrstellung. In dieser Stellung würde die Fahrsperrre einen Bremsahn eines darüber hinwegfahrenden Zuges öffnen und auf diese Weise die Bremse betätigen. Die Schraubenfeder *c* wirkt der Freilage der Fahrsperrre (nach links umgelegt) entgegen, um die Sperrre in Störungsfällen aufzurichten.

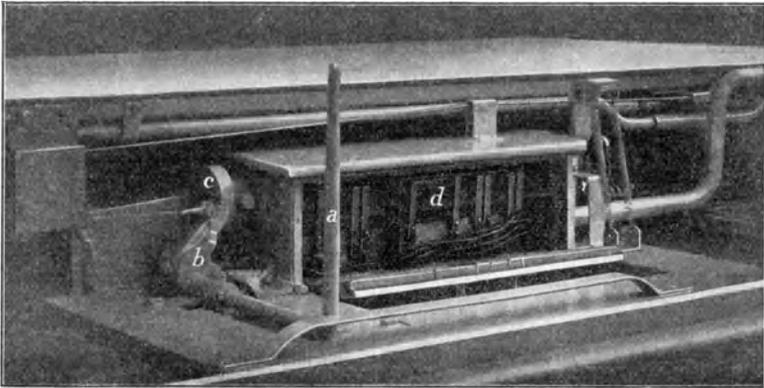


Abb. 7. Bremsauslöser; Bauart der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.

Reihenfolge, daß die Ddeckung des Vorzuges bereits durchgeführt sein muß, ehe der Folgezug die Fahrerlaubnis erhält. Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß es für die Sicherheit des Betriebes unbedenklich wäre, wenn einmal ein

Signal aus Störungsgründen hinter einem Zuge in der Stellung „Fahrt frei“ verharren sollte. Eine gleichartige Abhängigkeit, wie zwischen den Signalen, ist außerdem auch noch zwischen den Fahrsperrern hergestellt.

Die vorstehenden Ausführungen lassen bereits erkennen, daß die durch Gleisstromkreise gesteuerten ganz- und halb selbsttätigen Sicherungsanlagen außer den Stromerzeugern und den auch bei jeder anderen Sicherungsart erforderlichen elektrischen, besser jedoch elektropneumatischen Antrieben für die Flügel signale, Fahrsperrern und Weichen¹⁾ sowie den Stellwerken nur eine einzige Gattung beweglicher Teile enthalten, nämlich die Relais, die in moderner Ausführung ohne jede Verwendung von Eisenkernen oder eisenberührten Kontaktflächen einen so hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, daß Störungen so gut wie ausgeschlossen sind. Lichtsignale besitzen keinerlei bewegliche Teile; der Farbenwechsel vollzieht sich unter der Einwirkung der Relais vollkommen selbsttätig durch eine überaus sinnreiche Schaltung der Leitungskreise, in denen die Signalströme mit ungleichen Spannungen arbeiten²⁾. Durch die Spannungsunterschiede ist gewährleistet, daß niemals Störungsfälle auftreten können, in denen die Anzeige „Fahrt frei“ an einem Signal hervorgebracht wird, das „Halt“ zeigen soll.

Die in Abb. 1 gegebene Schaltskizze zeigt unten das Schema eines einfachen Steuer- und Schutzstreckenplans. Durch Einführung dieser im nachfolgenden fortlaufend angewendeten Signaturen, in denen auch die Signale und Fahr-



Abb. 8. Elektropneumatisch angetriebenes Signal der Londoner Distriktbahn (für Linksfahrt) Westinghouse Bremsen-Gesellschaft, London.)

¹⁾ Daß sich die berliner Hochbahngesellschaft zur Anwendung elektrischer Antriebe entschlossen hat, beruht, außerhalb aller technischen Erwägungen, lediglich auf geschäftspolitischen Gründen.

²⁾ Zu vergleichen das Deutsche Reichspatent Nr. 261 416 der Klasse 20 i, Gruppe 38.

sperren zu einem einzigen Zeichen zusammengezogen sind, hoffe ich, das Verständnis nicht unerheblich zu erleichtern. Die Zwischenräume zwischen den Signalen, d. h. die Entfernungen *Sa—Sb* usw. stellen die „Streckenabschnitte“ dar, in deren jedem sich nach den Regeln der Blocksicherung im normalen Betriebe zu gleicher Zeit nur ein einziger Zug befinden darf. Das Blocksignal ist gleichzeitig Einfahrtsignal für den vorliegenden Streckenabschnitt (Vorabschnitt) und Ausfahrtsignal für den rückliegenden Streckenabschnitt (Rückabschnitt). So ist z. B. *Sb* sowohl Einfahrtsignal für den Vorabschnitt *Ab*, als auch Ausfahrtsignal für den Rückabschnitt *Aa*.

In Abb. 1 sind die Blocksignale hinter die Trennstellen der Gleisabschnitte, von denen

Die Teilung der freien Strecke ist in Abb. 10 unter Zugrundelegung der Steuer- und Schutzstreckenpläne erläutert.

Die einfachste Sicherungsform einer aus isolierten Gleisabschnitten *G, Ga, Gb, Gc* zusammengesetzten durchlaufenden Strecke, deren Signale in der soeben entwickelten Weise durch Gleisströme gesteuert werden, ergibt sich, wenn die Blocksignale *Sa, Sb, Sc* unmittelbar an den Trennstellen *J, Ja, Jb*, errichtet werden (Form 1 der Abb. 10). Die „Streckenabschnitte“ *A, Aa, Ab, Ac*, d. h. die Entfernungen von Signal zu Signal sind in diesem Falle mit den „Gleisabschnitten“ gleichbedeutend. Da jedoch ein Signal erst in die Haltstellung gelangen darf, nachdem die Spitze eines Zuges daran vorbeigefahren ist,

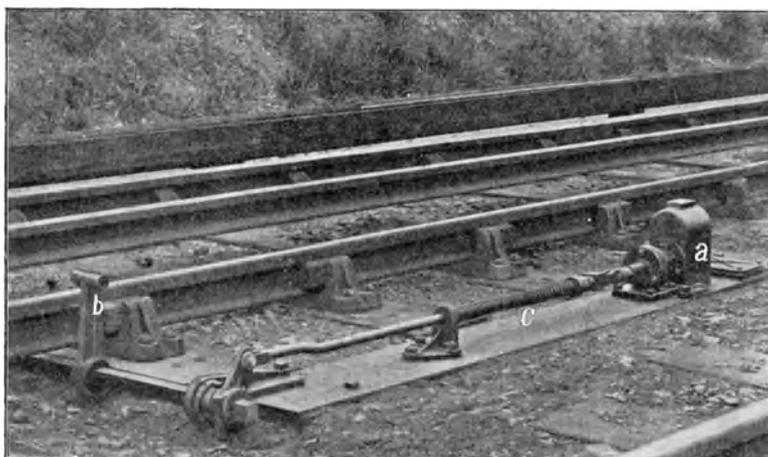


Abb. 9. Elektropneumatisch angetriebene Fahrsperr der Londoner Distrikthahn Westinghouse Bremsen-Gesellschaft, London.)

sie mittels der Gleisströme gesteuert werden, um ein gewisses Maß zurückgesetzt, das als „Überschneidung“ bezeichnet zu werden pflegt, so daß die „Streckenabschnitte“ gegen die „Gleisabschnitte“ um das Maß der Überschneidung nach rückwärts verschoben sind. Die Überschneidungen sind Deckungs- oder Schutzstrecken (*D, Da* usw.), in die ein Folgezug noch gefahrlos einrücken kann, falls er ein Haltsignal überfahren sollte. Sie sind ein wichtiges Schutzmittel im Sicherungswesen, weil beispielsweise ein Zug zur Einfahrt in den Streckenabschnitt *Aa* durch das Signal *Sa* erst dann „Fahrt frei“ erhält, wenn der Schluß des Vorzuges den Gleisabschnitt *Ga*, von dem das Signal *Sa* gesteuert wird, bereits verlassen hat.

so müssen die Signale in diesem Falle etwas hinter den Trennstellen aufgestellt werden, wenn auch nur um soviel, daß sie erst auf „Halt“ fallen, wenn der Zugfahrer sie im Rücken hat, während der Zug selbst sich fast in seiner ganzen Ausdehnung gegen die Haltstellung des Signals bewegt.

Diese Art der Sicherung hat den Mangel, daß sich beispielsweise das Einfahrtsignal *Sa* des von einem Zuge befahrenen Streckenabschnitts *Aa* bereits in demselben Augenblick wieder auf „Fahrt frei“ stellt, in dem der Zugschluß an dem Einfahrtsignal *Sb* des folgenden Abschnitts *Ab* vorbeigefahren ist. Würde daher ein Zug alsbald nach Überschreiten des Signals *Sb* liegen bleiben, der Folgezug aber dieses Signal auch nur um ein geringes Maß über-

fahren, so wäre ein Auffahren des Folgezuges auf den Vorzug unvermeidlich.

Diese heute noch vielfach bestehende Art der Streckensicherung kann vom Standpunkt der Betriebsicherheit nicht befriedigen. Der Mangel wird behoben, wenn die Signale, wie

sollte, noch ein genügend langer Gleisabschnitt geboten wird, in den er gefahrlos einrücken kann, ohne dem Vorzug zu nahe zu kommen. In diesem Falle spielen sich beim Vorrücken eines Zuges (in der Abbildung von links nach rechts) in rein selbsttätiger Aufein-

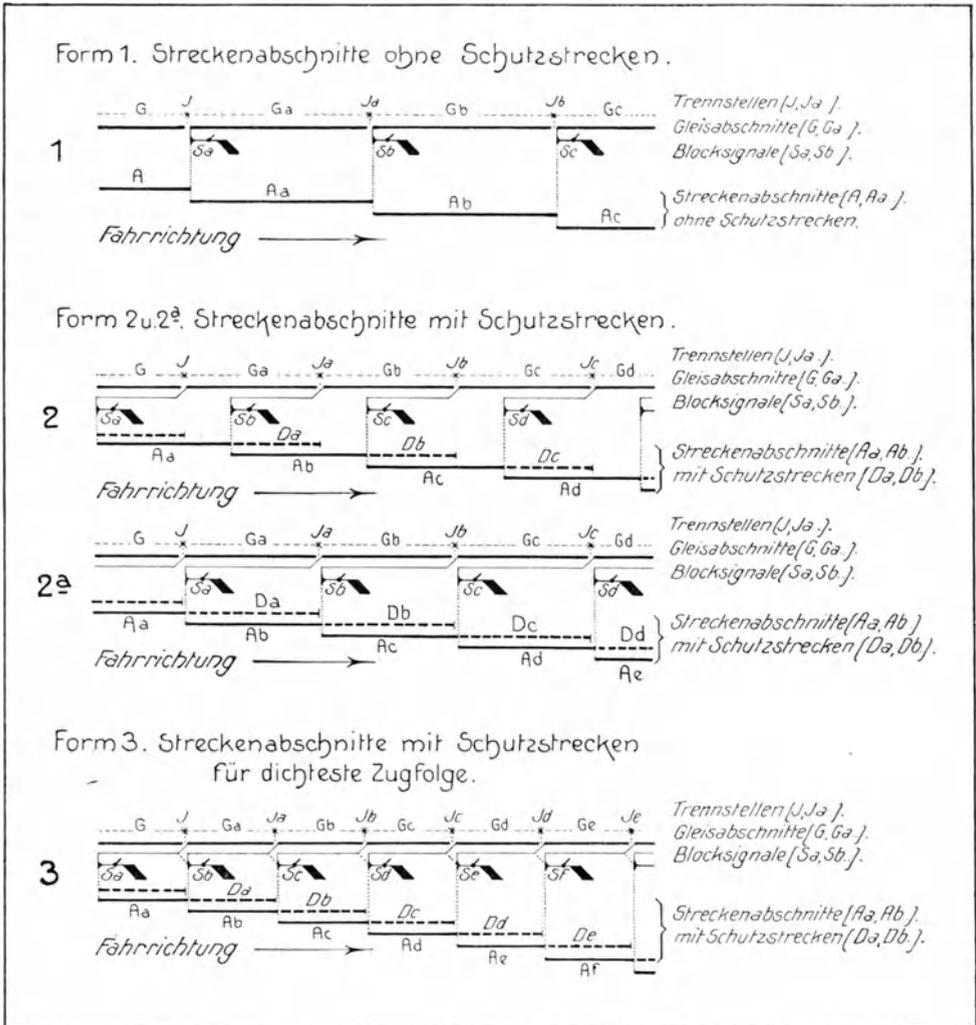


Abb. 10. Streckenteilung mit zweistelligen Blocksignalen in der Grundstellung „Fahrt frei“.

dies neuerdings die Vorschrift ist, gemäß der Form 2 der Abb. 10 hinter die Trennstellen der Gleisabschnitte um das im späteren noch näher zu bestimmende Längenmaß der Schutzstrecke zurückgesetzt werden, damit einem Zuge, der ein Haltsignal überfahren

anderfolge die auf Seite 9 tabellarisch zusammengestellten Vorgänge ab (Tabelle 1).

Ein in den Streckenabschnitt Ab (Form 2 der Abb. 10) einfahrender Zug beläßt hiernach das Signal Sb so lange in der Grundstellung „Fahrt frei“, bis die erste Achse des Zuges die

Trennstelle *Ja* überschritten hat. Wenn aber, wie es im Schnellbahnbetriebe häufig vorkommt, die Schutzstrecken etwa auf Grund der Neigungsverhältnisse des Gleises oder infolge höherer Fahrgeschwindigkeiten erheblich länger sind als auch die längsten Züge, so kann die Haltstellung des Signals *Sb* hinter dem im übrigen durch Signal *Sa* ordnungsmäßig gedeckten Zuge später eintreten, als es im betrieblichen Interesse erwünscht ist, namentlich bei Linien mit dichter Zugfolge, denn diese erfordern eine Verkürzung der Streckenabschnitte. Mit wachsender Zugzahl kann es bei längeren Bremswegen schließlich dahin kommen, daß die Signale bis an die rückliegende Trennstelle zurückzuschieben sind. Die Schutzstrecke wird in diesem Falle

sich nunmehr befindet, vollständig verlassen hat. Hieraus entwickelt sich die Form 3 der Abb. 10, deren Schaltung gegenüber der Abb. 1 die in der Abb. 11 erläuterten Abänderungen nötig macht.

Die Abbildung läßt erkennen, daß die Signalstromkontakte *1a*, *1b* der Abb. 1, durch welche Signal und Fahrsperr gesteuert werden, von den Streckenrelais *Ra*, *Rb* der Gleisabschnitte *Ga* und *Gb* weggenommen und nach den Relais *Rb*, *Rc* der vorliegenden Gleisabschnitte *Gb*, *Gc* verlegt und die Signalstromkreise zu dem Zweck entsprechend vorgezogen werden. Zur Steuerung der Signale werden den Relais noch die Nebenschlußkontakte *2a*, *2b* hinzugefügt, deren Bewegungen im Gleichschritt mit *1* und *1a* erfolgen. Auf diese Weise wird bei-

Tabelle 1.

Aufeinanderfolgende Zugstellungen	Ortsbezeichnung des Zuges	Gleisabschnitt, in dem die beiden Schienenstränge durch Zugachsen überbrückt sind	Stellung der Signale (Grundstellung ist „Fahrt frei“)			
			<i>Sa</i>	<i>Sb</i>	<i>Sc</i>	<i>Sd</i>
1	Der Zug befindet sich in <i>Ga</i>	<i>Ga</i> — —	zeigt „Halt“	zeigt „Fahrt frei“		
2	Die erste Zugachse überschreitet <i>Ja</i>	<i>Ga</i> <i>Gb</i> —	bleibt auf „Halt“	geht auf „Halt“	zeigt „Fahrt frei“	
3	Die letzte Zugachse verläßt <i>Ga</i> (Zug in <i>Gb</i>)	— <i>Gb</i> —	geht auf „Fahrt frei“	bleibt auf „Halt“	zeigt „Fahrt frei“	
4	Die erste Zugachse überschreitet <i>Jb</i> usw.	— <i>Gb</i> <i>Gc</i>		bleibt auf „Halt“	geht auf „Halt“	zeigt „Fahrt frei“

zur „Vollschutzstrecke“, da sie den ganzen Raum des Streckenabschnitts ausfüllt. (Form 2a der Abb. 10). Der oben als unerwünscht bezeichnete Zustand würde bei dieser Anordnung noch schärfer in die Erscheinung treten. Obwohl er an sich bei Schnellbahnen unbedenklich sein mag, wird er doch auf Strecken, die für die dichteste Zugfolge eingerichtet werden sollen, durch Änderung der Signalschaltung beseitigt, derart, daß ein Signal wie bei der Form 1 auf „Halt“ geht, sobald der Zugfahrer es im Rücken hat, daß aber andererseits, um die Schutzstrecke zu gewinnen, auch nach Vorbeifahrt des Zugschlusses an diesem Signal das nächst rückwärtige Signal noch auf „Halt“ verharret und erst in die Fahrstellung geht, wenn der Zug den Gleisabschnitt, in dem er

spielsweise Signal *Sa* mit Fahrsperr *Fa* durch den Kontakt *1a* des Relais *Rb*, *Sa* außerdem durch den Kontakt *2a* des Relais *Ra* gesteuert. Befindet sich ein Zug im Gleisabschnitt *Ga*, so sind die Kontakte des Relais *Ra* geöffnet; Signal *Sa* und die rückwärtige Fahrsperr zeigen „Halt“, während das rückwärtige Signal auf „Halt“ stehen bleibt. Überfährt der Zug die Trennstelle *Ja*, so fallen die Kontakte *1a* und *2b* ab, was zur Folge hat, daß wegen *2b* das Signal *Sb*, wegen *1a* noch die Fahrsperr *Fa* auf „Halt“ fallen. Die Fahrsperr *Fb* bleibt in Fahrstellung. Hat der Zug den Gleisabschnitt *Ga* verlassen, so zieht das Relais *Ra* die Kontakte *1* und *2a* an. Ist alsdann auch *Gb* geräumt, so werden *1a* und *2b* angezogen. Über *1a* erhalten *Sa* und *Fa* Strom für die Fahr-

stellung, während Sb und Fb auf „Halt“ verharren, bis das vorliegende Relais Rc wieder anzieht, was nach Räumung des Gleisabschnitts Gc erfolgt. Unterhalb der Abb. 11 ist die Signatur des Steuer- und Schutzstreckenplans angegeben, wie sie sich für den vorliegenden Fall gestaltet. Die Erweiterung der Abhängigkeit zwischen den Signalen ist im Steuerplan durch leicht punktierte kurze Verbindungsstriche angedeutet.

Die Vorgänge, welche sich beim Vorücken eines Zuges von links nach rechts auf einer im Sinne der Form 3 der Abb. 10

wächst in dem Maße, wie die Streckenabschnitte verkürzt werden und erreicht den Höchstbetrag, wenn die Streckenabschnitte gleich den Schutzstrecken gemacht werden. So sind in Form 3 der Abb. 10 (S. 8) die — im übrigen mit den Gleisabschnitten G, Ga, Gb usw. übereinstimmenden — Streckenabschnitte Aa, Ab, Ac usw. sämtlich auf Schutzstreckenlänge D, Da, Db usw. verkürzt.

Da hier mit der höchstgesteigerten Betriebssicherheit der freien Strecke auch das höchste Maß der Leistungsfähigkeit erreicht ist, nimmt es nicht wunder, daß diese Sicherungs-

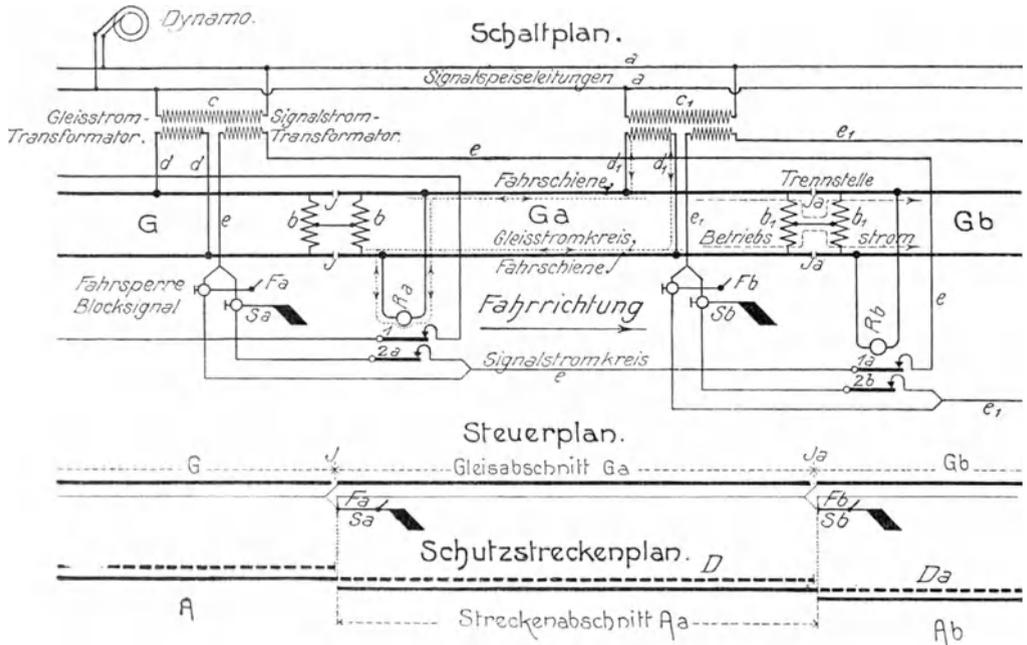


Abb. 11. Grundgedanken der Steuerung zweistelliger Blocksignale mit „Vollschutzstrecken“.

(S. 8) aufgeteilten Strecke abspielen, sind aus Tabelle 2 auf S. 11 zu ersehen, in der die Fahrsperrn der Einfachheit wegen unberücksichtigt geblieben sind.

Durch die in Form 3 der Abb. 10 dargestellte Schaltweise wird die Betriebssicherheit erhöht. Während bei Form 2 der Zug durch ein Haltsignal gedeckt ist, wenn er sich in einem Streckenabschnitt befindet, und durch zwei Haltsignale, wenn er über eine Trennstelle hinwegfährt, hat er bei Form 3 unter den gleichen Umständen Deckung durch zwei und drei Haltsignale.

Die Leistungsfähigkeit einer durchgehenden Bahnstrecke ist von der Längenausdehnung der Streckenabschnitte abhängig. Die Leistung

weise eine weitere Durchbildung für solche Schnellbahnen erfahren hat, die eine besonders große Zahl von Zügen, namentlich im Eil- und Schnellzugbetrieb, abzufertigen haben. Bei der einstweilen nur mit örtlichen Zügen befahrenen Berliner Hoch- und Untergrundbahn lag ein Bedürfnis zu so weitgehender Unterteilung der Strecken noch nicht vor.

Länge der Schutzstrecken.

Die Schutzstrecke ist so zu bemessen, daß sie ausreicht, um einen mit höchst zulässiger Geschwindigkeit fahrenden Zug bei normaler Bremswirkung durch den Eingriff der Fahrsperrn mit Sicherheit zum Stillstand zu bringen, bevor die erste Achse die vordere

Trennstelle des Streckenabschnitts erreicht. Die Schutzstrecke erhält einen Sicherheitszuschlag für unvorherzusehende Verhältnisse, wie glatte schlüpfrige Schienen, unvollkommene Bremswirkung u. dergl. Ihre Länge ist den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen aufs sorgfältigste anzupassen, wird also in Gefällstrecken größer, in Steigungen und Krümmungen kleiner als das Grundmaß.

Auf den Londoner Schnellbahnen ist für die Schutzstrecken auf Grund von Bremsversuchen das Grundmaß von 120 m für die gerade wagerechte Strecke festgestellt worden. Es setzt sich zusammen aus einem Bremsweg von 80 m und einem Sicherheitszuschlag von 50%. Peinlich genau ist es auch mit der Bestimmung des Grundmaßes der Schutzstrecken für die Schnellzuggleise der New Yorker Unter-

Auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn konnte nach den angestellten Ermittlungen das auf den Londoner Untergrundbahnen angewendete Grundmaß der Schutzstrecke von 120 m auf wagerechter gerader Strecke beibehalten werden. Dieses Maß ist mit Rücksicht auf die Gefälle, Steigungen und Krümmungen der Bahn in der oben angegebenen Weise von Ort zu Ort erhöht oder verringert worden. Auf der Strecke Spittelmarkt—Nordring angestellte Bremsversuche, bei denen Achtwagenzüge die Fahrsperrn in der Haltstellung mit erheblichen Geschwindigkeiten überfahren, zeigten, daß das nach den örtlichen Verhältnissen berichtigte Längenmaß der Schutzstrecken den weitestgehenden Sicherheitsanforderungen zu entsprechen vermag.

Die zurzeit noch vorhandenen handbe-

Tabelle 2.

Aufeinanderfolgende Zugstellungen	Ortsbezeichnung des Zuges	Gleisabschnitt, in dem die beiden Schienenstränge durch Zugachsen überbrückt sind	Stellung der Signale (Grundstellung ist „Fahrt frei“)				
			<i>Sa</i>	<i>Sb</i>	<i>Sc</i>	<i>Sd</i>	<i>Se</i>
1	Der Zug befindet sich in <i>Gb</i>	<i>Gb</i> — —	zeigt „Fahrt frei“	zeigt „Halt“	zeigt „Halt“		
2	Die erste Zugachse überschreitet <i>Jb</i>	<i>Gb</i> <i>Gc</i> —		bleibt auf „Halt“	bleibt auf „Halt“	geht auf „Halt“	
3	Die letzte Zugachse verläßt <i>Gb</i> (Zug in <i>Gc</i>)	— <i>Gc</i> —		geht auf „Fahrt frei“	bleibt auf „Halt“	bleibt auf „Halt“	
4	Die erste Zugachse überschreitet <i>Jc</i> usw.	— <i>Gc</i> <i>Gd</i>			bleibt auf „Halt“	bleibt auf „Halt“	geht auf „Halt“

grundbahn gehalten worden. Aus den Zuggeschwindigkeitskurven wurden zunächst die an den verschiedenen Bahnpunkten noch als zulässig anzusehenden Höchstgeschwindigkeiten ermittelt. Hieraus wurden dann von Ort zu Ort fortschreitend die Schutzstreckenlängen nach den Bremswirkungen und den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn genau festgelegt. Für eine Schnellzuggeschwindigkeit von 56 km in der Stunde stellte sich der Bremsweg in gerader wagerechter Strecke, entsprechend einer mittleren Bremsverzögerung von 0,85 m in der Sekunde, auf 142 m. Dieses Maß wurde mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse durch einen hohen Zuschlag auf das Grundmaß von 250 m nach oben abgerundet.

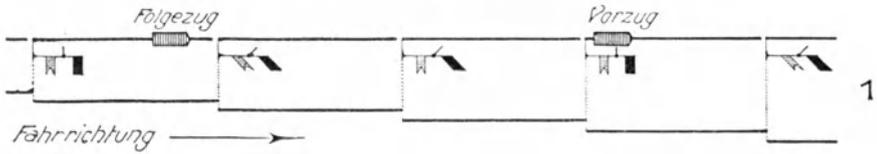
dienten Sicherungsanlagen der Hochbahngesellschaft, die nach und nach durch das selbsttätige Signalsystem ersetzt werden, weisen für die längeren (Sechswagen-) Züge selbst in Gefällstrecken keinerlei Schutzstrecken auf.

Zugdeckung durch dreistellige Blocksignale.

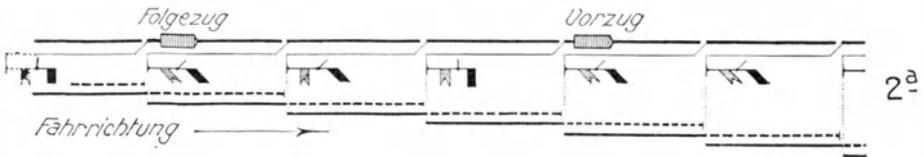
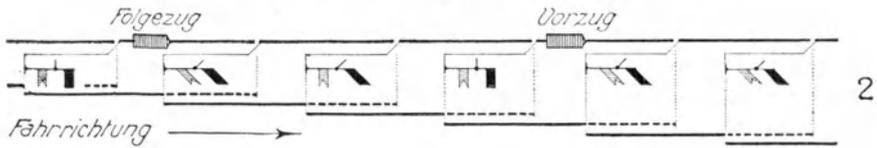
Doppelsignale.

Bei besonders lebhaftem und schnellem Zugumlauf sowie auf unübersichtlichen Bahnabschnitten sind die bisher zur Sprache gekommenen beiden Anzeigen des Hauptsignals, nämlich die Fahrerlaubnis „Fahrt frei“ („Freiweg“) und das Fahrverbot „Halt“ nicht durchweg ausreichend. Es bedarf noch der bereits erwähnten weiteren Anzeige, die dem Fahrer zwar die

Form 1. Streckenabschnitte ohne Schutzstrecken.

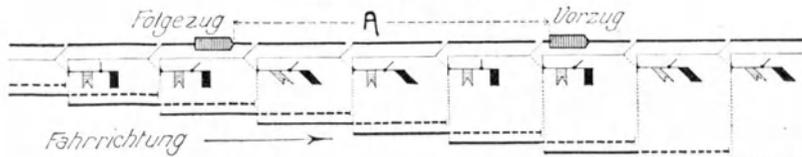


Form 2 u. 2^a. Streckenabschnitte mit Schutzstrecken.

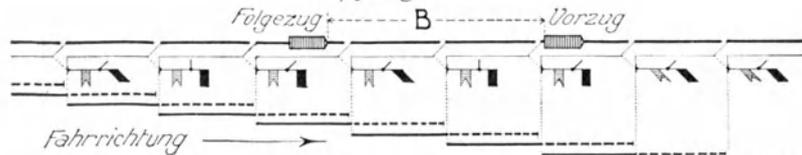


Form 3. Streckenabschnitte mit Schutzstrecken für dichteste Zugfolge.

A. Freiwegabstand.



B. Achtungsabstand.



C. Mindestabstand.

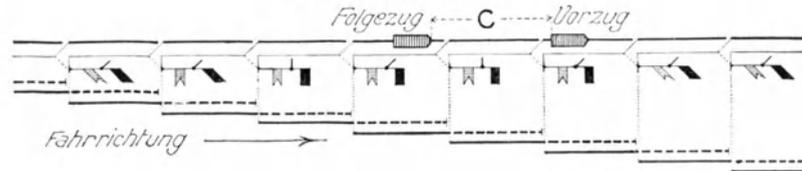


Abb. 12. Streckenteilung mit dreistelligen Doppelsignalen.

Weiterfahrt gestattet, jedoch mit der Einschränkung, daß er den Zug so sicher in der Gewalt behalten muß, daß dieser in jedem Augenblick zum Stillstand gebracht werden kann. Diese Forderung hat zur Einführung der dreistelligen Signale Anlaß gegeben. Die älteste Form dieser Signale sind die aus Ober- und Untersignal zusammengesetzten Doppelsignale. Das Tagessignal besteht aus zwei Flügeln, das Dunkelsignal (Nacht-, Tunnelsignal) aus zwei Lichtern. Die Flügel werden in den üblichen beiden Stellungen, hier wagrecht und halb aufwärts, verwendet; der Unterflügel pflegt durch schwalbenschwanzförmigen Einschnitt vom

Oberflügel unterschieden zu werden. Als Lichtsignal zeigt das Obersignal rot oder grün, das Untersignal gelb (brandgult) oder grün. Am Obersignal haben rotes Licht und eingezogener (wagerechter) Flügel, ebenso grünes Licht und ausgelegter (halb aufwärts zeigender) Flügel die gleiche Bedeutung. Ebenso entspricht am Untersignal das gelbe Licht der eingezogenen, das grüne der ausgelegten Flügelstellung.

In Tabelle 3 sind die drei Anzeigen des Doppelsignals zusammengestellt, die sich dem Gedächtnis des Zugfahrers sehr leicht einprägen.

Tabelle 3.

Bedeutung des Doppelsignals:

Fall 1	{ Eingezogener Flügel " " " "		oder		rotes Licht des Obersignals: gelbes Licht des Untersignals!)	} Halt!
Fall 2	{ Ausgelegter Flügel Eingezogener Flügel		oder		grünes Licht des Obersignals: gelbes Licht des Untersignals:	
Fall 3	{ Ausgelegter Flügel " " " "		oder		grünes Licht des Obersignals: grünes Licht des Untersignals:	} Frei weg! [Das nächste Doppelsignal zeigt „Achtung“ (Fall 2) oder „Frei weg“ (Fall 3).]

Mit dem Doppelsignal ist in üblicher Weise wieder die Fahrsperrung vereinigt zu denken. Signal und Fahrsperrung zusammen ergeben die in Tabelle 4 dargestellten Bilder, wobei

zu bemerken ist, daß im Fall 1 die Fahrsperrung nach den späteren Ausführungen sowohl in der Sperrlage als auch in der Freilage auftreten kann.

Tabelle 4.

Fall 1 (2 Formen ^{*)})		oder		rot gelb	} und Fahrsperrung in Sperrstellung oder Freistellung:	} Halt!
Fall 2		oder		grün gelb		
Fall 3		oder		grün grün	} und Fahrsperrung in Freistellung:	} Frei weg!

^{*)} Der dem schwalbenschwanzförmigen Einschnitt des Signalfügels entsprechende Winkel in der unteren Anzeige des Lichtsignals dient lediglich zur Unterscheidung vom Obersignal in den bildlichen Darstellungen dieses Aufsatzes. Die Signallaterne selbst trägt ein solches Merk-

zeichen nicht; sie zeigt vielmehr volles gelbes oder volles grünes Licht.

^{*)} Erläuterung der zweiten Form folgt später; zu vergleichen Abb. 12. Form 3 (siehe das Signal neben dem Vor- und Folgezuge)

Steuerung der Doppelsignale und Streckenteilung.

In Abb. 12 ist die Streckenteilung der Abb. 10 (S. 8) unter Verwendung dreistelliger Doppelsignale wiederholt, deren Anzeigen unter Beifügung der Fahrsperrren bei verschiedenen Zugstellungen vorgeführt sind.

Die Schaltweise für dreistellige Doppelsignale entwickelt sich gemäß Abb. 13 aus derjenigen für die zweistelligen Signale. Die Schaltung für die Formen 1, 2 und 2a der Abb. 12 wird aus der Abb. 1 (S. 2) in der Weise ge-

öffnet die Kontakte 3b und 4a: wegen 3b zieht das Untersignal *Ub* ein und der Nebenschluß für das Untersignal *Ua* wird auch bei 4a unterbrochen, so daß trotz des Kontaktschlusses 3a, der erst nach Freiwerden des Gleisabschnitts *Ga* infolge Auslegens von *Oa* herbeigeführt wird, *Ua* eingezogen bleibt (Warnstellung), bis auch Gleisabschnitt *Gb* geräumt ist und Obersignal *Ob* auslegt. Doppelsignal *Sb* zeigt also Fahrverbot; die zu diesem Doppelsignal gehörende Fahrsperrre befindet sich in Sperrstellung. Doppelsignal *Sa* zeigt bei offener Fahrsperrre *Fa* die Warnstellung. Ein in einem Gleisabschnitt

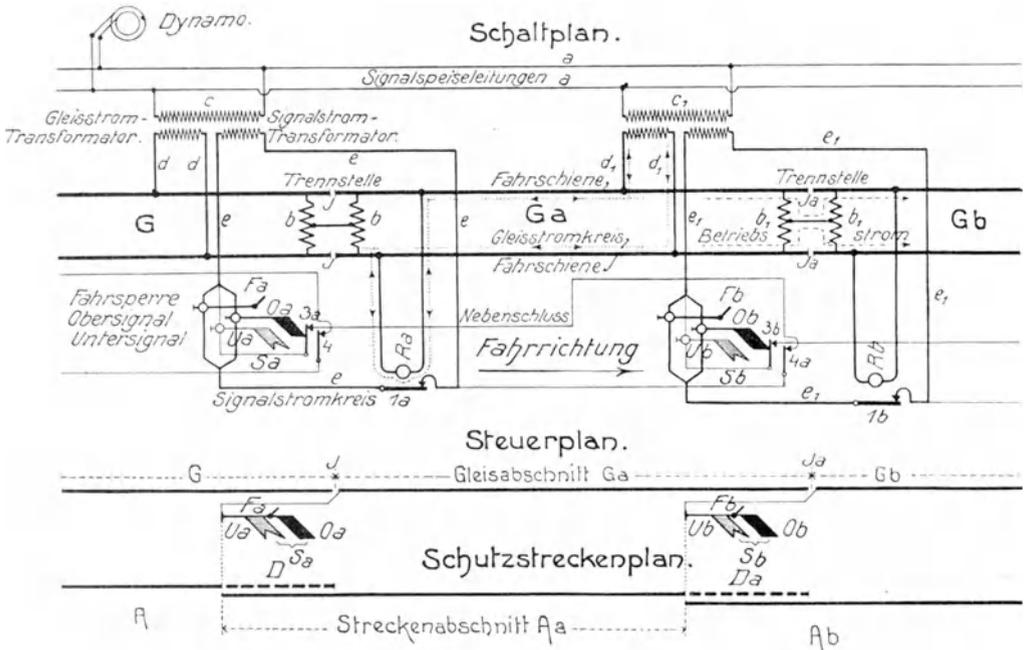


Abb. 13 Steuerung dreistelliger Doppelsignale.

wonnen, daß jedes Untersignal in einen Nebenschluß der Signalstromkreise eingeschaltet wird, der nur dann geschlossen ist, d. h. nur dann das Untersignal *Ua* (Abb. 13) auf „Frei“ steuert, wenn außer dem eigenen Obersignal *Oa* auch noch das vorliegende Obersignal *Ob* auf „Frei“ steht, die beiden Kontakte 3a und 4a — in der Abbildung als Signalfügelkontakte dargestellt — also gleichzeitig geschlossen sind. Der Nebenstromkreis ist jedoch geöffnet und das Untersignal *Ua* befindet sich in Sperrstellung, wenn auch nur einer der beiden Kontakte geöffnet ist. Überfährt beispielsweise ein Zug die Trennstelle *Ja*, so fällt der Anker 1b ab: Fahrsperrre *Fb* sperrt und Obersignal *Ob* zieht ein. *Ob*

befindlicher Zug (vgl. Abb. 12, Form 2) ist also gedeckt durch ein Doppelsignal nebst Fahrsperrre in Haltstellung und dahinterliegenden Achtungssignal.

Die Schaltung für die Form 3 der Abb. 12 ergibt sich aus der Abb. 11 (S. 10) durch Zufügung von Nebenschlußleitungen gleicher Art wie in Abb. 13. Die Schaltung ist in Abb. 14 gezeigt. Überfährt ein Zug die Trennstelle *Ja*, so fallen zunächst die beiden Kontakte 1a und 2b ab. Wegen 2b zieht das Obersignal *Ob* ein und bei 1a wird der Signalstromkreis *e* unterbrochen. Hierdurch geht die bis dahin in der Fahrstellung befindliche Fahrsperrre *Fa* in die Sperrlage. Außerdem wird erreicht, daß trotz des

späteren Schlußes des Kontaktes 2a, der nach Freiwerden des Gleisabschnitts Ga durch Anziehen des Relais Ra herbeigeführt wird, das Obersignal Oa eingezogen bleibt, bis auch der Gleisabschnitt Gb geräumt ist. Ob öffnet das Kontaktpaar 3b und 4a. Wegen 3b zieht das Untersignal Ub ein. Bei 4a wird der Nebenschluß für Untersignal Ua unterbrochen, so daß trotz des späteren Kontaktschlusses bei 3a, der nach Freiwerden des Gleisabschnitts Gb infolge Auslegens des Obersignals Oa eintritt, Ua eingezogen bleibt, bis auch der Gleis-

signal gezeigt (Fall 2 der Tabelle 4); sind die Züge durch eine Schutzstrecke getrennt (Mindestabstand der Züge), so erscheint dem Folgezug die Anzeige „Halt“ (Fall 1 der Tabelle 4 mit der Fahrsperrung in der Sperrlage). Ein Zug also, der gerade an einem Doppelsignal vorbeigefahren ist und dem im Abstand von drei Schutzstrecken ein zweiter Zug (Doppelsignal „Frei weg“) folgt, ist, um es nochmals zu wiederholen, folgendermaßen gedeckt (Form 3A der Abb. 12): Das erste und zweite Doppelsignal hinter dem

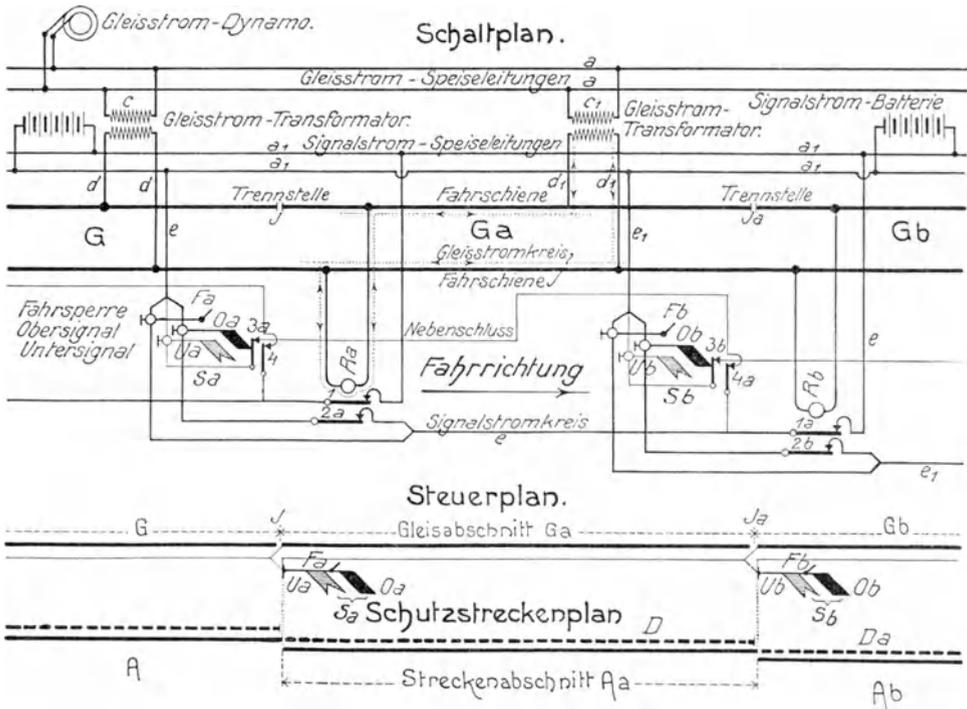


Abb. 14. Steuerung dreistelliger Doppelsignale mit Vollschutzstrecken.
(Speisung der Gleis- und Signalstromkreise aus verschiedenen Quellen.)

abschnitt Ge geräumt ist. Der in Gb befindliche Zug ist also gedeckt durch Doppelsignal Sb in Haltstellung (Ob und Ub eingezogen), Doppelsignal Sa in Haltstellung (Oa und Ua eingezogen) und Fahrsperrung Fa in Sperrstellung; dahinter befindet sich S in Warnstellung (U eingezogen).

Befinden sich hiernach zwischen zwei Zügen drei Schutzstrecken (Freiwegabstand der Züge), so sieht der Folgezug vor sich das Doppelsignal „Frei weg“ (Fall 3 der Tabelle 4 auf Seite 13). Befinden sich zwischen zwei Zügen zwei Schutzstrecken (Achtungsabstand der Züge), so wird dem Folgezug das Achtung-

signal gezeigt (Fall 2 der Tabelle 4); sind die Züge durch eine Schutzstrecke getrennt (Mindestabstand der Züge), so erscheint dem Folgezug die Anzeige „Halt“ (Fall 1 der Tabelle 4 mit der Fahrsperrung in der Sperrlage). Ein Zug also, der gerade an einem Doppelsignal vorbeigefahren ist und dem im Abstand von drei Schutzstrecken ein zweiter Zug (Doppelsignal „Frei weg“) folgt, ist, um es nochmals zu wiederholen, folgendermaßen gedeckt (Form 3A der Abb. 12): Das erste und zweite Doppelsignal hinter dem

er dahinter nicht durch den Fahrer zum Stillstand gebracht, so würde er durch die Fahrsperrung abgebremst, ehe er den Vorzug erreicht.

Die zuletzt beschriebene Art der Zugsicherung gemäß Form 3 der Abb. 12 hat u. a. auf der Ostlondon-Bahn, vor allem aber auf den Schnellzugstrecken der Neuyorker Untergrundbahn Anwendung gefunden. Die Schaltskizze der Abb. 14 paßt sich der Ausrüstung der New Yorker Untergrundbahn an. Sie zeigt, daß die Speisung der Gleis- und Signalstromkreise aus verschiedenen Quellen erfolgt. Wäh-

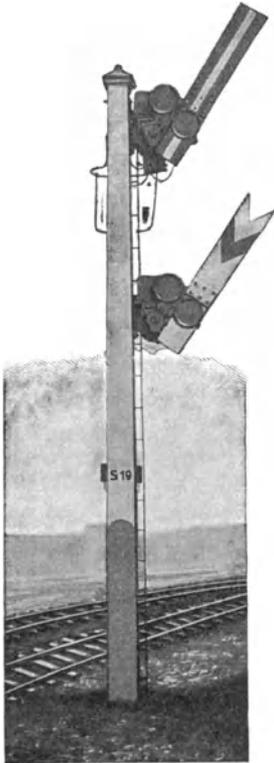


Abb. 15. Dreistelliges Doppelsignal. (Bauart Mc.Kenzie, Holland & Westinghouse. Flügel mit den Antrieben vereinigt; Fahrsperrung unten auf dem Bahnkörper, jedoch auf dem Bilde nicht sichtbar.)

rend die Gleisströme, ebenso wie bei den früheren Beispielen, von Wechselstromtransformatoren geliefert werden, wird für die Signalstromkreise Gleichstrom aus Akkumulatoren verwendet. Weiter ist bemerkenswert, daß Impedanzverbinder fehlen. Zur Rückleitung des Triebstromes wird nur die eine der beiden Fahrschienen benutzt; die andere konnte daher ausschließlich für die Zwecke des Gleisstromes ausgenutzt werden, so daß es bei

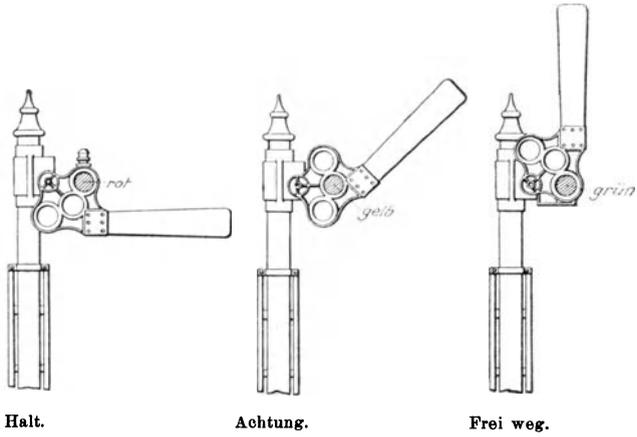
der Aufteilung dieser einen Schiene sein Bewenden haben konnte.

Abb. 15 zeigt eine für Rechtsfahrt angenommene Ausführungsform eines dreistelligen Doppelsignals, bei der die Antriebe mit den Signallflügeln vereinigt sind, wie dies jetzt in weitestem Umfange durchgeführt wird.

Einzelsignale.

Für die dreistellige Anzeige werden auf einer Reihe von Bahnen auch Einzelsignale verwendet, so beispielsweise auf den neuen Bahnstrecken der Pennsylvanischen Eisenbahn in Neuyork sowie auf zahlreichen eingleisigen Bahnen der Vereinigten Staaten. Als Flügel-signale zeigen sie „Halt“ in der wagerechten, „Vorsicht“ in der schräg aufwärts gerichteten und „Fahrt frei“ („Frei weg“) in der senkrecht nach oben gerichteten Stellung (Abb. 16). Diesen Stellungen entsprechen die Lichtsignale rot, gelb, grün. Ohne auf die Schaltweise der dreistelligen Einzelsignale näher einzugehen, sei noch darauf hingewiesen, daß das dreistellige Signal neuerdings vom Regierungs- und Baurat Roudolf in Berlin in der durch die Abb. 17 veranschaulichten Form ausgebildet worden ist¹⁾. Er wendet einen parabolisch gekrümmten, spiegelnden Flügel von beiderseitiger Ausladung (Streckflügel) an, der einen großen Augenwinkel ergibt. Der Flügel wird durch eine im Brennpunkt der Parabel angebrachte Lampe, deren Licht durch einen dahinter sitzenden Parabelspiegel verstärkt wird, von außen beleuchtet. Das Rücklicht ist ähnlich, nur in kleinerem Maßstabe ausgebildet. Das zusammengefaßte starke Licht gibt die Möglichkeit, die Flügel bei Nacht auf mehrere Kilometer, bei Schneegestöber noch auf 600 m und bei Nebel noch auf 300 m sichtbar zu machen. Roudolfs Signal, das z. Zt. auf dem Bahnhof Tempelhof in Berlin erprobt wird, stellt den weitestgehenden Schritt auf dem Wege der Vereinfachungen und Vervollkommnungen im Signalwesen dar, da es jeden Unterschied bei den Tages- und Dunkel-signalen beseitigt. Infolgedessen ergibt sich als wichtigster Punkt, daß die farbigen Blenden (rot, gelb, grün) vollständig wegfallen, so daß das Fahr- und Stationspersonal nicht mehr auf Farbenblindheit untersucht zu werden braucht. Welche Bedeutung diesem Umstande beizumessen ist, ergibt sich aus der Tatsache, daß das neue (Nagelsche) Verfahren der Untersuchung auf Farbenblindheit eine wesentliche Vermehrung der Invaliditätsfälle ergeben hat.

¹⁾ Über Roudolfs Signal vgl. auch „ETZ“ 1913, S. 583. Die Entwurfszeichnung des Signals wurde am 8. April 1910 fertiggestellt; Ende 1910 wurde es auf dem Verschiebebahnhof Tempelhof in Betrieb genommen.

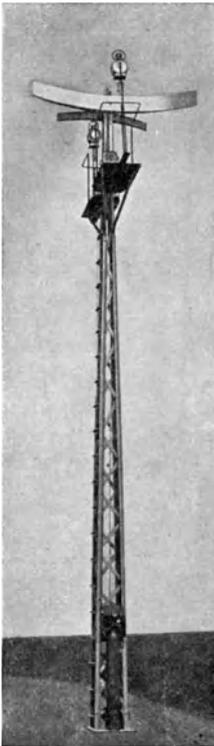


Halt.

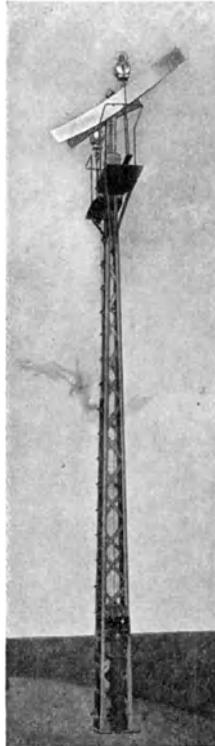
Achtung.

Frei weg.

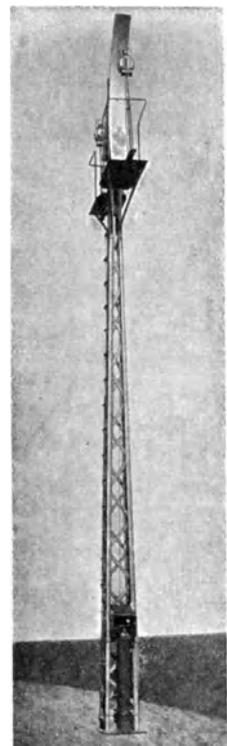
Abb. 16. Dreistelliges Einzelsignal.
Tagesanzeige durch Formsignale, Nachtanzeige durch Lichtsignale.



Halt.



Achtung.



Frei weg.

Abb. 17. Roudolfs dreistelliges Hauptsignal mit Rücklicht. Tages- und Nachtanzeige gleich.
(Am Fuße des Mastes eine Acetylenflasche für die Signalbeleuchtung.)

Vormeldesignale (Vorsignale).

Gegenüber der für die dichteste Zugfolge und die größten Fahrgeschwindigkeiten vorgesehenen dreistelligen Anzeige mit Doppelsignalen lassen sich für einfachere Betriebsverhältnisse, insbesondere für Schnellbahnen, deren Züge auf allen Stationen halten (Lokalzugbetrieb) wesentliche Vereinfachungen ableiten, die sich aus nachstehenden Beziehungen ergeben:

Von den bei den Doppelsignalen bereits erwähnten Ausnahmefällen abgesehen, zeigt also das Untersignal insofern Verwandtschaft mit unserem bekannten Vorsignal, als es, wie ein zweistelliges Signal betrachtet, die Anzeige des vorliegenden Obersignals wiederholt, wenn dieses ebenfalls als zweistelliges Signal aufgefaßt wird. In seiner Eigenschaft als Vormelder kündigt das Vorsignal dem Zugfahrer an, welche Anzeige er an dem zugehörigen

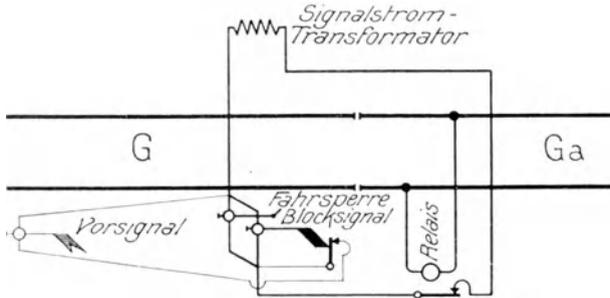


Abb. 18. Steuerung des Vorsignals durch das Hauptsignal.

Zeigt das Obersignal eines Doppelsignals „Halt“, so zeigt das Untersignal des rückliegenden Doppelsignals „Achtung“; Zeigt das Obersignal „Fahrt frei“, so zeigt auch das rückliegende Untersignal „Fahrt frei“.

Block- oder Hauptsignal zu erwarten hat. Zeigt das Hauptsignal „Fahrt frei“, so wiederholt das Vorsignal diese Anzeige; gebietet das Hauptsignal „Halt“, so erscheint am Vorsignal die Anzeige „Achtung“. Um Verwechslungen vorzubeugen, pflegt man die Vorsignale tiefer



Halt.



Achtung.



Frei weg.

Abb. 19. Roudolfs dreistelliges Vorsignal mit Rücklicht. Tages- und Nachtanzeige gleich. (Am Fuße des Mastes eine Acetylenflasche für die Signalbeleuchtung.)

zu stellen, als die Hauptsignale. Als Tages-signal erhalten sie eine von den letzteren unterschiedene Form. Nach der Analogie zwischen den Vorsignalen und den Untersignalen der dreistelligen Doppelsignale steht nichts im Wege, die Form der Untersignale mit dem End-ausschnitt auch für die Vorsignale anzuwenden; auf den preußischen Staatsbahnen werden sie als Klappscheiben durchgebildet. Als Licht-signale erscheinen am Vorsignal grün für „Fahrt frei“, gelb für „Achtung“. In Abb. 18 ist die Schaltweise zwischen dem Haupt- und Vorsignal bei der angedeuteten einfachen Abhängigkeits-form schematisch dargestellt. Das Vorsignal befindet sich im Nebenschluß zum Hauptsignal; durch einen von letzterem betätigten Kontakt wird der Nebenstromkreis geöffnet oder geschlossen und dadurch das Vorsignal entsprechend der Hauptsignalstellung gesteuert. Bei dreistelligen Einzelsignalen erhält auch das Vorsignal zweckmäßig die dreistellige Form. Außer den Stellungen „Halt“ und „frei weg“ ist die Achtungsanzeige auch am Vorsignal von Bedeutung, da der Fahrer bereits an diesem ersehen soll, ob er — beispielsweise bei der Einfahrt in eine Ablenkung oder in Krümmungen — die Fahrgeschwindigkeit zu ermäßigen hat. So hat denn auch Roudolf sein Vorsignal nach demselben Gedanken gebaut wie sein Haupt-signal (Abb. 17), jedoch ist es von diesem in der Form dadurch deutlich unterschieden, daß der Streckflügel in der Mitte noch einen Paraboloidspiegel trägt (Abb. 19). Farbige Blenden kommen auch hier völlig in Fortfall. Nach dem Grundgedanken seines Signals hat im übrigen Roudolf auch die Langsamfahr-scheibe und die Haltscheibe durchgebildet.

Die Vorsignale werden hinter die Haupt-signale nach denselben Grundsätzen zurück-

gerückt, wie diese selbst gegen die Trenn-stellen der Gleisabschnitte, d. i. um das Maß der Schutzstrecke, im Falle dieser Betrachtungen also um 120 m auf gerader wagerechter Strecke. Unter diesen Umständen vermag der Zugfahrer, der am Vorsignal die Achtungsanzeige vorfindet, seinen Zug mit Sicherheit zum Stillstand zu bringen, ehe er das Hauptsignal erreicht.

Wird so das Vorsignal bei einfacheren Betriebsformen im Schnellverkehr zum wertvollen Hilfsmittel in Fällen, in denen das Hauptsignal durch Bahnkrümmungen oder infolge von Hindernissen u. dergl. nicht zeitig genug erblickt werden kann, so sollte andererseits die Vormel-dung, da sie dem Fahrer besondere Wachsam-keit nahelegen soll, auf Fälle der angegebenen Art beschränkt bleiben.

Wird auf Schnellbahnen, die von vorn-herin nur mit zweistelligen Hauptsignalen und nach Bedarf noch mit Vorsignalen ausgerüstet wurden, die Zugfolge dichter, so ist auch das Signalwesen weiter auszugestalten und zu vervollständigen. Indem die Streckenabschnitte weitere Unterteilung erfahren, vermehrt sich gleichen Schrittes auch die Zahl der Signale und gleichzeitig vermindert sich ihr Abstand, so daß die Standorte der Vorsignale mit denen von Hauptsignalen mehr und mehr zusammen-fallen. Auf diese Weise erfährt das Bild der zweistelligen Einzelsignale eine Weiterentwick-lung, bis es sich erst an einzelnen Stellen, dann streckenweise fortschreitend zur dreistelligen Anzeige fortbildet, die schließlich für die dichteste Zugfolge zur Form 3 der Abb. 12 (S. 12) vervollkommenet werden kann. Die verschie-denen Formen können im selbsttätigen Signal-wesen ohne Bedenken beliebig durcheinander verwendet werden.

Selbsttätige Zugdeckung auf Durchgangsstationen.

Stationsabschnitte.

Der Stationsabschnitt *Ab* in Abb. 20 wird vom Einfahrsignal *Sb* und vom Ausfahrtsignal *Sc* begrenzt; er besteht aus der Schutzstrecke *Da* und dem Gleisabschnitt *Gb* abzüglich der Schutzstrecke *Db*. Für die Länge des Stationsabschnittes sind bei bestimmter Bahnsteiglänge bestimmend die Lage der Trennstelle *Ja*, der Standort des Ausfahrtsignals und die Länge der Ein- und Ausfahrtschutzstrecken *Da* und *Db*, während die Länge des Gleisabschnittes *Gb* von der Bahnsteiglänge abhängt, die sich wieder nach der größten Zuglänge bestimmt.

Praktisch steht nichts im Wege, die Trennstelle *Ja* an das Ende des Bahnsteiges zu ver-

einem möglicherweise nicht genügend abgebremsten und infolgedessen durch die Station „durchrutschenden Zuge“ bis zur Trennstelle *Jb* noch ein gewisser Spielraum gewährt ist. Nach Londoner Erfahrungen darf ihre Länge bis unter 10 m herabgesetzt werden, so daß die Trennstelle *Jb* weniger als 15 m vom Bahnsteigende angeordnet werden kann. Für die nachfolgenden Untersuchungen ist die Ausfahrtschutzstrecke zu 20 m angenommen.

Für die Einfahrtschutzstrecke *Da* ist die Regel, daß die Schutzstrecken nach der größten Geschwindigkeit der Züge zu bemessen sind, noch strenger zu beachten, als für die freie Strecke. Auch hier ist es das Ausland, das zuerst auf die Unzulässigkeit der Auffassung

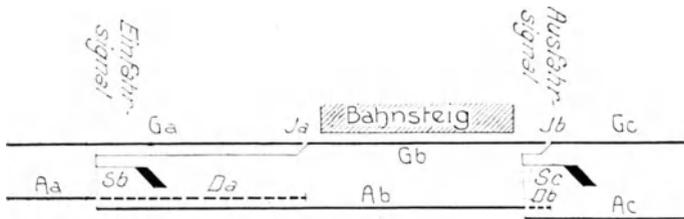


Abb. 20. Steuer- und Schutzstreckenplan eines Stationsabschnitts.

legen. In den folgenden Untersuchungen ist sie indessen um 5 m zurückgerückt; dieses Maß dient als Zuschlag für den Fall, daß das Ende der längsten Züge die Station etwas überragen könnte. Der Standort des Signals *Sc* ist so zu wählen, daß es vom Fahrer eines bis an das Ausfahrende des Bahnsteigs vorgerückten Zuges noch gut überblickt werden kann; hierfür ist ein Abstand von wenigen Metern ausreichend, der nach den örtlichen Verhältnissen einzurichten ist. Für die nachfolgenden Betrachtungen, die sich auf Tunnelstrecken beziehen, ist dafür ein rundes Maß von 5 m angenommen.

Es besteht im Lokalbetriebe, d. h. wo alle Züge am Bahnsteig halten, kein Hinderungsgrund, die Ausfahrtschutzstrecke *Db* stark einzuschränken. Sie soll jedoch so groß sein, daß

hingewiesen hat, die Einfahrtschutzstrecke um deswillen zu verringern, weil die Züge mit ermäßigter Geschwindigkeit in die Stationen einfahren. Die Verkürzung der Schutzstrecke wird als geradezu betriebsgefährlich angesehen in Fällen, in denen nicht einmal von dem Sicherheitsmittel der Fahrsperrgebräuch gemacht ist. Als Bion J. Arnold nach vierjährigem Betrieb der New Yorker Untergrundbahn im Jahre 1908 vom Amt für die Gemeinbetriebe aufgefordert wurde, über die Mittel zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Schnellzuggleise Bericht zu erstatten, fand er, daß die Bahnverwaltung die Einfahrtsignale unter dem Druck des über alle Erwartungen angeschwollenen Verkehrs zur Abkürzung der Zugfolge allmählich bis auf 105 m an die Stationen herangeschoben hatte, ein Maß, das

sich auf die wagerechte gerade Strecke bezieht. Arnold bezeichnet ein solches Verfahren als durchaus unzulässig. „Weder der Plan, die Fahrsperrre näher an die Station heranzurücken, noch auch, sie an der jetzigen Stelle zu belassen, verbürgt“ — so heißt es in seinem Bericht — „das Maß von Sicherheit, das erforderlich ist, um einen in der Station haltenden Zug gegen einen mit voller Geschwindigkeit herannahenden Zug zu schützen, da das Einfahrtsignal zu nahe an der Station steht, um den Zug zum Stillstand zu bringen, wenn der Fahrer versagt. Das bestehende System sollte unbedingt in der Weise geändert werden, daß die Fahrsperrre vom Bahnsteig weiter abgerückt wird.“ Er wendet sich dagegen, die Verantwortung für die Sicherheit auf den Fahrer abzuwälzen. Bei der Wahl des Standortes für das Einfahrtsignal will er lediglich die Rücksichten der Betriebsicherheit als Richtschnur gelten lassen, „denen mit dem selbsttätigen Signalsystem ohne jede Schwierigkeit Rechnung getragen werden kann“. Auf dem gleichen Standpunkt stehen die englischen Sicherheitsfachleute.

So hat denn auch die Hochbahngesellschaft in Berlin, dem guten Beispiel der Amerikaner und Engländer folgend, beim Einbau des selbsttätigen Signalsystems die Bestimmung der Einfahrtschutzstrecken nach denselben Grundsätzen durchgeführt, wie für die freie Strecke, während sie sich bei dem bisherigen System mit Längen von 50, ja 30 m begnügte, mit denen das nach den vorstehenden Ausführungen anzustrebende Maß der Sicherheit nicht zu erreichen ist.

Erläuterung des Stationsbetriebes.

Fahrschaulinien.

Die weiter folgenden Betrachtungen gehen von den Schaulinien der Zugfahrt aus, wie sie in einfachster geradliniger Näherungsform in den für den Dienstgebrauch zusammengestellten zeichnerischen Fahrplänen der Eisenbahnen die Bewegung der Zugspitzen veranschaulichen. Die hier auszuführenden Untersuchungen bedürfen einer vollständigen Darstellung dieser Schaulinien durch Flächenstreifen, deren vordere und hintere Begrenzungslinien den Lauf der ersten und letzten Zugachse darstellen, für die im vorliegenden Fall mit genügender Annäherung Zugspitze und Zugschluß gesetzt sind; zu vgl. die Tafel 1¹⁾. Um diese Linien bestimmen zu können, müssen vor allem die für die Zugsbewegung in Betracht

kommenden Grundgrößen, d. h. Zugkraft, Anfahrbeschleunigung, Geschwindigkeit, Bremsverzögerung der Züge usw., ermittelt werden.

Den Betrachtungen sind die längsten Züge der Berliner Hoch- und Untergrundbahn zugrunde gelegt, die späterhin auf den 110 m langen Bahnsteigen abgefertigt werden, also Achtwagenzüge, die aus vier Triebwagen und vier Beiwagen zusammengesetzt sind, und zwischen den Buffern rd. 102 m Länge messen. Jeder Triebwagen besitzt vier Motoren. Der auf einen Motor entfallende Teil des Zuggewichtes beträgt einschließlich der Besetzung 11,5 t. Die Kennlinien der Motoren sind in Abb. 21 dargestellt. Sie sind auf Ampere bezogen und aus den Drehmomenten und der Umdrehungszahl des Motors berechnet, und zwar unter Zugrundelegung eines Zahnradübersetzungsverhältnisses von 1:4,02 und eines Laufraddurchmessers der Fahrzeuge von 850 mm. Bei Auftragung der Zugkraftlinie sind die durch die Zahndrehreibung entstehenden Verluste berücksichtigt. Die Geschwindigkeitslinien sind sowohl für Nebeneinanderschaltung der Motoren (750 V Spannung für jeden Motor) als auch für Hintereinanderschaltung (375 V für jeden Motor) angegeben. Die mittlere Anfahrbeschleunigung auf wagerechter Strecke ist zu 0,5 m in der Sekunde festgestellt. Auch in den stärksten Steigungen ist noch ein bequemes Anfahren der Züge gewährleistet. Die mittlere Bremsverzögerung, mit der der Zug zum Stillstand gebracht wird, ist in den Fahrschaulinien zu 1,0 m in der Sekunde angenommen. Für die Bestimmung des Bahnwiderstandes endlich ist eine Gleichung benutzt, die sich im Aufbau an die bekannte Formel von Frank anlehnt; für die Gleiskrümmungen sind entsprechende Zuschläge gemacht.

Unter Zugrundelegung dieser Elemente sind zunächst Fahrschaulinien für die Fahrplanlinien der Abb. 1 und 2 der Tafel 1, und zwar für einen geraden wagerechten Stationsabschnitt ermittelt, der als Tunnelstrecke dargestellt ist. Die Zugsicherung erfolgt durch zweistellige Blocksignale. Das Einfahrtsignal steht um das Grundmaß der Schutzstrecke von 120 m, das Ausfahrtsignal 20 m hinter der zugehörigen Trennstelle (vgl. die Steuer- und Schutzstreckenpläne). Die Signale „Fahrt frei“ und „Halt“ werden durch Lichter gegeben; in den Abbildungen ist der Anschaulichkeit wegen Flügelstellung gezeichnet, und zwar in der Grundstellung „Fahrt frei“. Alle Signale sind mit Fahrsperrren ausgerüstet, die jedoch zur Vereinfachung der Darstellung nur in den Steuerplänen angedeutet sind. Die Vorsignale sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

¹⁾ In Tafel 1 sind die Fahrplanlinien der Einfachheit wegen nach den Fahrschaulinien der Zugspitze aufgetragen. Für praktische Zwecke ist es angezeigt, von den Fahrschaulinien der Zugmitte auszugehen, die zweckmäßig in der Bahnsteigmitte anzusetzen haben.

Zugfolge auf Stationen, die nur mit Ein- und Ausfahrtsignal ausgerüstet sind.

Abb. 1 der Tafel 1 veranschaulicht die Aufeinanderfolge der Züge im Bereich einer Station bei Aufstellung zweistelliger Blocksignale.

Zur Erläuterung der Zugbewegungen dienen die Fahrplanlinien der aufeinander folgenden beiden Züge 1 und 2, die unter der Annahme entworfen sind, daß die Züge in der Station bis zum Bahnsteigende vorfahren. Bei den folgenden Betrachtungen ist der unter der Abbildung befindliche Steuer- und Schutzstreckenplan zu Rate zu ziehen.

bald die erste Achse die Trennstelle *Jb* überfährt — Zeitpunkt *k* — fällt Signal *Sc* auf „Halt“; sobald diese Trennstelle von der letzten Achse überschritten wird — Zeitpunkt *l* — geht das Einfahrtsignal *Sb* in die Grundstellung „Fahrt frei“ zurück. Der Stationsabschnitt war demnach gesperrt vom Zeitpunkt *f* bis zum Zeitpunkt *l*.

Rein theoretisch betrachtet, dürfte die Spitze des Folgezuges 2 in dem vom Zeitpunkt *l* hergeleiteten Zeitpunkte *v* das Einfahrtsignal überschreiten. Das letztere würde bis zum Zeitpunkt *μ* auf „Fahrt frei“ stehen, von *μ* bis *ν* „Halt“, von *ν* bis *ο* „Fahrt frei“, von *ο* ab wieder „Halt“ zeigen, ähnlich

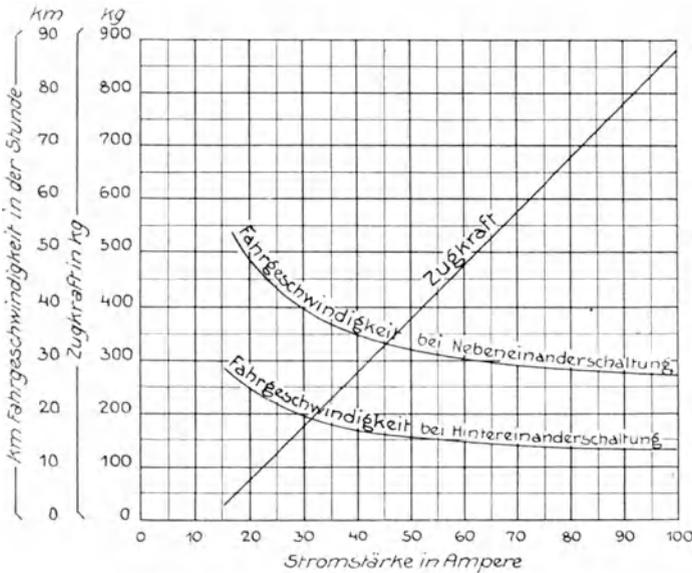


Abb. 21. Kennlinien der Wagenmotoren der Berliner Hoch- und Untergrundbahn.

Zug 1 rücke im Gleisabschnitt *Ga* vor. Er tritt am Einfahrtsignal *Sb* — Zeitpunkt *e* — in den Stationsabschnitt *Ab* ein, rückt nach Durchfahren der Schutzstrecke *Da* im Zeitpunkt *f* mit der ersten Achse über die Trennstelle *Ja* in den Gleisabschnitt *Gb* vor und deckt sich in diesem Augenblick durch Haltstellen des durch *Gb* gesteuerten Signals *Sb*. Sobald die Trennstelle *Ja* beim Einrücken des Zuges in die Station von der letzten Achse im Zeitpunkte *g* überschritten wird, geht das Signal *Sa* in die Grundstellung „Fahrt frei“ zurück und gibt damit dem Folgezuge die Einfahrt in den Streckenabschnitt *Aa* frei.

Im Zeitpunkt *h* kommt Zug 1 zum Stillstand und im Zeitpunkt *i* fährt er nach einem Aufenthalt *Th* aus der Station wieder aus. So-

wie — nach Maßgabe des Steuerplans — das Blocksinal *Sa* von *π* bis *ρ* auf „Halt“, von *ρ* bis *σ* auf „Fahrt frei“, von *σ* bis *τ* auf „Halt“, von *τ* ab wieder auf „Fahrt frei“ stehen würde. In Wirklichkeit entsteht jedoch ein, wenn auch geringer, Verzug, ehe die Signale beim Überücken der ersten und letzten Zugachsen über die Trennstellen ihre Anzeige gewechselt haben. Dieser Verzug, die „Wechselzeit“, beträgt bei den Lichtsignalen der Tunnelstrecken bis zu $\frac{1}{3}$ Sekunde, bei elektrisch angetriebenen Flügelsignalen und Fahrsperrn rund 4 Sekunden, bei elektropneumatisch angetriebenen Flügelsignalen und Fahrsperrn weniger. Unter Berücksichtigung der Lichtwechselzeiten, die, um mit runden Zahlen zu rechnen, mit einer vollen Sekunde in Rechnung

gestellt sind, nehmen daher die Signale erst in den Punkten m, n, o, p, r, s und t ihre neuen Stellungen ein, an denen danach auf den Signalzeitlinien der Tafelabbildungen die „Halt“ oder „Fahrt frei“ darstellenden Zeitstrecken ihren Anfang nehmen.

Es würde nun aber nicht angängig sein, den Folgezug 2 bereits gemäß der gestrichelten Linie Z im Zeitpunkt n über das Signal S_b vorrücken zu lassen. Die Durchfahrt erleidet vielmehr einen weiteren Verzug um ein Zeitmaß, das einer bestimmten Streckenlänge B entspricht. Dieser Durchfahrungsverzug ist einzuschalten, um dem Sinnesvermögen des Zugfahrers die Tatsache des Signalwechsels zeitig zu übermitteln. Er ist dann in der Lage, die Geschwindigkeit zu ermäßigen und gegebenenfalls abzubremsen, falls er bereits des Signals S_b ansichtig werden sollte, ehe es den Wechsel

1. der zum Durchfahren der Schutzstrecke $D a$ erforderlichen Zeit $e-\mu$;
2. der zum Durchfahren des Gleisabschnitts $G b$ erforderlichen Zeit $\mu-\nu$;
3. der Signalwechselzeit $\nu-n$;
4. der zum Durchfahren der Strecke B erforderlichen Zeit (Durchfahrungsverzug).

Der Zeitaufwand zu 2 enthält den Stationsaufenthalt Th . Scheidet man diesen aus, so ergibt sich die sogenannte Zugwechselzeit Tw , d. h. die Zeit vom Beginn der Ausfahrt eines Zuges aus einer Station bis zum Stillstand des nächsten Zuges in der Station. Die Zugfolgezeit ist die Summe der Zugwechsel- und -haltezeiten, d. h.:

$$Tf = Tw + Th.$$

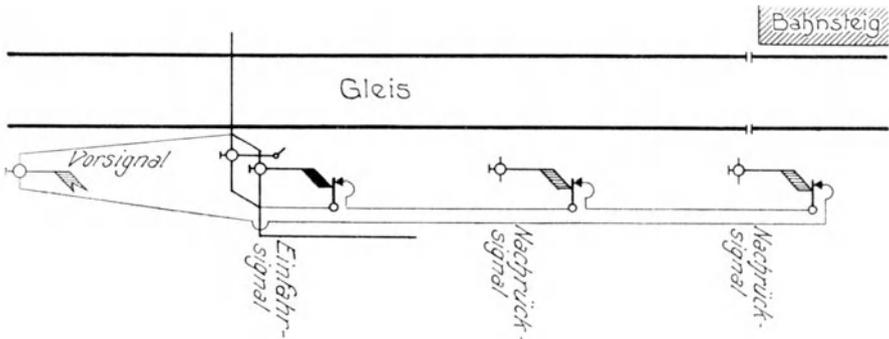


Abb 22. Abhängigkeit eines Vorsignals von mehreren Signalen.

auf „Fahrt frei“ (grünes Licht) vollzogen hat. Die Strecke B hat je nach den Bahnverhältnissen verschiedene Länge; sie ist als Bremsstrecke für ordnungsmäßige Fahrt zu behandeln. Der Folgezug überfährt ein Signal erst, nachdem es schon während einer entsprechenden Zeit auf „Fahrt frei“ verharrt hat und auch die Fahrsperr in die Fahrstellung gelangt ist.

Unter den angegebenen Verhältnissen ergibt sich der in der Tafelabbildung 1 am linken Endpunkt der Strecke B mit einem kleinen Kreise bezeichnete Punkt als der für die Nachfolge des Zuges 2 maßgebende Durchfahrpunkt, der gleichzeitig bei Annahme eines Stationsaufenthaltes Th bestimmend ist für den kürzesten Abstand, in dem der Zug 2 dem Zuge 1 folgen darf. Dieser Abstand, der als die Zugfolgezeit — Tf in der Tafelabb. 1 — zu bezeichnen ist, setzt sich hiernach zusammen aus:

Nachrücksignale.

Dichteste Zugfolge erfordert beschleunigte Räumung der Stationsabschnitte. Tafel 1 zeigt, daß zu dem Zweck vor allem der Stationsaufenthalt möglichst zu kürzen, also die Zugabfertigung möglichst zu beschleunigen ist; daß ferner die Brems- und Anfahrzeiten so weit einzuschränken sind, wie es sich mit den praktischen Verhältnissen verträgt. Von besonderem Einfluß auf die Räumungszeit ist die Länge der Einfahrstrecke. Da diese aber, wie bereits angeführt, keinesfalls kürzer sein darf, als das Schutzstreckenmaß der freien Strecke, so sind Mittel ausfindig zu machen, um den die Zugfolge behindernden Einfluß ihrer großen Länge wett zu machen. Hierzu dienen die Nachrücksignale (inner home signals), welche die Einfahrstrecke unterteilen. Die Verzögerungen in der Zugfolge, die entstehen, wenn Züge vor dem Einfahrsignal halten,

wieder anfahren und langsam einrücken müssen, werden durch die Nachrücksignale, die weiter unten näher erläutert werden, ganz erheblich vermindert.

Auch die Nachrücksignale, deren Zahl sich im übrigen nach den Verhältnissen richtet, können nach Bedarf Vorsignale erhalten. Wird die Anzeige des Einfahrsignals durch Vorsignal vorgemeldet, so wird es in der in Abb. 22 gezeigten Weise vielfach auch noch von den Nachrücksignalen abhängig gemacht, und zwar derart, daß es erst in die Freistellung gelangen kann, wenn die sämtlichen Signale „Fahrt frei“ zeigen. Erst wenn an allen Signalfügelkontakten durch die „Fahrt frei“-Stellung der Signale Stromschluß hergestellt ist, kann Strom zum Antrieb des Vorsignals gelangen.

Bei den handbedienten Signalsystemen ist vielfach statt durch Zwischensignale in der Weise für die Beschleunigung der Zugausfahrt Vorkehrung getroffen worden, daß dem Ausfahrtsignal noch ein oder mehrere vorgeschobene Ausfahrtsignale vorgeordnet wurden. Zur Unterscheidung von den Nachrücksignalen würde der letzteren Art, die den englischen advanced starting signals (advance starters) entspricht, die Bezeichnung „Vorrücksignale“ beigelegt werden können. Beim selbsttätigen Signalsystem werden derartige Signale zu gewöhnlichen Zwischensignalen.

Nachrück-Zeitsignale der Newyorker Untergrundbahn.

Die erste Anregung zur Einführung dieser Signale rührt von Bion J. Arnold, in dessen Berichten über die Newyorker Untergrundbahn sich der Vorschlag findet:

1. die Einfahrt durch eine das Signalsystem ergänzende selbsttätige Zeitkontrolle zu regeln, die den Zügen unter Wahrung des für die freie Strecke vorgeschriebenen $1\frac{1}{2}$ -fachen Bremsweges gestattet, möglichst nahe an den Bahnsteig heranzurücken, während der Vorzug noch hält;
2. den Folgezug an den Bahnsteig vorrücken zu lassen, sobald sich der abfahrende Zug in Gang gesetzt hat, um auf diese Weise den Zeitabstand der Züge auf das mit der Sicherheit verträgliche Geringstmaß zu verkürzen.

Das Ergebnis des Vorschlages sind die von Waldron weiter durchgebildeten Nachrück-Zeitsignale, die heute nach Vorschrift des Amtes für die Gemeinbetriebe auf den Schnellzuglinien der Newyorker Untergrundbahn vor Stationen oder Verzweigungen allgemein durchgeführt sind: Ihre Wirkungsweise ist die folgende:

Einem in Übereinstimmung mit den übrigen Blocksignalen als dreistelliges Doppelsignal ausgebildeten Einfahrsignal Nr. 1 ist eine Kette von Nachrücksignalen in Gestalt zweistelliger Einzelsignale, welche etwa die Nummern 2 bis 6 tragen, in kurzen Abständen voneinander vorgeordnet. Sie sind in der üblichen Weise mit Fahrsperrern ausgerüstet. Der Lauf der Züge ist so geregelt, daß ein einer besetzten Station sich nähernder Zug das Einfahrsignal Nr. 1 auf „Achtung“ findet (Obersignal: halb aufwärts zeigender Flügel oder grünes Licht, Untersignal: wagerechter Flügel oder gelbes Licht). Die Nachrücksignale 2, 3, 4 und 5 zwischen dem anrückenden und dem in der Station haltenden Zuge zeigen „Halt“ (wagerechter Flügel, rotes Licht). Sobald der Zug an dem Einfahrsignal vorbeifährt, geht dieses auf „Halt“. Sein Zeitmesser läuft selbsttätig an; die Laufzeit ist auf ein bestimmtes Zeitmaß abgestimmt, das der Zug für die Fahrt von Signal 1 nach Signal 2 aufwenden muß. Wenn der Zeitmesser abgelaufen ist, geht Signal 2 mit seiner Fahrsperrre auf „Fahrt frei“. Überschreitet der Zug dieses Signal, so geht es auf „Halt“ und setzt den mit ihm verbundenen Zeitmesser in Gang, der Signal 3 mit seiner Fahrsperrre nach einer bestimmten Zeit auf „Fahrt frei“ stellt, so daß der Zug bis zum Signal 4 vorfahren kann. An diesem wiederholt sich der eben beschriebene Vorgang; Signal 4 läßt den Zug bis zum Signal 5 vorrücken, das sich 15 m hinter dem Schluß des am Bahnsteig haltenden Zuges befindet. Inzwischen hat sich die Geschwindigkeit des anrückenden Zuges soweit vermindert, daß das Streckenmaß von 15 m ausreicht, um den Zug bis zum Stillstand abzubremesen. Am Signal 5 wird der Zug solange festgehalten, bis der Vorzug den Bahnsteig zum Drittel geräumt hat. Alsdann geht 5 auf „Fahrt frei“ und gestattet dem Zuge, bis zum Signal 6 vorzurücken, das 15 m in die Station hineingeschoben ist. Ehe der einrückende Zug das Signal 6 erreichen kann, hat der Vorzug den Bahnsteig vollständig geräumt.

Die Nachrück-Zeitsignale, deren Einbau auf der Newyorker Untergrundbahn Ende 1909 beendet wurde, haben nach den darüber vorliegenden Berichten sehr zur Verkürzung der Zugfolge beigetragen. Während früher in den Flutstunden des Verkehrs eine Zweiminutenfolge der Züge nicht erreicht werden könnte, vermögen jetzt die schwersten Schnellzüge, die in den Flutzeiten 8 Wagen führen, einander in Abständen von $1\frac{3}{4}$ Minuten zu folgen, obwohl sie auf den weit auseinanderliegenden Hauptschnellzugstationen verhältnismäßig lange halten müssen.

Nachrückssignale der Londoner Schnellbahnen.

Es konnte nicht ausbleiben, daß die Nachrückssignale Nachfolge auch auf anderen verkehrsreichen Schnellbahnen finden würden, die die Stationseinfahrten mit dem gleichen Maß von Sicherheit behandeln, wie die Fahrten auf der freien Strecke. So ist z. B. die Stammstrecke der Distriktbahn in London wegen ihrer dichten Zugfolge mit Nachrückssignalen ausgerüstet. Hier ist indessen auf die Anwendung von Zeitmessern verzichtet, also nicht mehr damit gerechnet, daß die Verlangsamung der Nachrückfahrt durch die Nachrückssignale selbst erzwungen wird, sondern daß der Weg für den nachrückenden Zug durch weitere Unterteilung des Stationsabschnitts vom ausfahrenden Zuge schrittweise freigegeben wird. Während beim Newyorker System der Fahrer des nachrückenden Zuges wohl an bestimmten Punkten eine Geschwindigkeitskontrolle erfährt, dazwischen aber nach Ermessen schalten kann, besitzt das Londoner System den Vorzug, daß zwischen zwei Zügen jederzeit ein Mindestmaß der Schutzstrecke gewahrt bleibt.

In den nachfolgenden Untersuchungen ist das Londoner System der Nachrückssignale betrachtet.

Wie schon erwähnt, hat die Berliner Hoch- und Untergrundbahn beim selbsttätigen Signalsystem die Einfahrtschutzstrecken nach denselben Grundsätzen bemessen, die bei den ausländischen Schnellbahnen zur Anwendung gekommen sind. Auch ist Vorsorge getroffen, daß überall Nachrückssignale nach Londoner Art eingebaut werden können; an einigen Stationen, die längere Zugaufenthalte erwarten lassen, ist mit der Ausführung bereits begonnen.

Einfluß der Nachrückssignale auf die Zugfolge.

Der Fall der Abb. 1 der Tafel 1 ist in Abb. 2 unter Anwendung von Nachrückssignalen nochmals durchkonstruiert. Ein Zug 1, der in der Station unendlich kurze Zeit hielte, würde seinen Lauf gemäß den punktiert angedeuteten Linien über $\alpha \lambda$ fortsetzen und, wenn die Station nur durch das Einfahrtsignal Sb_1 gedeckt wäre, eine Stationszeit verbrauchen, die gleich dem Zeitabstand der Punkte e und λ ist, d. h. gleich der Zeit, die zwischen dem Eintritt der ersten Zugachse in den Stationsabschnitt am Signal Sb_1 und der letzten über die Trennstelle Jb_3 verstreicht, lediglich verlängert um die geringfügige Wechselzeit $\nu - n$ des Signals Sb_1 . Die Stationszeit wäre also gleich $e - n$, so daß theoretisch die erste Achse des Folgezuges der mit der Kurve efh parallel verlaufenden Geschwindigkeitskurve Z folgen könnte.

Werden nun dem Einfahrtsignal Sb_1 noch zwei Nachrückssignale Sb_2 und Sb_3 vorgeordnet, deren Trennstellen Jb_1 und Jb_2 ungefähr den Drittelpunkten der Bahnsteigkante gegenüber liegen können¹⁾, so ist sehr leicht eine solche Lage der Nachrückssignale auszumitteln, daß die Signalwechsellpunkte n_0, n_1, n_2 in einer Kurve Z_1 liegen, die zu Z parallel ist. Der in der Richtung der Zeitachse gemessene Abstand Tn der beiden Kurven Z_1 und Z (Nachrückzeit) ist der Gewinn an Stationszeit, der sich bei Anwendung von zwei Nachrückssignalen ergibt. Im Falle der Abbildung beträgt er 12 Sekunden, so daß sich die Zugwechselzeit Tw der Abb. 1 von 60 auf 48 Sekunden, d. h. auf 80 % verringert. Bei einem Aufenthalt von 20 Sekunden vermindert sich die Zugfolgezeit Tf von 80 auf 68 Sekunden, d. i. auf 85 % usw. Umgekehrt würde die Zugfolgezeit durch Fortlassung der Nachrückssignale bei einem Aufenthalt von 20 Sekunden um 17,5 %, die Zugwechselzeit um 25 % vergrößert. Ein auch nur annähernd gleicher Erfolg ließe sich durch Verkürzung der Einfahrtschutzstrecke nicht erzielen, falls eine solche nach dem früher Angeführten überhaupt noch für zulässig angesehen werden könnte.

In Abb. 3 der Tafel ist die Zugfolge auf einem in seinen Krümmungen und Neigungen nach praktischen Verhältnissen dargestellten Bahnabschnitt mit drei Stationen X, Y und Z entwickelt. Die Stationsabstände betragen von Mitte zu Mitte (oder Ende zu Ende) Bahnsteig 810 und 635 m. Auf Grund der Kennlinien der Bahnmotoren und der Zuggewichte sind, wie schon erwähnt, auch für diese Bahnabschnitte zunächst die Schaulinien der Fahrgeschwindigkeit über Zeit und Weg nach üblichem Verfahren ermittelt und daraus die eigentlichen Fahrplanlinien, d. h. die Schaulinien von Zeit über Weg für Zugspitze und Zugschluß entwickelt. Hierbei ist selbstverständlich vorausgesetzt, daß die Zugbewegungen in den durch die Betriebsvorschriften gegebenen Grenzen nach wirtschaftlichen Grundsätzen erfolgen, d. h. daß der Fahrer die lebendige Kraft des Zuges unter sparsamer Verwendung des Stromes bestens ausnutzt. Die Fahrt mit Strom ist in den Fahrshaulinien durch starken Strich und im Fahrplan durch dunkelgrauen Farbenton, die Fahrt ohne Strom (Auslauf und Bremsung) durch schwachen Strich bzw. hellgrauen Farbenton gekennzeichnet. Auf den Haltestellen wird der Zug aus einer Geschwindigkeit von 8,3 m in der Sekunde (30 km in der Stunde) mit der mittleren Bremsverzögerung

¹⁾ Signal Sb_1 , Trennstelle Jb_3 und Schutzstrecke Db_3 in Abb. 2 der Tafel 1 entsprechen Signal Sb , Trennstelle Jb und Schutzstrecke Db in Abb. 1.

von 1 m in der Sekunde zum Stillstand gebracht. Die höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit beträgt in Gleisbögen von 75 bis 124 m Halbmesser 30 km, in Bögen von 125 bis 150 m Halbmesser und in starken gradlinigen Gefällen rd. 40 km in der Stunde. Die oberen Geschwindigkeitsgrenzen sind als Zwangspunkte in den Fahr-schaulinien mit der Bezeichnung *Zw* versehen. Unter diesen Voraussetzungen wird der größere Stationsabstand, auf dem eine Höchstgeschwindigkeit von 33 km/Std erreicht wird, in 111 Sekunden, der kleinere, auf dem die Höchstgeschwindigkeit ebenfalls 33 km/Std beträgt, in 91 Sekunden durchfahren. Diese Zeitmaße sind der Abb. 3 der Tafel an den auf Zeit bezogenen Fahrschau- und Fahrplanlinien beschrieben.

Die Untersuchungen über die Streckenaufteilung setzen volle Freiheit in der Aufstellung der Signale voraus. Ihre Standorte sind nach früheren Regeln ermittelt. Der größere Stationsabstand zwischen dem Ausfahrtsignal der Station X und dem Einfahrtsignal von Y ist in drei Streckenabschnitte mit zwei Zwischensignalen, der kleinere zwischen dem Ausfahrtsignal der Station Y und dem Einfahrtsignal der Station Z in zwei Streckenabschnitte mit einem Zwischensignal aufgeteilt. Vor den beiden Bahnsteigfronten befinden sich die Trennstellen für je zwei — schraffiert ange-deutete — Nachrücksignale. Die Schutzstreckenlängen sind nach Maßgabe der Fahr-schaulinien unter entsprechender Erhöhung der Fahrgeschwindigkeitswerte ausgemittelt, wie an zwei Beispielen erläutert werden soll.

An dem zwischen den Stationen X und Y in der Steigung 1 : 80 angeordneten Zwischen-signal wird bei vorschriftsmäßiger Fahrweise ausweislich der Fahr-schaulinien mit 7,5 m Sekundengeschwindigkeit = 27 km Stundenge-schwindigkeit vorbeigefahren. Bei Außeracht-lassung aller Betriebsvorschriften würde die Geschwindigkeit äußerstenfalls bis auf 11,5 Sekundenmeter = 41,5 km in der Stunde steigen können. Zur Abbremsung dieser Geschwindigkeit würde unter Annahme einer mittleren Bremsverzögerung von 0,8 m in der Sekunde ein Bremsweg von 83 m erforderlich sein. Dem entspricht bei 50% Zuschlag das im Fahr-planbilde zu Grunde gelegte Schutzstrecken-maß von 125 m.

Das Einfahrtsignal der Station Z wird nach der Fahr-schaulinie mit der Geschwindigkeit von 8 Sekundenmeter = rd. 29 Stundenkilo-meter überschritten. Ließe der Fahrer gegen alle Vorschrift den Triebstrom dauernd voll eingeschaltet, so würde der Zug am Signal eine Geschwindigkeit von 12 Sekundenmeter = rd. 43 Stundenkilometer erreichen können. Obwohl der

Zug selbst in diesem Falle voraussichtlich hinter dem hinter der Station befindlichen Bahngefälle von 1 : 40 (zu vgl. das Längenprofil in Abb. 3 der Tafel 1) zum Stillstand gebracht werden könnte, ist der Sicherheit wegen mit einer dem Gefälle entsprechenden mittleren Bremsverzögerung von nur 0,6 m in der Sekunde gerechnet. Unter allen diesen ungünstigen Voraussetzungen ergibt sich ein Bremsweg von 120 m und bei 50% Zuschlag eine Schutzstreckenlänge von 180 m.

Die Ermittlungsweise läßt erkennen, ein wie hohes Maß von Sicherheit durch die Schutzstrecken in den Betrieb hineingetragen ist. Bei Würdigung der aus den vorliegenden Unter-suchungen sich ergebenden Höchstleistungen der Schnellbahnen, die weiter unten ziffern-mäßig zusammengestellt sind, ist dieser Vorteil mit zu veranschlagen.

Die Abbildung gibt die dichteste Zugfolge an für Stationsaufenthalte von 10, 20, 30 und 40 Sekunden auf der Station Y. Sie zeigt, daß sich bei geringeren Aufenthalten die Zugfolge nach den Streckenabschnittszeiten, bei größeren nach den Stationsabschnittszeiten bestimmt. Die Zwischenenteilung auf der freien Strecke wird also um so wirksamer, je kleiner die Stationsaufenthalte sind. Mit anderen Worten: die Streckenabschnitte müssen von vornherein so angelegt werden, daß kurze Stationsaufenthalte für den Folgezug auch wirklich Vorteile bringen. Wie schon angeführt, ist es ein besonderer Vorzug des selbsttätigen Signalsystems, in der Stellung der Signale vollkommen unabhängig zu sein, so daß alle Streckenabschnitte zeitlich gleich dem kürzesten Stationsabschnitt gemacht werden können.

Das Ergebnis der Untersuchung, unter Zu-grundelegung von rd. 102 m langen Acht-wagenzügen und unter Verwendung von Lichtsignalen, die durchweg mit Fahr-sperren verbunden sind, läßt sich, wie folgt, zusammenfassen (Tabelle 5):

Tabelle 5.

Aufenthalt auf den Stationen in Sekunden	Zugwechselzeit <i>T_w</i> in Sekunden	Zugfolgezeit <i>T_f</i> in Sekunden	Zugzahl in der Stunde
10	52	62	58
20	52	72	50
25	52	77	47
30	52	82	44
40	52	92	39

Bei Verwendung von mit Fahr-sperren ausgerüsteten Flügel-signalen ergibt sich eine

etwas geringere Zugzahl, da hier mit einer um etwa 3 Sekunden größeren Wechselzeit für Signal und Fahrsperrre zu rechnen ist. Für diesen Fall ergibt sich das folgende:

Tabelle 6.

Aufenthalt auf den Stationen in Sekunden	Zugwechselzeit T_w in Sekunden	Zugfolgezeit T_f in Sekunden	Zugzahl in der Stunde
10	55	65	55
20	55	75	48
25	55	80	45
30	55	85	42
40	55	95	38

Den Zahlen ist der Sonderfall zugrunde gelegt, daß jedem Einfahrsignal zwei Nachrücksignale vorgeordnet sind. Es ist ohne weiteres klar, daß sich durch Vermehrung der Nachrücksignale eine noch engere Zugfolge erzielen ließe. Auch bei kürzeren Zügen ergibt sich eine dichtere Zugfolge. Die Verwaltung der Londoner Distriktbahn will bei ihren Betriebs-einrichtungen, mit Zugstärken bis zu acht Wagen (120 m), gestützt auf ausgedehnte Betriebserfahrungen, auf ihren Tunnelstrecken zu den in Tabelle 7 angegebenen höheren Zugzahlen gelangen.

Tabelle 7.

Aufenthalt auf den Stationen in Sekunden	Zugzahl in der Stunde
10	71
12	68
15	64
20	59
25	54
30	51
40	44
50	40
60	36

Die im Betriebe erreichbare dichteste Zugfolge wird nach den vorstehenden Zusammenstellungen von der veränderlichen Aufenthaltsdauer der Züge auf den Stationen wesentlich beeinflußt, die wieder von den Verkehrsverhältnissen abhängig ist. Die Aufenthalte schwanken nicht nur zeitlich auf einer und derselben Station, sondern sind auch im Verlaufe einer Zugfahrt auf den einzelnen Stationen oft beträchtlich verschieden. Der Einfluß dieser Ungleichheiten ist von Brown in einem Vortrage eingehender beleuchtet worden, den er im April 1914 im Londoner Verein der

Elektroingenieure gehalten hat¹⁾. Die Untersuchung kann nur mit praktisch ausführbaren Durchschnitten rechnen; nach Londoner Erfahrungen kann angenommen werden, daß eine nach einem durchschnittlichen Stationsaufenthalt von 25 Sekunden ermittelte Zugfolge eine mit den praktischen Verhältnissen gut übereinstimmende stündliche Zugzahl ergibt, ob auch die Zugabstände im einzelnen von Zug zu Zug und von Strecke zu Strecke wechseln mögen. Dem Ergebnis kommt dabei zugute, daß die Aufenthalte im Durchschnitt um so geringer werden, je größer die Zahl der Züge ist, auf die sich der Verkehr verteilt und je gewandter die Fahrgäste ein- und aussteigen. Für einen Durchschnittsaufenthalt von 25 Sekunden stellt sich im Sonderfalle der Abb. 3 der Tafel 1 die Zahl der Züge, die einander auf einem Gleise stündlich im Tunnel folgen können, auf 47. Die Distriktbahnverwaltung gibt bei 25 Sek. Durchschnittsaufenthalt die größte Zugzahl auf 54 an. Man wird also im Mittel mit 50 Zügen sicher rechnen können. Von wesentlichem Einfluß auf die Zugzahl ist naturgemäß die Gleisanordnung an den Zusammenführungspunkten der Bahn. Hier ist nach Maßgabe genauen Studiums der örtlichen Verhältnisse für schienenfreie Einführung der Gleise, unter Umständen auch für die Anordnung von Wartegleisen, Sorge zu tragen. Früher konnten auf den Stammgleisen der Distriktbahn infolge unvollkommener Gleisanordnung an den Zusammenführungstellen, besonders des Bahnhof Earls Court nur 40 Züge in der Stunde auf einem Gleis befördert werden. Mit ihrer Vermehrung ist indessen sofort begonnen worden, nachdem die vor einiger Zeit in die Wege geleiteten bedeutenden Umbauten des Bahnhof Earls Court kürzlich beendet wurden. Die Zugzahl beträgt zurzeit 44. Die der Höchstzahl der Züge entsprechende Minutenfolge der Züge ist naturgemäß ein Mittelwert, der sich aus den im Betriebe vorkommenden oft stark schwankenden Zugabständen ergibt.

Die Tabellen haben zur Voraussetzung, daß der für die dichteste Zugfolge in Betracht kommenden Strecke an den Einführungspunkten tatsächlich auch diejenige Zahl von Zügen zugeleitet wird, die sie zu verarbeiten vermag. Dies setzt voraus, daß die Züge in der Reihenfolge, in der sie an den Einführungspunkten eintreffen, sofort auch auf die Stammstrecke weiter gefördert werden, ohne daß sich der Betrieb ängstlich an eine starre Folgevorschrift zu binden hätte. Daß bei Gleisstrombetrieb die Stellwerke mit ihren bedeutenden Verein-

¹⁾ The signaling of a rapid-transit railway. A study of the relation between signal locations and headway.

fachungen den angeführten Leistungen ohne weiteres gewachsen sind, ja eine noch größere Zugzahl hereinnehmen könnten, als der Streckenleistung entspricht, ergibt sich aus den Londoner Erfahrungen ohne weiteres.

Die Betrachtungen erklären vor allem auch das Bestreben aller Stadtschnellbahnen, die Stationsaufenthalte so weit wie irgend möglich abzukürzen. Über die dazu geeigneten Maßnahmen hat sich Arnold in den schon erwähn-

zeiten der Züge mit der Vermehrung der Zugzahl und besserer Gewöhnung des Publikums eine sinkende Tendenz zeigen werden.

Planbeispiele.

In Abb. 23 ist die Ausdehnung der Groß-Londoner Schnellbahnstrecken angegeben, die Anfang 1914 bereits mit selbsttätigen Signalen ausgerüstet waren.

Die in den Abb. 24 und 25 wiedergegebene

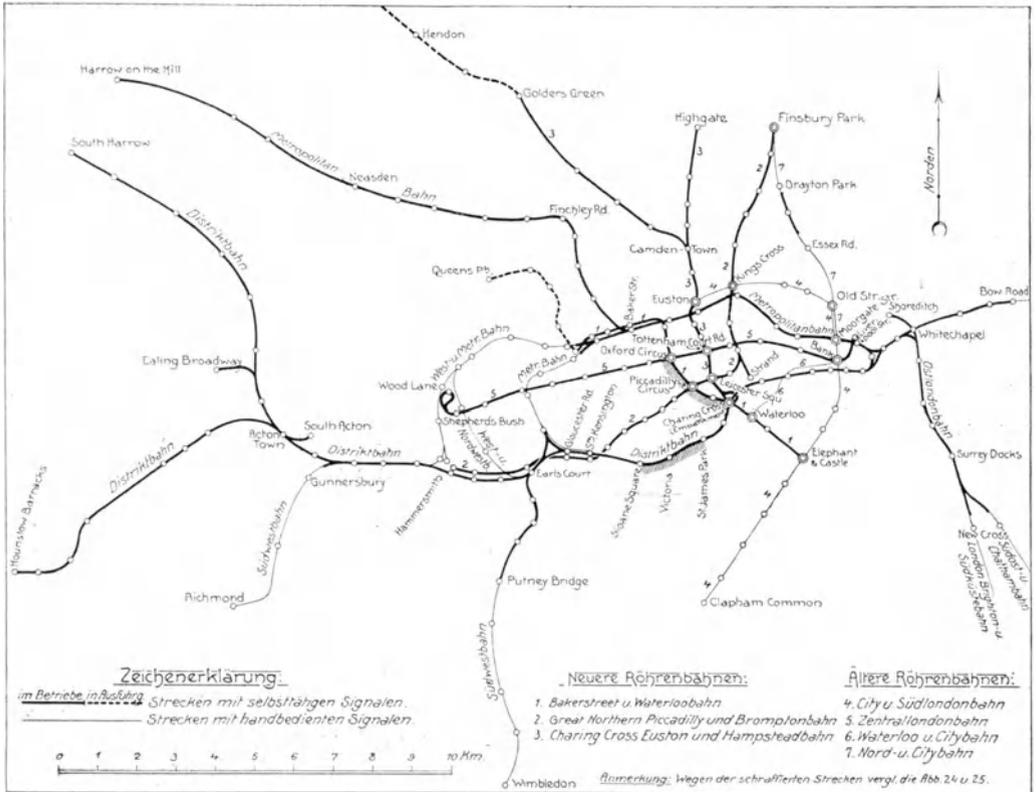


Abb. 23. Ausdehnung der mit dem selbsttätigen Signalsystem ausgerüsteten elektrischen Schnellbahnen Groß-Londons.

ten Berichten an das Neuyorker Amt für die Gemeinbetriebe sehr eingehend ausgesprochen. Schnellbahnen, wie der Pariser Métro, haben in dieser Richtung insbesondere auch durch Maßnahmen, die auf Erziehung des Publikums zu größerer Verkehrsgewandtheit gerichtet sind, treffliche Erfolge erzielt und gezeigt, daß bei starker Verdichtung der Zugfolge Stationsaufenthalte der Züge von 15, ja 10 Sekunden in Zeiten starken Verkehrs auskömmlich sein können. Sicher aber ist, daß die Aufenthalts-

zeiten der Züge mit der Vermehrung der Zugzahl und besserer Gewöhnung des Publikums eine sinkende Tendenz zeigen werden.

nen Signalpläne zweier — in Abb. 23 durch Schraffur kenntlich gemachten — Abschnitte der Distriktbahn und der Bakerstreet und Waterloo-Röhrenbahn dienen zur Erläuterung der bisherigen Darlegungen¹⁾. Signale, Weichen und Fahrsperrn werden bei diesen Bahnen elektropneumatisch gestellt. Da die Fahrsperrn keinen Triebstrom führen, so ist, wie schon auf Seite 1 erwähnt, als Gleis-

¹⁾ Die Zeichnungen lassen erkennen, daß — wie in England allgemein — links gefahren wird.

strom Gleichstrom verwendet. Die Tunnel-
signale erhalten in diesem Falle bewegliche
Blenden, die durch bloße Schaltung bei Gleich-
strombetrieb nicht umgangen werden können.
Die äußere Form der Tunnel-signale ist in

bereits die Anordnung der Fahrsperr-
e. In den Abb. 24 und 25 ist von der Wiedergabe der
Bahnneigungen abgesehen, während die Krüm-
mungen angedeutet sind; die Abbildungen sind
daher, wenn auch die Längen zutreffend ange-

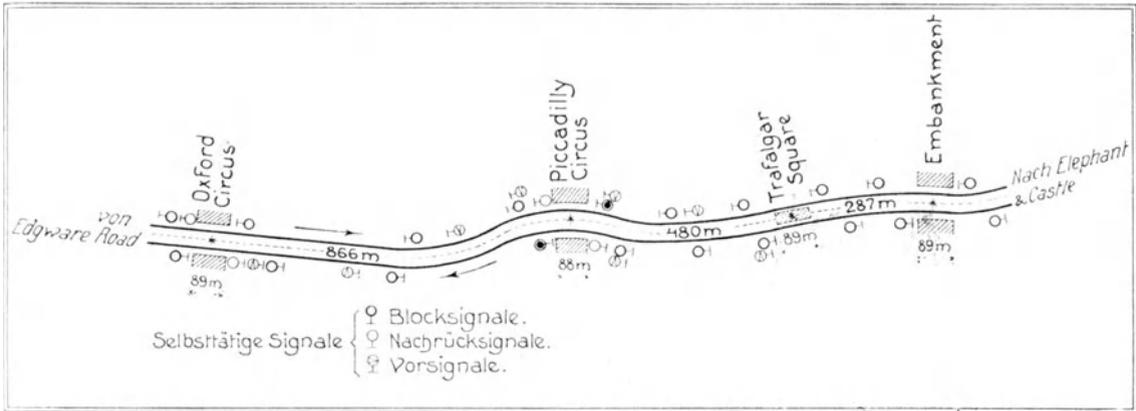


Abb. 24. Signale auf der Strecke Oxford Circus - Embankment der Bakerstreet- und Waterloo-Röhrenbahn.

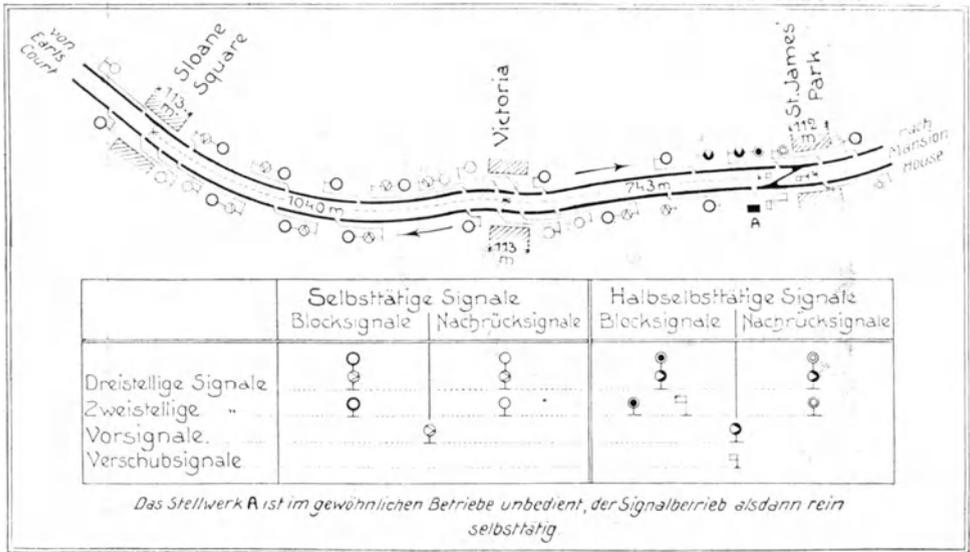


Abb. 25. Signale auf der Strecke Sloane Square - St. James' Park der Londoner Distriktbahn.

den Abb. 26 und 27 für die Distriktbahn und
die Röhrenbahn gezeigt¹⁾. Abb. 9 (S. 7) zeigte

¹⁾ In Abb. 26 bezeichnet a die Einführungskammer für Leitungen und Luftbahn. Druokluftzylinder mit Ventil befinden sich im Schaft b. Das Signal zeigt „Halt“ (rotes Licht der Oberblende). Wird es auf „Fahrt frei“ gestellt, so tritt Luft in den Zylinder; der Rahmen wird hochgehoben, so daß die untere (grüne) Blende vor die Lampe tritt.

zeigt sind, im wesentlichen als schematische
Darstellungen aufzufassen.

Auf der Bakerstreet- und Waterloo-
oder kurz Bakerloo-Röhrenbahn in London
(Abb. 24), deren Züge durchschnittlich in Ab-
ständen von drei Minuten in jeder der bei-

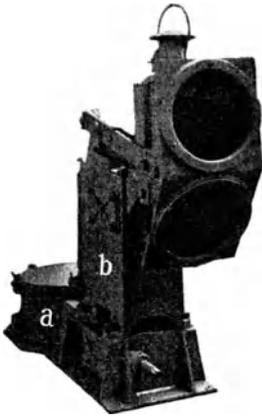


Abb. 26. Elektropneumatisch angetriebenes zweistelliges Tunnelsignal der Londoner Distriktsbahn in Haltstellung (Westinghouse Bremsen-Gesellschaft, London.)

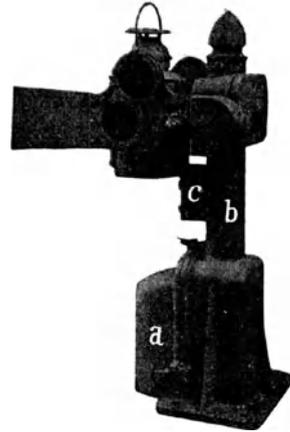


Abb. 23. Elektropneumatisch angetriebene Vershubsignal der Londoner Distriktsbahn. (Westinghouse Bremsen-Gesellschaft, London.)

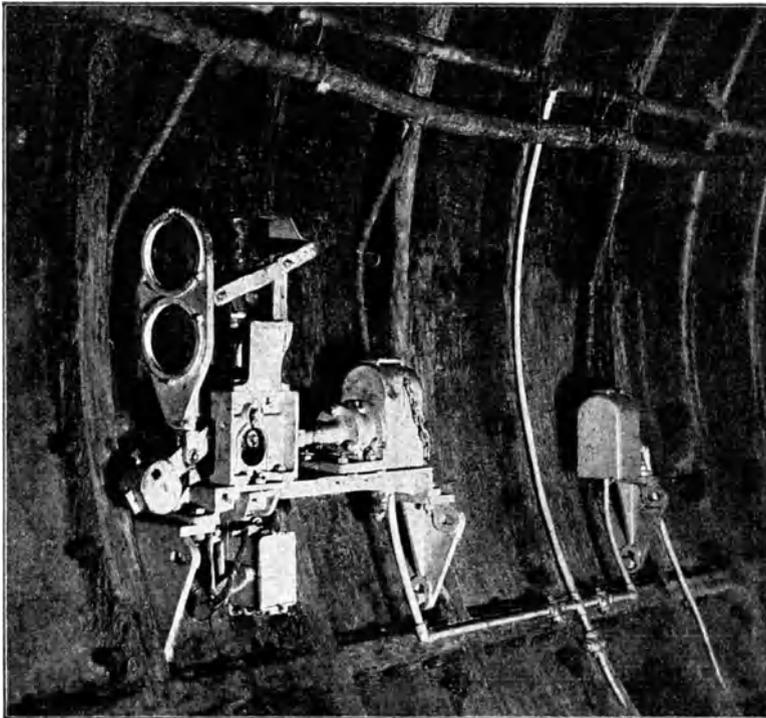


Abb. 27. Elektropneumatisch angetriebenes zweistelliges Signal der Bakerstreet- und Waterloo-Röhrenbahn in Haltstellung. (Westinghouse Bremsen-Gesellschaft, London.)

den Fahrrichtungen aufeinander folgen, reichen einstweilen zweistellige Signale nach der Form 2 der Abb. 10 (S. 8) aus. Ihre Anzeige ist nach Bedarf durch Vorsignale wiederholt, die jedoch grundsätzlich nur an solchen Stellen angebracht sind, an denen — etwa infolge von Bahnkrümmungen — die Übersicht über die Strecke beeinträchtigt ist. Größere Stationsabstände sind durch Zwischenblocksignale unterteilt. Fast durchweg sind Nachrücksignale vorhanden, bei deren Schaltung beachtet ist, daß zwischen einem auf Halt stehenden Deckungssignal und dem Zuge selbst keine Signalstellung auf „Fahrt frei“ möglich ist.

Die in der Abbildung mit schwarzem Kern versehenen Ausfahrtsignale der Station Piccadilly Circus können zwecks Regelung der Zugfolge, d. h. zur Wiederherstellung etwa verloren gegangener Planmäßigkeit der Zugfolge, vom Stationspersonal eingezogen oder in eingezogener Stellung festgehalten werden, eine Anordnung, über deren Zweckmäßigkeit man vielleicht verschiedener Meinung sein kann. Um der besonders auf langen Linien wahrzunehmenden Erscheinung entgegenzuwirken, daß sich die Züge in Stunden dichteren Verkehrs gruppenweise zusammenschieben, sind die Streckenabschnitte vor den Ausfahrtsignalen stellenweise verhältnismäßig groß bemessen; so beispielsweise in dem Stationsabschnitt Oxford Circus-Piccadilly Circus in Abb. 24. Die Längen dieser Streckenabschnitte sind nach der zugrunde gelegten dichtest möglichen Zugfolge bemessen, die späterhin bis auf 70 Sek. vermindert werden kann.

Der Signalplan der Stammstrecke der Distriktbahn zeigt infolge ihrer derzeitigen Zugzahl von stündlich 44 Zügen auf jedem Gleis eine bei weitem reichere Ausbildung als der der Bakerloobahn, wie an dem in Abb. 25 wiedergegebenen Steuerplan für die Strecke Sloane Square - St. James Park ersehen werden kann. Hier finden sich zweistellige Einzelsignale und dreistellige Doppelsignale der Formen 2 der Abb. 10 (S. 8) und 12 (S. 12) in mannigfachem Wechsel. Die dreistelligen Signale lassen, wie wir wissen, den Zugfahrer erkennen, ob sich der vorauffahrende Zug im ersten oder zweiten Vorabschnitt befindet. Die Einfahrtsignale sind durchweg dreistellig. Die Einzelsignale sind nach Bedarf durch zweistellige Vorsignale wiederholt. Nachrücksignale sind selbstverständlich auch hier durchweg an-

gewendet. Die Abbildung zeigt auch die Anordnung halbselbsttätiger Signale in dem Stellbezirk der Station St. James Park, wo zwischen die Gleise eine in Ausnahmefällen zum Umsetzen von Zügen benutzte Weichenverbindung eingelegt ist. Im gewöhnlichen Betriebe ist das hier angeordnete Stellwerk unbedient; die Signale sind dann in den rein selbsttätigen Betrieb einbezogen. Abb. 28 zeigt die äußere Form eines der im Stellbezirk der St. James Park-Station aufgestellten Vershubsignale, die im Tageslichte stehen ¹⁾.

Bezüglich der Streckenabschnitte auf der Distriktbahn ist hinzuzufügen, daß deren Längenausdehnung in den Tunneln östlich von South Kensington (Abb. 23) im Durchschnitt 275 m beträgt. Auf den Außenstrecken sind sie länger; in einzelnen Fällen erreichen sie eine Ausdehnung bis zu 1200 m.

Auf der kürzlich elektrisierten Ostlondonbahn (Abb. 23), die mittels des altehrwürdigen Brunelschen Tunnels den Themsestrom unterfährt, ist der Signalplan mit dreistelligen Doppelsignalen nach der Form 3 der Abb. 12 (S. 12) durchgeführt; die Bahn ist mit anderen Worten für dichteste Zugfolge eingerichtet. Dieselbe Form ist, wie schon erwähnt, auf den Schnellzuggleisen der Neuyorker Untergrundbahn zur Anwendung gelangt.

Daß in allen angeführten Fällen die Fahrsperrung zu den Blocksignalen hinzuzudenken ist, versteht sich von selbst. Die Fahrsperrungen sind durchweg unmittelbar auf dem Bahnplanum neben der einen Fahrschiene angebracht.

Es darf zum Schluß wiederholt werden, daß nur das durch Gleisströme gesteuerte selbsttätige Signalsystem die volle Freiheit in der Aufteilung der Strecken und Aufstellung der Signale und der Durcheinanderverwendung der Formen gewährt, die im Stadtschnellbahnbetriebe erforderlich ist. Die Entscheidung darüber, wie die verschiedenen Formen von Fall zu Fall verwendet und demgemäß auch die Schaltpläne eingerichtet werden müssen, setzt eingehende Kenntnis der Betriebsverhältnisse und langjährige Erfahrungen voraus.

¹⁾ Druckluftzylinder mit Ventil befinden sich im Gehäuse a. Das im Schaft b geführte Stellgestänge ist ähnlich wie in Abb. 9 von einer Schraubenfeder umgeben, die der Signalstellung „Fahrt frei“ (halb abwärts) entgegenwirkt und auf diese Weise das Gegengewicht des Signalarms unterstützt, der dadurch in Störungsfällen sofort in Haltstellung gebracht wird. Gleichzeitig buffert die Feder die Bewegungen aus. c ist der Laternenhalter.

Zugdeckung durch die handbedienten Signalsysteme.

Den folgenden Betrachtungen sind wieder zweigleisige Strecken zugrunde gelegt. Von den dafür in Deutschland gebräuchlichen handbedienten Signalsystemen sind nachstehend der „Zweifelderblock“ und der „Dreifelderblock“ in ihrer vollkommensten Ausbildung erläutert. An den Anfangspunkten der Streckenabschnitte, d. h. den Stellen, an denen sich die Blocksignale befinden, sind Blockstellen errichtet, die mit Wärtern besetzt sind; die Systeme setzen also eine fortlaufende Kette von Blockposten voraus. Die Besprechungen beschränken sich auf die Betrachtung einer Fahrriichtung und der dazu gehörigen Einrichtungen; dabei ist elektrischer Antrieb der Signale und selbsttätige Stromgebung für den Block angenommen und ferner vorausgesetzt, daß durchweg Flügelsignale mit Rückmeldern Verwendung finden.

Zweifelderblock.

Die Grundstellung der Signale ist „Halt“. Die Sicherung der Zugfahrten auf der freien Strecke erfolgt wie nachstehend.

Auf größte Zuglänge vor jedem der zweistelligen Hauptsignale befindet sich ein Schienen-Stromschließer — zumeist in Form des bekannten „Quecksilberkontaktes“ —, der mit dem Signal derart in Abhängigkeit steht, daß der Signalfügel bei Schienen-Stromschluß mittels der am Flügel befindlichen Haltfallvorrichtung selbsttätig aus der Stellung „Fahrt frei“ in die Haltstellung geht, die dem Blockwärter durch den Rückmelder zur Anzeige gebracht wird. Von „Halt“ auf „Fahrt frei“ dagegen ist das Signal von Hand zu stellen, und zwar durch Umlegen des Signalschalters aus der Grundstellung in die gezogene. Nach Haltfall des Signals wird der Schalter im Leergange wieder in die Grundstellung zurückgelegt. Schienen-Stromschlüsse treten ein bei jeder Schienendurchbiegung an der Stelle, an der der Stromschließer angebracht ist; die Stromschlüsse beginnen, sobald die erste Zugachse den Stromschließer erreicht, und dauern so lange an, wie der Zug

über den Stromschließer hinwegfährt. Abweichend hiervon sind die Schienenkontakthanlagen auch wohl so eingerichtet, daß die damit verbundenen Einrichtungen erst betätigt werden, wenn die letzte Zugachse den Kontakt verlassen hat. In diesem Falle liegt der Kontakt nicht um die größte Zuglänge, sondern in kürzerem Abstände vor dem Blocksignal. Die letztgedachte Anordnung, bei der der Kurzschluß zwischen den beiden Fahrschienen durch die Zugachsen eine Rolle spielt, hat mit dem Grundgedanken der Streckenblockung indessen nichts zu tun und bleibt daher bei den folgenden Erörterungen unberücksichtigt.

Daß die beim selbsttätigen Signalsystem grundsätzlich durchgeführten Schutzstrecken seither beim handbedienten System fehlen, ist schon auf S. 11 erwähnt.

Die Forderung, daß jeder Streckenabschnitt nur mit einem Zuge besetzt sein darf, bedingt ein Meldeverfahren zwischen jedem Blockposten und seinen beiden Nachbarposten (Vor- und Rückposten). Ist ein Zug an einem Blockposten vorbeigefahren, so meldet dieser dem Vorposten, daß der Zug in den Vorabschnitt eingefahren, der „Vorabschnitt besetzt“ ist (Vorblockung); dem Rückposten meldet er, daß der „Rückabschnitt frei“ ist (Rückblockung); der Rückposten darf dann für den Folgezug sein Signal auf „Fahrt frei“ stellen. Die Meldungen nach vor- und rückwärts erfolgen zu gleicher Zeit auf elektrischem Wege durch Niederdrücken einer Taste und spielen sich unter Bezugnahme auf die Abb. 29, die den zwischen zwei Blocks X und Z befindlichen Block Y darstellt, folgendermaßen ab. In der vorliegenden Blockstelle Z — im Vorblock „Von Y“ — verwandelt sich die hinter einer Schauöffnung, dem „Endfelde des Vorabschnitts“, befindliche Farbscheibe von weiß in rot, d. h. das „Endfeld des Vorabschnitts“ wechselt von „Strecke frei“ auf „Strecke besetzt“; seine rote Farbe kündigt einen Zug an. Außerdem wechselt in der rückwärtigen Blockstelle X — im Rückblock „Nach

Y“ — das „Anfangsfeld des Rückabschnitts“ von rot auf weiß, d. h. von „Strecke besetzt“ auf „Strecke frei“. Um dem meldenden Posten zu zeigen, daß die abgegebenen Meldungen bei den Nachbarposten richtig eingetroffen sind und um ihm die gemeldeten Streckenzustände während ihrer ganzen Dauer vor Augen zu

Rückblockung ebenfalls von rot in weiß (Rückabschnitt frei) verwandelt. Den Vorgang des Niederdrückens der Taste *T* nennt man die Blockbedienung.

Nach den Grundsätzen der Streckenblockung ist weiter zu fordern, daß einem Blockposten die Möglichkeit, sein Signal wieder

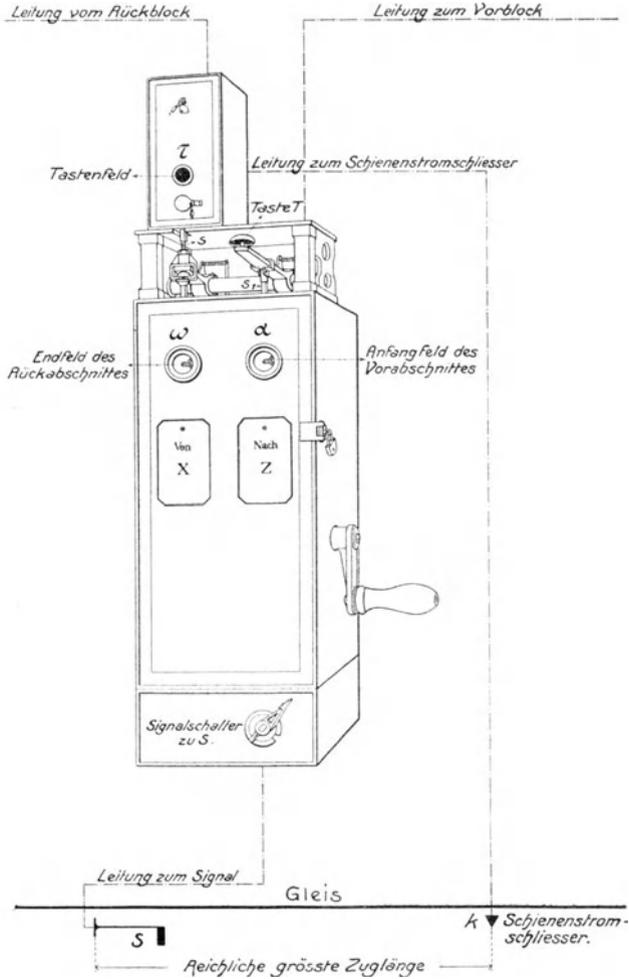


Abb. 29. Zweifelderblock in Grundstellung.

halten, machen die Felder des eigenen Blocks den Farbenwechsel der Nachbarblocks als Wiederholungsfelder mit. Das „Anfangsfeld α des Vorabschnitts“ im Eigenblock wird also durch die Vorblockung ebenfalls von weiß auf rot (Vorabschnitt besetzt), und das „Endfeld ω des Rückabschnitts“ im Eigenblock mit der

auf „Fahrt frei“ zu stellen, nachdem es von einem vorbeigefahrenen Zuge auf „Halt“ gestellt worden ist, so lange benommen bleibt, wie sich der Zug noch im Vorabschnitt befindet, d. h. bis der Vorposten den Vorblock bedient und damit den Vorabschnitt durch Rückblockung wieder „frei“ gemeldet, also End-

und Anfangfeld des Vorabschnitts wieder von rot in weiß verwandelt hat. Hierfür ist in der Weise vorgesorgt, daß beim Niederdrücken der Taste im Block Y auch das auf Halt gefallene Signal in der Haltlage verriegelt wird; durch die spätere Rückblockung vom Vorposten aus wird dann der Riegel wieder ausgelöst, d. h. das Signal entblockt. Ferner muß dem Blockposten die Möglichkeit genommen sein, die Vor- und Rückblockung mittels des Tastendrucks anders als zu gegebener Zeit auszuüben. Er darf die Taste nur drücken können, nachdem der Zug an seinem Signal vorbeigefahren ist und den Schienen-Stromschließer betätigt hat; bis dahin muß die Taste verriegelt bleiben. Dieser Zwang wird durch die „Tastensperre“ herbeigeführt, die auf die Stange s (Abb. 29) als Riegel einwirkt. Der Schienen-Stromschließer hat also außer der schon erwähnten Aufgabe, durch den Stromschluß das Signal in die Haltstellung zu bringen, noch die weitere, die Tastensperre auszulösen, um die Taste für eine einmalige Bedienung freizugeben; nach einmaligem Drücken und Loslassen wird die Taste wieder durch die Sperre festgehalten. Ob sie ent- oder verriegelt ist, wird durch ein besonderes Feld, das „Tastenfeld“ τ (Abb. 29) angezeigt, das bei gesperrter Taste schwarz, bei bedienbarer Taste dagegen weiß zeigt. Bei roter Farbe des Anfangfeldes ist der Signalschalter in der Grundstellung (Signal „Halt“) festgehalten; bei umgelegtem Schalter (Signal „Fahrt frei“) läßt sich die Taste, selbst bei weißem Tastenfelde, nicht niederdrücken.

- Die Blockbedienung ist nur möglich, wenn
- das Tastenfeld weiß (die Zugfahrt erfolgt) ist,
- das Endfeld des Rückabschnitts rot ist (der Rückposten vorgeblockt hat),
- das Anfangfeld des Vorabschnitts weiß (der Vorabschnitt entblockt, der vorausgefahrne Zug vom Vorposten also rückgemeldet) ist und
- der Signalschalter sich in der Grundstellung (Signal „Halt“, Zug gedeckt) befindet.

Nach erfolgter Blockbedienung ist

- das Tastenfeld schwarz (die Taste also wieder verriegelt),
- das Endfeld des Rückabschnitts weiß (Vorbereitung für die Vorblockung des nächsten Zuges) und
- das Anfangfeld des Vorabschnitts rot (Vorblockung durchgeführt, der Signalschalter in Grundstellung „Halt“ festgelegt).

Um das Bild vollständig zu machen, ist noch hinzuzufügen, daß der Wärter sich bei

jedem Zuge davon überzeugen soll, ob sich nicht etwa ein Teil desselben unterwegs losgelöst hat und, unerkannt auf der Strecke zurückgeblieben, den folgenden Zug gefährdet. Dem Wärter liegt mit anderen Worten die Pflicht ob, bei jedem vorbeifahrenden Zuge den „Zugschluß“ zu beobachten, d. h. nachzusehen, ob der Zug das vorschrittsmäßige Schlußsignal führt¹⁾.

Die Bedienung der Blockstellen ist nun gemischt aus einer ganzen Kette von Handlungen, bestehend aus mechanischen Handgriffen und aus Sinnesbetätigungen (Beobachtungen durch Augenschein) seitens der Wärterposten, sowie aus mechanischen Betätigungen seitens des Zuges und der Apparate gegeneinander. Mittels der mechanischen Bedienungen durch Zug und Wärter werden der Signalwechsel und die zur Sinnesbetätigung des Blockpostens nötigen Meldezeichen — weiß, rot; weiß, schwarz und umgekehrt — hervorgerufen und ferner diejenigen mechanischen Abhängigkeiten in den Anlagen hergestellt, die unzeitige Bedienungen durch den, menschlichen Irrungen immer unterworfenen Blockposten verhüten. Mit Bezug auf die Abb. 29 bestehen die mechanischen Bedienungsvorgänge des Zuges in der Betätigung des Schienen-Stromschließers, die des Blockpostens im Rechts- und Linkslegen des Signalschalters und der Blockbedienung, d. h. Drücken der Blocktaste, die auch Gemeinschaftstaste genannt wird, weil mit ihr das Endfeld des Rückabschnitts und das Anfangfeld des Vorabschnitts gleichzeitig bedient werden. Mit dem Drücken werden die Stangen s und s₁ abwärts bewegt und im Blockwerk Kontakte betätigt, die den erforderlichen Stromkreis herstellen und in Verbindung mit der angeschalteten Stromquelle den Wechsel der Meldezeichen in den beiden Nachbarblocks wie im eigenen Block hervorrufen, auch im letzteren die Verriegelung der Signalschalter in Grundstellung herbeiführen, dagegen in der rückwärtigen Blockstelle den bis dahin festgelegten Signalschalter entriegeln. Die Blockbedienungen in zusammenarbeitenden Blockstellen dürfen nicht gleichzeitig erfolgen, da andernfalls Blockstörungen eintreten, die sich, falls sie nicht schnell genug beseitigt werden können, auf die ganze Linie übertragen. Der Blockposten darf daher die Taste nur niederdrücken, wenn geblockt werden soll, und zwar nur zu solchen Zeiten, in denen keines seiner beiden Felder von den Nachbarblocks aus betätigt wird. Ferner muß zur Vermeidung von

¹⁾ Beim selbsttätigen Signalsystem ist, wie hier wiederholt sein möge, Beobachtung des Zugschlusses nicht erforderlich, da im Falle von Zugtrennungen jeder Teil des Zuges sich selbst deckt.

Blockstörungen die Taste solange in gedrückter Stellung gehalten werden, bis sich alle durch den Tastendruck zu bewirkenden Vorgänge vollständig abgespielt haben. Der Block ist auch so eingerichtet, daß eine einmal gedrückte Taste nach vollständiger Blockbedienung, also nach Entblockung des Signals in der rückwärtigen Blockstelle nicht ein zweites Mal gedrückt werden kann, ehe sie nicht wiederum vom Vorposten freigegeben ist. Die mechanischen Handgriffe der Wärter sind mit Ruhe und Besonnenheit und dabei zur rechten Zeit auszuführen. Hastige Bedienung gibt oft die Ursache zu Störungen in den Anlagen, während andererseits lässige Handhabungen dazu führen können, daß das Signal eines freien Abschnitts unnötig lange verriegelt gehalten wird. Was endlich die Sinnesbetätigung des Wärters betrifft, so erstreckt sich diese auf das Beobachten seines End- und Anfangfeldes, des Tastenfeldes und des Zugschlusses sowie des Signalarückmelders. Dazu treten die für Fälle von Unregelmäßigkeiten oder Störungen vorgeschriebenen besonderen Dienstverrichtungen des Postens, Meldevorgänge u. dergl., die die bei normaler Betriebsweise in automatisch eintöniger Folge sich vollziehenden Bedienungsvorgänge unterbrechen.

Die Abb. 29 betreffend, ist ergänzend noch hinzuzufügen, daß die an der rechten Seite des Blocks ersichtliche Kurbel dazu dient, um bei etwaigem Versagen des Blockstrommotors den Blockstrom durch Handbedienung des Induktors erzeugen zu können. Die unter dem Tastenfelde τ befindliche Plombe verschließt eine Einrichtung, durch die der Blockposten nach Lösung der Plombe die Tastensperre aufheben kann, falls diese vom Zuge nicht ausgelöst werden sollte.

Erläuterung am fahrenden Zuge.

Das Gesagte wird anschaulicher am Beispiel des fahrenden Zuges. Auf Tafel 2 ist angenommen, daß sich zwei Züge auf einer Gleisstrecke befinden; Zug 1 hat gerade den Schienen-Stromschließer kc , Zug 2 den Schienen-Stromschließer k überschritten.

Zug 2 rückt gegen den Block Bb vor. Das Signal Sb ist durch Linkslegen des Signalschalters im Block Bb auf „Fahrt frei“ gestellt, nachdem der Blockposten Pbc hinter dem vorausgefahrenen Zuge 1 durch Niederdrücken der rechtsseitigen Gemeinschaftstaste u. a. die beiden Blockfelder für den Streckenabschnitt Ab , nämlich das Anfangfeld α_b im Block Bb (bezeichnet „Nach Sc “) und das Endfeld ω_b im Block Bc (bezeichnet „Von Sb “) von rot („Streckenabschnitt Ab besetzt“) in weiß

(„Streckenabschnitt Ab frei“) verwandelt, Signal Sb also entblockt hatte. Das Anfangfeld α_a und das Endfeld ω_a des Streckenabschnittes Aa zeigen naturgemäß rot („Streckenabschnitt Aa besetzt“). Das Anfangfeld α im Block B und das Endfeld ω im Block Ba lassen durch ihre weiße Farbe erkennen, daß der Streckenabschnitt A unbesetzt ist. Die Bedeutung der in der Skizze noch weiter enthaltenen Angaben wird sofort klar, wenn der Bewegung des Zuges 2 gefolgt wird.

Der Zug überschreitet Signal Sb . Sobald er den Schienen-Stromschließer ka erreicht, schließt dieser infolge der durch die Achsdrücke hervorgerufenen Schienendurchbiegung einen Stromkreis, der bewirkt, daß

1. das Signal Sb mittels der daran befindlichen Haltfallvorrichtung selbsttätig in die Haltstellung geht und
2. in dem Block Bb die Tastensperre Ta aufgelöst wird, die bis dahin verhinderte, daß der Wärter Pbc die linksseitige Gemeinschaftstaste niederzudrücken vermochte. Daß durch Lösen der Sperre nunmehr die Taste freigegeben ist, wird durch Weißwerden des Fensters erkennbar, das bei gesperrter Taste schwarz war.

Um den Block bedienen und damit das Signal Sa des nun freien Abschnittes Aa entblocken zu können, muß der Wärter Pbc zunächst den Schalter des auf „Halt“ gefallenem Signals Sb zurücklegen. Alsdann drückt er die linksseitige Gemeinschaftstaste nieder und hält sie in dieser Stellung so lange fest, bis folgender Wechsel in den Farben der Blockfelder eingetreten ist:

3. Die Blockfelder des durch den Zug 2 besetzten Streckenabschnittes Ab , nämlich das Anfangfeld α_b im Block Bb und das Endfeld ω_b im Block Bc werden von weiß in rot („Streckenabschnitt Ab besetzt“) verwandelt. Das Signal Sb ist in der Haltstellung festgelegt und der Zug ist im Block Bc vorgemeldet (vorgeblockt).
4. Die Blockfelder des Streckenabschnittes Aa dagegen, nämlich das Anfangfeld α_a im Block Ba und das Endfeld ω_a im Block Bb werden von rot in weiß („Streckenabschnitt Aa frei“) verwandelt. Durch den Wechsel des Anfangfeldes α_a wird der Verschuß des Signals Sa aufgehoben. Das Endfeld ω_a ist für die Vorblockung des nächsten Zuges vorbereitet. Die Verwandlungen der Blockfelder sind mit rasselnden Geräuschen in den Blockapparaten verbunden.

Bei weißem Anfangfelde α_c stellt der Wärter Pbc das Signal Sc auf Fahrt. Beim

Vorrücken des Zuges über das Signal *Sc* hinaus wiederholt sich das angegebene Spiel, nur um einen Streckenabschnitt in der Fahrrichtung verschoben.

Auf die unter den einzelnen Blocks der Tafel 2 befindlichen Vermerke wird besonders hingewiesen.

In den bisherigen Betrachtungen ist stillschweigend angenommen, daß auf der freien Strecke für jeden Block einer Fahrrichtung — z. B. *Ba* auf Tafel 2 — ein besonderer Wärter zu bestellen sei, während die beiden Stations-

Bb, Bc der Tafel 2 erläutert ist. Es bedarf kaum besonderer Erwähnung, daß auch auf den Stationen die Ein- und Ausfahrten der Gegenrichtungen statt derselben Fahrrichtung für die Bedienung blockmäßig zusammengelegt werden können; in jedem Falle sind die Durchgangstationen zweigleisiger Bahnen mit zwei Vierfelderblocks auszurüsten. Die Stationsblockbediensteten pflegten bisher in den Bedienungspausen, auch im dichten Schnellbahnbetriebe, noch mit Nebenarbeiten befaßt zu werden, die sich auf die Abfertigung der Züge

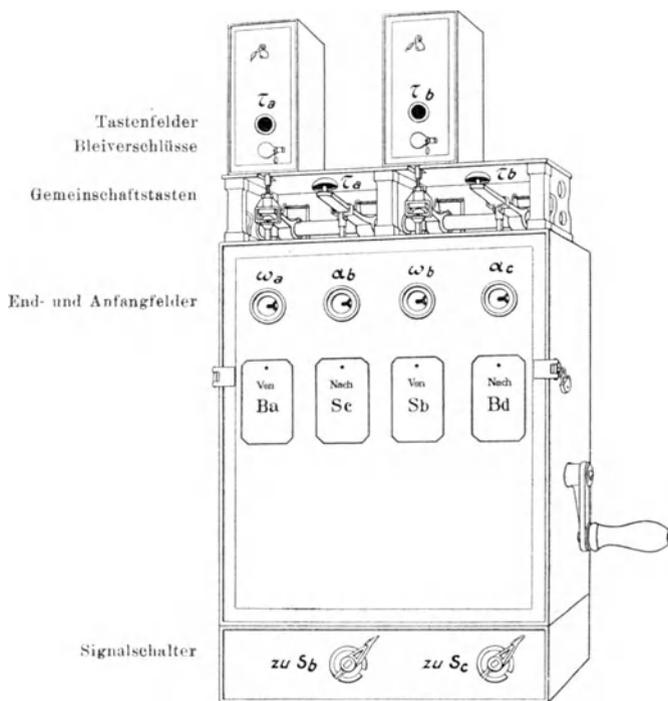


Abb. 30. Zum Vierfelderblock vereinigte Zweifelderblocks *Bb, Bc* der Tafel 2 in Grundstellung.

blocks *Bb, Bc* von einem einzigen Wärterposten bedient und zu diesem Zweck örtlich zusammengelegt werden. In Wirklichkeit werden, um das Personal möglichst auszunutzen, auch den Zwischenposten zwei Blocks zur Bedienung überwiesen, indem dem Block der einen Richtung der der Gegenrichtung örtlich beigelegt wird. Die zusammengelegten Apparate werden, obwohl innerlich nicht zusammengehörig, doch äußerlich untrennbar zum sogenannten „Vierfelderblock“ zusammengebaut, wie in Abb. 29 am Beispiel des Stationsblocks

beziehen; der Sicherheitsdienst wird mit anderen Worten von Stationsbediensteten in solchem Falle nebenbei mit besorgt.

Dreifelderblock.

Das vorstehend erörterte System wurde für die Hamburger Hochbahn neu durchgebildet. Hierbei ist die Zahl der Blockfelder um ein zwischen End- und Anfangfeld eines Blocks eingeschobenes drittes Feld, das „Festhaltefeld“ (Abb. 31) vermehrt, um zu erreichen, daß der Posten die Blocktaste nicht so lange

zu drücken braucht, bis die Verwandlung der Felder erfolgt ist, daß er vielmehr nach einem kurzen Niederdrücken der Taste den Block ver-

Wie bei dem bereits beschriebenen System wird auch hier mittels der vom Zuge ausgelösten Tastensperre die Gemeinschaftstaste freigegeben, auch wird gleichzeitig das für die Deckung des Zuges bestimmte Signal selbsttätig auf „Halt“ gestellt. Nach dem Niederdrücken der Taste — die, wie oben bemerkt, schon vor beendetem Farbenwechsel der Blockfelder ohne Beeinträchtigung der Blockbedingung wieder losgelassen werden kann — erfolgen die übrigen Vorgänge selbsttätig. Zunächst wird das Anfangfeld des vorliegenden Streckenabschnitts geblockt und damit das eigene Signal auf „Halt“ festgelegt und gleichzeitig im Endfeld der vorliegenden Blockstelle der Zug vorgemeldet (Vorblocnung). Im rückliegenden Block wird das Anfangfeld entblockt und das zugehörige Signal auf „Fahrt frei“ gestellt. Zuletzt erfolgt im eigenen Block die Blockung des Endfeldes für den rückliegenden Streckenabschnitt und damit die Vorbereitung für die nächste Vorblocnung. Sobald der Wechsel dieses Blockfeldes stattgefunden hat, die Blockbetätigung also beendet ist, wird die gedrückte Gemeinschaftstaste vom Festhaltefeld freigegeben und geht in ihre Grundstellung zurück.

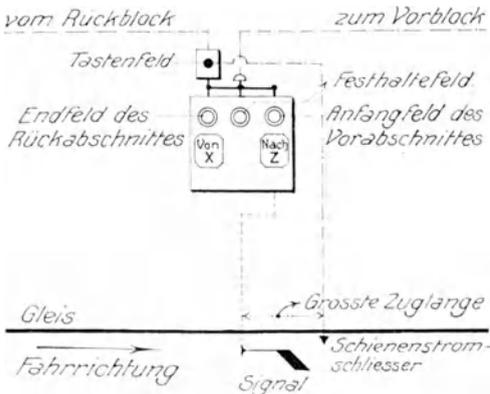


Abb. 31. Dreifelderblock in Grundstellung.

lassen und sich der Zugabfertigung zuwenden kann. Die Grundstellung der Signale beim Dreifelderblock ist „Fahrt frei“, wie beim selbsttätigen Gleisstromsystem.

Abfertigungsvorgänge bei den handbedienten Systemen und dem selbsttätigen System.

Abfertigungsweise.

Um Wesen und Wirkungsweise der bisher behandelten Systeme des Zwei- und Dreifelderblocks und der mit Gleisstrom betriebenen selbsttätigen Sicherungsart einander anschaulich gegenüber zu stellen, sind die Bedienungsvorgänge für die drei Systeme in der am Schluß dieser Abhandlung beigefügten Bedienungstafel miteinander verglichen. Die beiden ersten Spalten der Tafel ergeben die Bedienungsfolge bei den handbedienten Systemen. Die letzte Spalte zeigt die Vorgänge, welche sich beim selbsttätigen System abspielen, wobei zu bemerken ist, daß sich natürlich auch bei den erstgenannten beiden Systemen eine Reihe von Handlungen selbsttätig vollziehen. Die Tätigkeiten des Blockpostens sind bei der Weiterbildung des Zweifelderblocks zum Dreifelderblock auf ein Mindestmaß eingeschränkt, das ohne Rücksicht auf Einhaltung einfacher Bauformen noch erreichbar erschien. Da auch von den unbedingten Anhängern der bisherigen Blocksicherungssysteme in der Verminderung der menschlichen Bedienungszutaten Vorteile erblickt werden, so sind der folgenden Vergleichstabelle die handbedienten Systeme in ihren modernsten Ausführungsformen zugrunde gelegt, bei denen die zur Bedienung herangezogenen Hand- und Sinnestätigkeiten auf das Mindestmaß eingeschränkt sind.

Die Bedienungstafel verzeichnet im übrigen jede einzelne dieser Tätigkeiten, wie sie zur Durchführung eines Zuges von Posten zu Posten fortschreitend vorzunehmen sind. Dabei sind, um beim Zweifelderblock die Zahl der einzelnen Vorrichtungen nicht gar zu sehr anschwellen zu lassen, die Beobachtungen des Anzeigewechsels im End-, Anfang- und Tastenfeld eines Blocks, der ja zu gleicher Zeit erfolgt, zusammen mit dem Drücken der Blocktaste, und ferner das Zurücklegen des Signalschalters zusammen mit der Beobachtung des Signalmelders nur als je eine einzige Tätigkeit gerechnet.

Diejenigen Vorgänge, welche an die Mitwirkung menschlicher Tätigkeit gebunden sind, sind in der Zusammenstellung von den selbsttätig erfolgenden durch verschiedenartigen Druck hervorgehoben. Alle selbsttätigen Vorgänge sind durch Schrägdruck, die vom Wärter auszuübenden Tätigkeiten durch Steildruck gekennzeichnet.

Einem Blockposten der freien Strecke liegen, um einen einzigen Zug durchzubringen, beim Zweifelderblock nach der Tafel die folgenden Tätigkeiten ob.

1. Er stellt fest, ob das Anfangfeld weiß ist,
2. legt bei weißem Felde den Signalschalter auf Fahrt,
3. beobachtet den Zugschluß,
4. legt nach der Vorbeifahrt des Zuges den Signalschalter zurück und beobachtet den Signalmelder,
5. stellt fest, ob das Endfeld rot und das Tastenfeld weiß sind,
6. bedient, wenn die Vorbedingungen erfüllt sind, die Taste,
7. stellt fest, ob nach dem Loslassen der Taste das Tastenfeld schwarz bleibt.

Es reihen sich sonach die Tätigkeiten folgendermaßen aneinander:

1. Beobachten des Anfangfeldes; 2. Umlegen des Schalters; 3. Beobachten des Zugschlusses; 4. Zurücklegen des Schalters; 5. Überprüfen des End- und Tastenfeldes; 6. Bedienung der Taste; 7. Nachprüfung des Tastenfeldes.

Zur Bedienung des Dreifelderblocks gehören die folgenden Tätigkeiten des Postens:

1. Er beobachtet den Zugschluß,
2. stellt fest, ob das Endfeld rot und das Tastenfeld weiß ist,
3. bedient, wenn die Vorbedingungen erfüllt sind, die Taste,
4. stellt fest, ob nach dem Hochgehen der Taste das Tastenfeld schwarz bleibt.

Es folgen einander also die Tätigkeiten:

1. Beobachten des Zugschlusses; 2. Überprüfen des End- und Tastenfeldes; 3. Bedienung der Taste; 4. Nachprüfung des Tastenfeldes.

Um einen Zug durch einen Zwischenblock zu bringen, sind somit beim Zweifelderblock abwechselnd viermaliges verschiedenartiges Ausüben des Augenscheins und dreimaliges Ausüben von Handgriffen, zusammen sieben Tätigkeiten, beim Dreifelderblock dreimaliges Ausüben des Augenscheins und ein Handgriff, zusammen vier Tätigkeiten erforderlich; die Ersparnis für den letzteren Fall besteht fast nur in einer Verminderung der Handgriffe.

Falls ein Zwischenblockposten einer mit dem Zweifelderblock ausgerüsteten zweigleisigen Schnellbahn stündlich 30 Züge in jeder der beiden Richtungen abzufertigen vermöchte, müßte er den Rhythmus seiner Bedienungsfolge sechszigmal in der Stunde wiederholen, was im ganzen für beide Richtungen 420 stündliche Verrichtungen ergibt, die sich je zur Hälfte auf die beiden Fahrrichtungen verteilen. Bei gleichmäßiger zeitlicher Verteilung würde in der Minute eine volle Bedienungsfolge durchzuführen sein; alle neun Sekunden läge dem Posten eine Verrichtung ob. Die gleiche Zahl von Verrichtungen trifft den Stationsposten für eine Richtung. Beim Dreifelderblock ergeben sich für den Zwischenposten unter den gleichen Umständen 240 stündliche Verrichtungen. Auf die Minute kommt ein voller Bedienungsrythmus und auf alle 16 Sekunden eine Verrichtung. Der Stationsposten hat für eine Richtung das gleiche zu leisten.

Nun ist weiter zu fragen, wie groß die Zahl der Verrichtungen ist, die entlang der ganzen Postenkette einer durchlaufenden Schnellbahnlinie zwischen zwei Verzweigungspunkten vorzunehmen wäre. Wenn — entsprechend einer in der „ETZ“ 1913, S. 1070, angestellten Betrachtung — mit zehn Zwischenstationen gerechnet und ferner angenommen wird, daß die Schnellbahn außer den Stationsblocks auch noch zehn Blockstellen auf freier Strecke aufweist, so daß die Länge der Strecke auf etwa $7\frac{1}{2}$ km zu schätzen wäre, so ergeben sich für die Durchführung eines Zuges auf einem Gleise zwischen den Verzweigungspunkten, abgesehen von der Bedienung der an den letzteren befindlichen Stellwerke,

beim Zweifelderblock

$$10 \cdot 7 + 10 \cdot 14 = 210 \text{ Verrichtungen,}$$

beim Dreifelderblock

$$10 \cdot 4 + 10 \cdot 8 = 120 \text{ Verrichtungen.}$$

Für 30 Züge in jeder Richtung, also für insgesamt 60 Züge stündlich sind auszuüben:
beim Zweifelderblock

$$60 \cdot 210 = 12\,600 \text{ Verrichtungen,}$$

beim Dreifelderblock immer noch

$$60 \cdot 120 = 7\,200 \text{ Verrichtungen.}$$

Da der stärkste Verkehr etwa drei Stunden anhält, so würden für diesen Verkehrsstoß beim Zweifelderblock 37 800, beim Dreifelderblock 21 600 Verrichtungen erforderlich sein. Nun dehne man die Betrachtung auf den Zeitraum auch nur einer achtstündigen Dienstschrift aus! Es wäre müßig, die Legionen solcher Tätigkeiten noch weiter auszuspinnen. Auch ohnedies wird niemand bestreiten, daß es sich um rein automatische Dienstverrichtungen handelt. Das gilt nicht nur für den Zweifelderblock: auch beim Dreifelderblock sind die menschlichen Kräfte zu gehäuft eintöniger Automaten-tätigkeit verurteilt. Diese Einsicht und das Bedenkliche solcher Heranziehung des „denkenden Menschen“ sind es auch zweifellos, die selbst den Anhängern des handbedienten Systems schließlich doch nahe gelegt haben, die Zahl der Verrichtungen soweit wie angängig einzuschränken. Andererseits glauben sie aber, den dadurch im Blockdienst weniger beanspruchten Wärter zu Nebenbeschäftigungen heranziehen zu können, die in keinerlei Zusammenhang mit dem Zugsicherungsdienst stehen. Dem letzteren eng verwandte Dienstverrichtungen, wie sie die Stellwerkwärter an den Verzweigungspunkten beim Ein- und Aussetzen sowie bei der Auswahl der Züge auszuüben haben, kommen weder auf den Zwischenblockstellen noch auf den Durchgangsstationen vor. So wünscht man denn, den Stationsblockwärter bei der Zugabfertigung zu verwenden, vergißt aber dabei ganz, daß sich diese Nebenbeschäftigung bei dichter Zugfolge für den Wärter schließlich zur Hauptbeschäftigung herausbildet und der Blockdienst nebensächlich behandelt wird. Für den Zwischenblockwärter bietet sich eine Gelegenheit zur Ausfüllung der freien Zeit nicht dar.

Mit dem Ausgeführten wolle man einige neuerliche, auf Sachkunde Anspruch erhebende Auslassungen aus Fabrikantenkreisen zusammenhalten, die wie folgt lauten:

„Bei vollkommen ausgebildeten Handblocksystemen arbeiten die Züge selbst grundsätzlich genau so mit, wie bei den rein selbsttätigen Systemen. Der Unterschied zwischen diesen sogenannten halb selbsttätigen und den ganz selbsttätigen Blocksystemen besteht nur darin, daß bei ersteren zur Freigabe der Strecken nicht die Züge allein, sondern noch Beamte herangezogen wer-

den. Wenn bei ganz selbsttätigen Systemen von der Beobachtung der Züge und Signale durch Beamte abgesehen werden kann, so liegt an sich kein Grund vor, davon auch bei halb selbsttätigen Systemen abzusehen. Wenn auch dieser Art der Bedienung nicht das Wort geredet werden soll, so kann daraus ein Vorzug für die ganz selbsttätigen Systeme nicht hergeleitet werden.“

Und von anderer Seite wird beim Dreifelderblock als Vorteil herausgehoben, „daß bei der Blockbetätigung Fehler der Bedienung noch in höherem Maße als früher ausgeschlossen werden“ und „der Blockwärter durch die Blocktätigkeit so wenig in Anspruch genommen wird, daß er fast vollständig der Zugabfertigung zur Verfügung steht.“

Ein Kommentar zu derartigen abwegigen Gedankengängen muß sich bereits mit Hinweis auf die tabellarische Aufstellung erübrigen.

Mitwirkung des Blockpostens.

Allgemeines.

Die immer noch verbreitete Auffassung, der „denkende Mensch“ habe seine Rolle bei der Blockbedienung im Schnellverkehr „aus Sicherheitsgründen“ weiter zu spielen, läßt es angezeigt erscheinen, diese „Denkerrolle“ psychologisch nach den Gesetzen, denen das Seelenleben an sich, wie in Wechselwirkung mit den körperlichen Lebensvorgängen unterworfen ist, etwas näher zu beleuchten. Auch die Zugführung darf zum Teil unter diesen Gesichtspunkten betrachtet werden.

Die Blockbedienung im Betriebe der Schnellbahnen verlangt, wie wir gesehen haben, eine Reihe gleichförmiger Verrichtungen, die in rascher Aufeinanderfolge unaufhörlich zu wiederholen sind. Nicht nur die körperliche, sondern auch die seelische Veranlagung des Menschen ist der Ausübung eines derartigen vorgeschriebenen Kreises automatischer Handlungen feindlich. In geringerem Maße sind es die durch die Sinneswerkzeuge vermittelten Seelenvorgänge, d. h. die unmittelbaren Vorgänge des Empfindens und Wahrnehmens und die nach Aufhören der Sinnesreize fortdauernden Vorstellungen und Erinnerungen, die im Menschen Gegenwirkungen hervorrufen. In viel höherem Maße entstammen sie dem Bereich der Seelenvorgänge höherer Ordnung, dem Denken und den mit den Vorgängen verknüpften Seelenzuständen der Lust und Unlust, den Gefühlen, bei denen es nicht mehr auf das „Was“, sondern auf das „Wie“ des Vorgestellten ankommt. Den automatischen Verrichtun-

gen feindlich ist ferner auch die Fähigkeit der Seele zu wollen, der Wille. Den bezeichneten Zuständen, die nicht durch den objektiven Inhalt des Vorgestellten, sondern durch die subjektive Verfassung des Vorstellenden bestimmt werden, unterliegt der Durchschnittsmensch noch mehr als den Vorstellungskreisen selbst. Während die mit der Zeit rein mechanisch auszuführenden Verrichtungen bei der Blockbedienung die Mitwirkung der höheren menschlichen Intelligenz nicht mehr erfordern, können, je nach der Eigenart des Einzelwesens, Gefühl und Wille bei einer Reihenfolge einförmiger Handlungen in verschiedenen Grade Störungen des Indifferentismus hervorrufen, der bei diesen Handlungen gefordert wird.

Im Widerspruch mit dieser aus der Natur der Sache sich ergebenden Forderung des Indifferentismus wird in den Dienstvorschriften vom Blockwärter Aufmerksamkeit verlangt, zu deren „unwillkürlicher“ Erregung aber wieder das Gefühl des Interesses vorhanden sein muß. Nun ist es in der körperlichen und seelischen Veranlagung des Menschen begründet, daß die „unwillkürliche Aufmerksamkeit“ bei Verrichtungen ausscheidet, die ein Interesse an dem Gegenstande nicht aufkommen lassen; es ist also die „willkürliche Aufmerksamkeit“, die für die Bedienungstätigkeit des Blockwärters die Triebkraft liefert; es ist diejenige Art der Aufmerksamkeit, die durch den Willen erzwungen werden muß. Diese „willkürliche Aufmerksamkeit“ des Menschen ruft eine Reihe unfreiwilliger Begleiterscheinungen auf den Plan, die der Abneigung des Geistes entspringen, andauernd bei einem und demselben Gegenstande aufmerksam auszuhalten. Wo sonst aus der bloßen Gewöhnung die Neigung zu einer Tätigkeit entstehen kann, indem die wiederholte Ausübung einer und derselben Beschäftigung zur Fertigkeit und damit zu einer Hilfe für die sich wiederholenden Verrichtungen wird, ruft Überfülle automatischer Handlungen, wie sie im Zugsicherungswesen vorliegt, Unlustgefühle der Ermüdung und Abstumpfung hervor, da sich das Interesse an der Eintönigkeit des Gegenstandes erschöpft. Wo der Wille unter solchen Umständen die Aufmerksamkeit an den Gegenstand heranzwingt, ist das Leitmotiv in Nebenrücksichten zu suchen, nicht in letzter Linie in der Furcht vor Strafe bei Verstößen gegen die Dienstvorschriften. Diese Besorgnis beeinträchtigt das Bestreben, den Geist zu konzentrieren, und wirkt um so hemmender, je mehr sich der Bedienstete von Vorschriften eingekreist fühlt, die, wegen ihrer Fülle leicht verletzbar, ihn mit der Last der Verantwortung bedrücken. Dazu kommt das Bewußtsein, daß in Rechtsfällen der Buchstabe der Vorschrift

ein entscheidenderes Wort spricht als das Urteil des Psychologen.

Das Maß der Zuverlässigkeit bei den schnell aufeinander folgenden Dienstverrichtungen wird ferner auch von dem Aufnahmevermögen des Bewußtseins beeinflusst. Ebenso wie das Auge — beispielsweise beim Lesen — immer nur ein sehr beschränktes Raumgebiet zu gleicher Zeit klar und deutlich zu erfassen vermag, ist auch die Aufnahmefähigkeit des Bewußtseins begrenzt, indem darin nur eine gewisse Zahl von Vorstellungen gleichzeitig Platz findet, und von diesen sich wiederum nur ein Teil klar und deutlich abhebt. Macht sich die „Enge des Bewußtseins“ bereits stark geltend bei der sinnlichen Wahrnehmung, so fällt sie noch mehr ins Gewicht auf dem Gebiet der Vorstellungen. Dazu kommt, daß der Inhalt des Bewußtseins ständig wechselt, daß innerhalb der seiner Aufnahmefähigkeit gezogenen Grenzen ständig alte Vorstellungen weichen müssen, um neuen Platz zu machen. Daraus ist die wichtige Folgerung zu ziehen, daß das menschliche Vermögen nicht ausreicht, um in schneller Folge eine über die Maßen gesteigerte Zahl von Obliegenheiten ordnungsmäßig durchzuführen, auch wenn diese sich in periodischer Folge dauernd wiederholen. Auch in der Vernehmung der Vorschriften für den Sicherheitsdienst wird aus diesem Grunde Maß zu halten sein, wenn vermieden werden soll, daß psychologisch zu beurteilende Fälle lediglich nach den Strafgesetzen gerichtet werden.

Eine weitere Störungsquelle liegt in der menschlichen Veranlagung zu Sinnestäuschungen. Alle neuen Eindrücke, die der entwickelte Geist in sich aufnimmt, werden von schon vorhandenen Vorstellungen beeinflusst; die neuen Vorstellungen sind von älteren Vorstellungskreisen abhängig und werden mit ihrer Hilfe gedeutet oder gestaltet. Werden aber solche Sinneseindrücke falsch gedeutet, so können sie als „Illusionen“ Gefahren für die Betriebsicherheit heraufbeschwören. Die Illusion kann sich bis zur Halluzination steigern, wenn der Mensch Dinge wahrzunehmen glaubt, die überhaupt nicht vorhanden sind.

Eine erhebliche Rolle für die Störungstatistik spielen weiterhin die bis zu ungewöhnlicher Heftigkeit gesteigerten Gefühle, die Affekte, welche den normalen Gedankenverlauf beeinträchtigen. Sie können infolge heftiger Erregung des Nervensystems Willen und Tatkraft steigern, aber auch lähmen. Hierbei fällt die persönliche Veranlagung besonders ins Gewicht.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Blockposten auf den Stationen außer dem Sicherheitsdienst vielfach, so auch auf der Berliner

Hoch- und Untergrundbahn, noch Abfertigungsdienste zu verrichten haben, während sich den Zwischenposten Nebenarbeiten nicht darbieten. Eine derartige, aus dem Rahmen des Zugsicherungsdienstes vollständig herausfallende Nebenbeschäftigung erzeugt Zerstretheit, und führt damit erfahrungsgemäß leicht zur weiteren Ablenkung von den Verrichtungen des Sicherheitsdienstes selbst. Ja, es besteht die Gefahr, daß die Blockwärter ihrer vornehmsten Aufgabe, der Blockbedienung, besonders bei dichter Zugfolge die geringere Bedeutung beimessen und die Zugabfertigung als ihre Hauptaufgabe ansehen. Deshalb ist die früher erwähnte Auffassung, daß durch Verminderung der Tätigkeiten im Sicherheitsdienst Zeit für Nebenbeschäftigungen geschaffen werden solle, als bedenklich zurückzuweisen.

Die Betrachtungen erstreckten sich bisher auf die aus den menschlichen Eigenschaften sich ergebenden Störungsmöglichkeiten. Es ist aber weiter zu fragen, wie sich die menschliche Natur verhält, wenn sie sich tatsächlichen Störungen unverhofft gegenübergestellt sieht. Je einförmiger die automatische Arbeitsweise, je weitgehender die Schulung zu dieser Tätigkeit, um so größer die Wahrscheinlichkeit, daß die menschliche Natur im Indifferentismus auch in Störungsfällen verharret, in denen Besonnenheit und selbständiges Handeln dringend vonnöten wären. Der menschliche Automat wird bei weitem nicht immer fähig sein, den Vorteil des selbständiger Denkens gegenüber dem mechanischen Apparat gebührend auszunutzen. In solchen Fällen können besonders die Affekte eine bedenkliche Rolle spielen. So könnte zwar ein Blockwärter bei plötzlichem Auftreten einer Unfallursache zu so gesteigerter Tätigkeit angetrieben werden, daß er Ungewöhnliches leistet; doch wird er vielfach derart gelähmt werden, daß er nicht mehr fähig ist, die ihm obliegenden einfachsten Handlungen auszuführen.

Die obigen Darlegungen dürften den bisherigen Anhänger des handbedienten Blocksystems darüber belehren, daß bei dieser Zugsicherungsart nicht nur der Verstand schlechthin, sondern noch eine Reihe anderer seelischer Fähigkeiten eine Rolle spielen.

Von den verschiedenen Störungsmöglichkeiten nun, die sich aus der körperlichen und seelischen Veranlagung des Menschen bei Ausübung der automatischen Tätigkeit ergeben, wird, je nach den Umständen, ein verschiedener Anteil in die Wirklichkeit übertragen. Dabei ist es, wenn auch nicht mathematisch scharf erweisbar, doch durch die Erfahrung genugsam bestätigt, daß die — durch den Quotienten aus Wirklichkeit und Möglichkeit dargestell-

ten — wahrscheinlichen Verzögerungs- und Störungszahlen, also der Einfluß der automatischen Betätigung des Menschen auf die Pünktlichkeit des Betriebes und auf die Zahl und Art der Unfälle, etwa proportional sind der Anzahl der fortlaufend zu leistenden Vorrichtungen, daß sie aber mit der gesteigerten Schnelligkeitsfolge der selbsttätigen Vorrichtungen in stärkerem Maße anwachsen. Bei den verringerten Zugintervallen zieht jeder Irrtum, jede Überhastung, jede Säumigkeit unverhältnismäßig stärkere, weil unmittelbarer auf die nachfolgenden Züge sich fortpflanzende Verzögerungs- bzw. Störungswirkungen nach sich.

Die bisherigen Ausführungen wenden sich nicht nur an die fachmännischen Kreise. Ebenso wichtig ist die Kenntnis der Verhältnisse für die Laien, die bei dem öffentlichen Charakter der Verkehrseinrichtungen jede Fehlbarkeit der menschlichen Dienstleistungen in der Tagespresse, in Vereinen und öffentlichen Versammlungen zu bekritteln pflegen oder die dem Angeschuldigten von Amtswegen den Buchstaben des Gesetzes vorhalten. Für diese Laienkreise haben etwas tiefer eindringende fachmännische Urteile einigen Wert, aus denen nachstehend eine Auslese geboten wird.

Mit der psychologischen Seite des Eisenbahnsicherungs Wesens hat sich u. a. der Schöpfer der selbsttätigen Signaleinrichtungen der Berliner Hochbahn, Oberingenieur Brown, in einer Vortragsreihe in London eingehender beschäftigt. Er zerlegt die beim Blocksystem vorzunehmenden Grundleistungen in ausführende Handlungen (energy), in einleitende (initiative) und vorbeugende (precautionary) Kontrollen¹⁾. „Beim selbsttätigen Signalsystem übernimmt der Apparat alle drei Grundleistungen. Bei vielen mechanischen und Kraftstellwerken, auch beim telegraphischen Blocksystem, dient die menschliche Mitwirkung dazu, um ein veränderliches Maß vorbeugender Kontrolle auszuüben. Zahlreiche Unfälle, hervorgerufen durch Fehlbarkeit der menschlichen Mitwirkung, haben aber dazu geführt, diese Art von Mitwirkung bei der vorbeugenden Kontrolle fast vollständig auszuschalten und sie auf die Ausübung einleitender Kontrolle zu beschränken. Die letztere aber ist nur

da erforderlich, wo es sich um eine Auslese handelt, wie sie bei Linienverzweigungen oder Anschlüssen zu treffen ist, bei denen eine unregelmäßige und verschiedenartige Aufeinanderfolge der Bedienungshandlungen in Frage kommen kann.“

„Wo die Bedienungen in unveränderlicher Aufeinanderfolge zu wiederholen sind, ist die Verwendung des Menschen unnötig und nachteilig, weil eine selbsttätige Maschine andauernde Wiederholungen bestimmter Leistungen zuverlässiger vornimmt als ein menschliches Wesen, wenn die Verhältnisse höhere Intelligenz nicht erfordern. Wird die Mitwirkung des menschlichen Elementes bei einem Signalsystem für vorteilhaft erklärt, bei dem die unveränderliche Aufeinanderfolge der Handhabungen eine einleitende Kontrolle in Wirklichkeit entbehrlich macht, so kann das nur so gemeint sein, daß die menschliche Wirkung zur vorbeugenden Kontrolle mit herangezogen werden soll; damit wird aber, wie die Geschichte des Gegenstandes wiederholt gezeigt hat, eine dauernde Gefahrenquelle geschaffen.“

„Bei alledem aber scheint uns die Vorsetzung — wie der Fachmann weiter schreibt — noch glimpflich behandelt zu haben, denn nicht nur in bezug auf die zugkilometrischen Leistungen, sondern auch im Verhältnis zur Zahl der Irrungs- oder Nachlässigkeitsfälle sind Ereignisse, die einen Zusammenstoß zur Folge haben könnten, selten.“

Für deutsche Verhältnisse stellt Wehland in der „ETZ“ 1913, S.1070, auf Grund der im Eisenbahnbetriebe gemachten Erfahrungen „und unter Berücksichtigung auch der dem zuverlässigsten Menschen anhaftenden Schwächen“, die praktische Möglichkeit in Abrede, daß die Blockwärter dahin zu bringen seien, die Bedienung ihres Apparates ausnahmslos ohne jeden Zeitverlust vorzunehmen. „Mit einigen säumigen Elementen muß immer gerechnet werden. Verzögerungen im Zugbetrieb sind die natürliche Folge. Nun könnte man eine besonders strenge Musterung unter den Wätern vornehmen und dadurch schließlich ein ganz ausgesuchtes Blockpersonal zusammenstellen, das aus eigenem Antriebe mit vollem Eifer bemüht ist, die Signalfreigabe so schnell wie irgend möglich zu bewirken, um jede Verzögerung aufs peinlichste zu vermeiden. Damit tritt aber bei dichter Zugfolge ein neuer Faktor in die Erscheinung, und zwar die in der menschlichen Natur begründete Neigung zu unzeitiger, überhasteter Blockbedienung.“

„Dabei sind es nicht etwa immer unzuverlässige Beamte, denen Bedienungsfehler unter-

¹⁾ Die „ausführende energetische Handlung“ ist erforderlich für das Stellen des Signals oder die Ausföhrung der Anzeige; die „einleitende Kontrolle“ umfaßt die Vorgänge zur rechtzeitigen Stellung des richtigen Signals, und die „vorbeugende Kontrolle“ die Leistungen, die das Stellen eines falschen oder das unrechtzeitige Stellen des richtigen Signals verhindern, wie z. B. die mechanischen Verschlüsse und sonstigen Einrichtungen des mechanischen handbedienten Stellwerks.

laufen; man könnte vielleicht sogar das Gegenteil behaupten. Gerade diejenigen Beamten, die ihren Stolz darein setzen, die Züge möglichst glatt durchzubringen, neigen bei dicht gedrängter Zugfolge dazu, ihren Apparat bereits zu bedienen, bevor der Zug die betreffenden Sperren des Apparats freigegeben hat, oder bevor die sonstigen Vorbedingungen im Apparat selbst erfüllt sind. Erfolgt solche vorzeitige Bedienung, die infolge der im Apparat vorhandenen zwangsläufigen Abhängigkeiten selbstverständlich nicht bis zu Ende geführt werden kann, eilig und demgemäß auch mit hastigerem Zugriff, so kann eine Störung im Apparat eintreten. Dank der überaus sinnreichen, in ihrer ganzen Ausführung und Anordnung mustergültigen Einrichtungen der Sicherungsanlagen auf den deutschen Staatsbahnen, an deren weiterer Vervollkommnung dauernd ein besonderer Ausschuß hervorragender Eisenbahnfachleute arbeitet, kann durch einen derartigen Bedienungsfehler auch bei der dichtesten Zugfolge des Schnellverkehrs zwar niemals ein betriebsgefährlicher Zustand eintreten, doch ist eine Zugverzögerung mit Sicherheit die Folge. Schon aus diesem Grunde muß es bei einer Zugfolge, wie sie hier zur Erörterung steht, unerlässlich erscheinen, menschliche Handgriffe für die Bedienung der Sicherungsanlagen nach Möglichkeit auszuschalten.“

Ritter von Stockert nimmt in seinem grundlegenden Werke über „Eisenbahnunfälle“¹⁾ denselben Standpunkt ein. Selbst Anwälte des „alten Systems“ haben nach v. Stockert zugeben müssen, „daß die vollständige Elektrisierung des Eisenbahnbetriebes mit ihrer größeren Beschleunigung der Züge und schnelleren Zugfolge in Zukunft zweifellos zur selbsttätigen Signalgebung führen muß“. Der Verfasser schließt sich hier den Ausführungen Anton Brauns (Jahrgang 1907 der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen) an. „Es scheint zweckmäßiger“, so folgert v. Stockert weiter, „wenn, ohne die Elektrisierung des ganzen Eisenbahnbetriebes abzuwarten, daran gedacht und dazu geschritten werde, die Grenze der Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane eines Menschen zu ergründen, und an dieser so gut wie möglich festgelegten Grenze den Menschen durch einwandfrei arbeitende und unbedingt zuverlässige Maschinen zu ersetzen, bei denen beispielsweise ein Überfahren eines auf „Halt“ stehenden Signals niemals von Über-

legungen und Erwägungen abhängig ist. Die allgemeine Einführung gewisser, rein maschineller, selbsttätiger Verkehrseinrichtungen auf Hauptbahnen kann hinausgeschoben, aber nicht aufgehoben werden“. Alles in allem: „Bei der Beförderung der Züge bleiben für die zugabfertigen, zugführenden, zugbegleitenden und zugüberwachenden Bahnorgane noch so zahlreiche Aufgaben übrig, damit die Fahrsicherheit möglichst gewahrt bleibt, daß es nicht nur zweckmäßig, sondern notwendig zu sein scheint, wenn man verlässlich arbeitenden selbsttätigen Apparaten diejenigen Aufgaben überträgt, die sie zu leisten vermögen, und dadurch überlastete Beamte tunlichst entlastet.“

Ähnlich Kohlfürst und andere hervorragende Fachleute.

Weiter lassen sich eine Reihe von Belegstellen anführen, in denen auch indirekt auf die Fehlbarkeit der menschlichen Bedienung hingewiesen ist. Die folgenden Auslassungen der Railway Age Gazette aus der letzten Zeit, die sich auf vorbeugende Maßnahmen beziehen, weisen auf Grund der Erkenntnis der menschlichen Fehlbarkeit nachdrücklichst darauf hin, daß es zur Hebung der Zuverlässigkeit der Bedienungstätigkeiten der stärksten Einwirkung auf die Natur des Menschen bedürfe.

„Bloße Worte, Vorträge, persönliche Ermahnungen, Rundverfügungen u. dergl. bilden, so wichtig auch das belehrende Wort ist, doch nur einen Teil der Mittel, die einen höheren Grad von Sicherheit im Eisenbahnwesen herbeiführen.“ Der auch überall in den Dienstvorschriften vorangestellte Grundgedanke, daß die Sicherheit das wichtigste Moment (the first consideration) ist, soll den Bediensteten in drastischer Form dauernd neu eingeschärft werden. Die gegenseitige Überwachung — sagen wir offen das Angebertum — soll sogar in den Dienst der Sache gezogen werden, indem gelehrt wird, daß „keine persönlichen Rücksichten einen Bediensteten hindern dürften, gewohnheitsmäßige Sorglosigkeit der Mitbediensteten zur Anzeige zu bringen“. Hierzulande sind es die — im Gegensatz zu England und Nordamerika — unübersehbare Fülle von Dienstvorschriften, und das Bestreben, auch ja alle nur irgendwie möglichen Fälle bis ins kleinste durch die Verantwortlichkeit des Bediensteten buchstabenmäßig zu decken, die ein Gefühl der tiefsten Besorgnis vor den menschlichen Irrungen verraten.

Die Praxis selbst führt eine beredete Sprache, wie im folgenden Abschnitt an einigen Beispielen gezeigt werden soll. Am eindringlichsten aber reden die Zahlen der Statistik,

¹⁾ Ein Beitrag zur Eisenbahnbetriebslehre von Ingenieur Ludwig Ritter v. Stockert, Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.

wenn sie uns beispielsweise offenbaren, daß erheblich mehr als 20% aller Störungen im handbedienten Signalbetriebe der Berliner Hoch- und Untergrundbahn auf die Fehlbarkeit der menschlichen Bedienung zurückzuführen sind. Diese hohe Anteilziffer fällt um so schwerer ins Gewicht, als es sich hier um einen Betrieb handelt, in dem sowohl auf die Erziehung der Sicherheitsbediensteten als auf die Instandhaltung der Sicherungsanlagen anerkanntermaßen ein besonderes Maß von Fürsorge verwendet worden ist.

Auch ist bei der Würdigung der angeführten statistischen Verhältniszahl zu beachten, daß die Zugfolge auf der Hoch- und Untergrundbahn während der in Betracht kommenden Betriebszeit nicht einmal sehr dicht, im allgemeinen nicht enger als 3 Minuten war und nur zeitweise $2\frac{1}{2}$ Minuten betrug, und wir wissen ja, daß die wahrscheinliche Fehlerzahl mit dichter Zugfolge unverhältnismäßig stark anwächst. Der Grenzwert der Fehlerzahl wird bestimmt durch die höchste Zahl der Züge, die noch auf einem Gleise befördert werden kann, die aber beim handbedienten Signalsystem bedeutend eingeschränkt ist. Man hat behauptet und durch Probefahrten mit sehr kurzen Zügen auf der Hamburger Hochbahn den Nachweis zu führen versucht, daß auch mit einem zum Dreifelderblock weitergebildeten handbedienten System die Möglichkeit gegeben sei, eine Zugfolge von $1\frac{1}{2}$ Minuten zu erzielen, d. h. eine stündliche Anzahl von 40 Zügen über ein Gleis zu führen. Für die Verhältnisse eines Dauerbetriebes können aber derartige vereinzelte, wohl vorbereitete Versuche, noch dazu mit ihren geringen Zuglängen, nichts besagen, geschweige denn, daß das handbediente Signalsystem eine derartig dichte Zugfolge gar mit Zügen von 120 bis 150 m Länge zuließe, bei denen die aus den Betriebsverhältnissen sich ergebenden Intervallschwankungen immerwährenden Ausgleich erfordern. Hierbei ist der Umstand noch gar nicht berücksichtigt, daß die verminderte Zahl von Bedienungstätigkeiten beim Dreifelderblock erkaufte ist durch verwickeltere Bauweise der Apparate, deren Anfälligkeit dadurch in hohem Maße gesteigert erscheint. So ist denn auch in den bereits genannten Darlegungen in der „ETZ“ 1913, S. 1070, aus den Verhältnissen des praktischen Betriebes heraus und an der Hand des auf S. 39 in Sp. 1 mitgeteilten Beispiels einer mit zehn Stationen und zehn Zwischenblockstellen ausgerüsteten zweigleisigen Bahnstrecke die behauptete höhere Leistungsfähigkeit glatt bestritten. Im Falle des Beispiels beläuft sich die Zahl der gleich-

zeitig diensttuenden Blockposten einschließlich der beiden Wärter, die die Stellwerke an den Enden der durchgehenden Strecke bedienen, auf $2 \times 10 + 10 + 2 = 32$. Bei Anwendung des rein selbsttätigen Systems sinkt die Zahl der Bediensteten in dem angenommenen Falle auf zwei, da nur noch die beiden Stellwerkwärter übrig bleiben.

„Der springende Punkt ist aber — nach der „ETZ“ — der, daß bei dem oben angeführten Beispiel die Wahrscheinlichkeit einer Zugverzögerung beim halbselbsttätigen System, infolge der Mitarbeit der vorhandenen 30 Blockwärter, mindestens 15-mal größer ist als beim rein selbsttätigen, bei dem nicht mit den Handgriffen und Beobachtungen gerechnet zu werden braucht. Hiermit dürfte wohl die Unerläßlichkeit der Anwendung des selbsttätigen Signalsystems bei einer Zugfolge von mindestens $1\frac{1}{2}$ Minuten zur Genüge klargelegt sein.“

Für Tunnelstrecken ist die Unmöglichkeit der dichten Zugfolge auch noch aus einem anderen Grunde ohne weiteres klarzulegen. Auf Untergrundbahnen muß es als praktisch undurchführbar bezeichnet werden, die Streckenlänge zwischen zwei Haltestellen durch Einrichtung von Zwischenblocks zu unterteilen. Für eine einzuschiebende Blockstelle wäre in den Tunnelwänden je eine Nische für jede Fahrrichtung herzurichten, die räumlich sehr beschränkt ausfallen würde. Eine Nische für beide Fahrrichtungen genügt nicht, weil bei Zugbegegnungen ein Zugschluß nicht beobachtet werden könnte.

Man versetze sich nun in die Lage des Blockwärters, der in seiner abgeschiedenen Zelle sitzt, ohne etwas anderes zu sehen als seinen Apparat und die vorbeifahrenden Züge, und ohne etwas anderes tun zu müssen, als nach der Vorbeifahrt des Zuges eine Blocktaste niederzudrücken und die nötigen Beobachtungen auszuführen. Der Beamte weiß sich unüberwacht, denn eine zuverlässige und durchgreifende Kontrolle seiner dienstlichen Verrichtungen durch das Aufsichtspersonal ist ausgeschlossen. Die Eintönigkeit des Dienstes wird schließlich auch den willensstarken Beamten zeitweilig erschaffen lassen, oder er wird verleitet, sich nach einem Zeitvertreib umzusehen, den er sich etwa durch Lesen verschaffen könnte. Es fehlt somit auch die geringste Gewähr dafür, daß der Zugschluß beobachtet wird; es muß vielmehr angenommen werden, daß der Posten sich in den meisten Fällen um den Zugschluß überhaupt nicht kümmert.

Würde man es unter solchen Umständen nicht psychologisch entschuldbar finden, wenn

beim Wärterpersonal Säumnigkeit einreißt und zur Gewohnheit wird?

Die Betrachtungen gelten aber — mutatis mutandis — auch für die Hochbahnen und die offenen Bahnen des Schnellverkehrs.

Doch auch aus wirtschaftlichen Gründen wäre es unvertretbar, lediglich zum Herunterdrücken der einen Blocktaste und zur Ausübung der vorgeschriebenen Beobachtungen, die Blocks mit Wärtern zu besetzen. Die Frage, wie hoch sich die wirtschaftliche Ersparnis an Bedienungsposten mit ihren turnusmäßigen Ablösungen in Vergleich mit den einmaligen Kosten einer selbsttätigen Signalanlage und ihrer Unterhaltung ziffernmäßig stellen würde, hängt naturgemäß vom Betriebscharakter der Bahn ab und kann nur von Fall zu Fall entschieden werden. Auf Personenzugstrecken aber, auf denen die Dichtigkeit der Zugfolge das entscheidende Betriebsmerkmal ist, tritt die reine Kostenfrage ganz und gar zurück hinter die Frage, wie die Entwicklung der Bahn zu größter Leistungsfähigkeit und die Erzielung größter Betriebssicherheit durch weitestgehende Einschränkung der Störungsquellen zu erreichen sei, von denen die menschliche Bedienung, wie wir sahen, selbst in einem Betriebe, wie dem der Berliner Hochbahn, mindestens mit einem Fünftel aller Störungsfälle zu belasten ist.

Die Tatsache, daß die Gegner der selbsttätigen Sicherungsweise bei den neueren Ausbildungsformen des handbedienten Systems gerade die „zunehmende Selbsttätigkeit“ als beste Empfehlung herausheben, kann den Leser nicht mehr darüber im Unklaren lassen, daß auch sie letzten Endes das Heil in der vollen Selbsttätigkeit der Einrichtungen sehen. Der Gegensatz zwischen ihren theoretischen Ansichten und ihren praktischen Bestrebungen macht aber eigentlich die Gründe für die Zähigkeit, mit der sie trotzdem an der Mitwirkung des Bedienungspostens festzuhalten wünschten, unverständlich. Diese Gründe können wohl nur in dem Umstande erblickt werden, daß der Weg der Fortentwicklung unserer handbedienten Blockeinrichtungen, selbst bei noch so weitgehender Komplikation der Einrichtungen, niemals zur vollkommenen Selbsttätigkeit führen kann, die in den Berichten schon als „nahezu erreicht“ dargestellt wird. Der Beibehaltung des „denkenden Menschen“ auch im Schnellverkehr scheint nur das Wort geredet zu werden, weil er sich eben beim bisherigen System nicht beseitigen läßt.

Die nicht zu bestreitenden, betrieblichen Vorteile bei der Anwendung des automatischen Blocksystems sind:

- a) Weitestgehende Ungebundenheit in der Unterteilung der Strecken zur Ermöglichung einer dichten Zugfolge und
- b) schnelle, regelmäßige, dabei nicht überhastete Freigabe der Signale, ohne von der Zuverlässigkeit und Geschicklichkeit eines Wärters abhängig zu sein.

Beim selbsttätigen Signalapparat, der zwar mit dem Intellekt seiner denkenden Erfinder begabt, aber dem Gefühls- und Willensleben des Menschen gegenüber gleichgültig gemacht ist, gehen die Handlungen lediglich in zweckentsprechender, weil zwangläufiger Aufeinanderfolge ohne Zeitverlust vor sich. Die Sicherheit und Unfehlbarkeit seiner Arbeitsweise steht zu der des menschlichen Automaten etwa in dem Verhältnis, wie die der Phonola zum Spiel des Pianisten, der sich bei aller Virtuosität vergeifen kann und erfahrungsgemäß nicht selten vergeift; oder richtiger, wie die des Schnelltelegraphen zur Herstellung des telegraphischen Lochbandes, das, auf der Schreibmaschine hergestellt, allein Fehler in die telegraphische Mitteilung bringt, denen der rein automatisch arbeitende Telegraphenapparat selbst keine neuen hinzufügt; auch der geübteste Maschinenschreiber arbeitet nicht fehlerfrei. In derartigen Fällen liegt die Fehlbarkeit einzig in der menschlichen Handlung!

Erläuterungsbeispiele.

Zur Erläuterung der allgemeinen Ausführungen des vorigen Abschnitts genügt es, aus der überreichen Fülle des zur Verfügung stehenden Materials im folgenden einige wenige Beispiele herauszugreifen, deren Zahl sich namentlich aus dem englischen Eisenbahnbetriebe beliebig vermehren ließe, da die auf englischen Bahnen vorkommenden Unfälle vom Handelsamt eingehend untersucht und veröffentlicht werden. Die folgenden Beispiele beleuchten die Frage, welches Maß von Zuverlässigkeit von einem Blockposten erwartet werden kann, wenn besondere Fälle eintreten; gleichzeitig geben sie Aufschluß über seine Fehlbarkeit auch schon im normalen Betriebe.

Am 30. Oktober 1912 ereignete sich auf dem Bahnhof Jannowitzbrücke der Berliner Stadtbahn der Fall, daß ein in die Station einfahrender Zug auf einen in der Station stehenden Zug auffuhr. Der Stationsblockposten hatte dem Vorzug die Ausfahrt freigegeben; doch war das Ausfahrtsignal infolge fehlerhaften Arbeitens des davor befindlichen Schienen-Stromschließers wieder auf Halt zurückgefallen, ehe der Zug sich zur Ausfahrt in Bewegung setzte. Gleichzeitig war im Blockapparat die Tastensperre

ausgelöst worden. Durch einen Rückmelder war dem Posten der Haltfall des Signals sichtbar vor Augen geführt. Obwohl nun der Posten vom Fenster seines Dienstraumes aus weiter auch noch den Zug am Bahnsteig wahrnahm und daraus hätte folgern können, daß es sich um eine aus Störungsgründen erfolgte unzeitige Auslösung der elektrischen Einrichtungen handelte, stellte er das Einfahrsignal auf „Fahrt frei“. Das Ergebnis war das Auffahren des Folgezuges. Der Blockposten wurde vom Gericht zu drei Monaten Gefängnis verurteilt, weil er im vorliegenden Falle die Dienstvorschrift nicht beachtet hatte, daß er sich vor der Freigabe des Einfahrsignals stets durch den Augenschein vergewissern mußte, daß der zuletzt abgefertigte Zug am Ausfahrtsignal tatsächlich vorbeigefahren war und dieses die Haltstellung eingenommen hatte. Das Gericht legte es mit anderen Worten als eine Fahrlässigkeit aus, daß der Wärter von den beispielsweise in der ersten Spalte der am Schluß dieser Abhandlung befindlichen Bedienungstafel verzeichneten, für die Durchführung eines Zuges durch die Station vorzunehmenden 14 Diensthandlungen, eine einzige, nämlich: „Ped beobachtet den Zugschluß“ versäumt hatte. Wie behördlicherseits hervorgehoben, durfte er sich — was man besonders beachten wolle — nicht auf seinen Apparat verlassen! Und die Strafe würde voraussichtlich noch höher ausgefallen sein, wenn die Verteidigung nicht auf die Überlastung des Postens in dem dichten Betriebe der Stadtbahn hingewiesen hätte, freilich weniger im Sinne körperlicher Überanstrengung, als im Sinne einer durch die Eintönigkeit der Verrichtungen herbeigeführten Erschlaffung.

Das Beispiel fordert geradezu die auch von v. Stockert verlangte Mitwirkung des Psychologen bei der Aburteilung von Fehlhandlungen im Eisenbahnbetriebe. Auch der Psychiater würde in besonderen Fällen zu hören sein.

Wie weit die menschliche Fehlbarkeit gehen kann, beweist eindringlich ein Zugzusammenstoß, der am 30. September 1913 auf dem westwärts gerichteten Gleise der Zentrallondonbahn in der Station Shepherds Bush (vgl. Abb. 23) stattfand, die seitdem in das selbsttätige Signalsystem dieser Bahn einbezogen wurde. Hier hatte ein bereits 13 Jahre hindurch zur vollsten Zufriedenheit seine Blockwärterdienste verrichtender Posten außer dem Einfahrsignal *B* noch ein Nachrücksignal *C* zusammen mit dem Ausfahrtsignal *A* der rückwärts gelegenen Station Wood Lane zu bedienen. Er hatte die Signale nacheinander wieder auf „Fahrt frei“ zu stellen, nachdem der abzu-

fertigende Zug durch Befahren von Druckschienen die Verschlüsse der Signale für die Bedienung freigemacht hatte. Der erste Fehler des Postens bestand nun darin, daß er die beiden Signale *B* und *C* auf Halt stellte, obwohl der zu deckende Zug erst am Einfahrsignal *B* vorbeigefahren war. Bei dem Versuch, alsdann das Signal *A* für den nächsten Zug freizugeben, entdeckte er den Fehlgriff. Ohne die Bewegung des Zuges zu beobachten, griff er zur Hilfsfreigabevorrichtung des Signals *C*, die er durch Eindrücken einer vor dem Blockfeld befindlichen papiernen Verschußscheibe erreichte; er vergriff sich indessen und gab Signal *B* statt *C* frei. Ohne diesen Irrtum zu entdecken, stellte er sodann statt des beabsichtigten Signals *C* das Signal *B* auf Fahrt. Auf diese Weise fuhr der nachfolgende Zug, der die Station Wood Lane auf Grund des mittlerweile auf Fahrt gestellten Ausfahrtsignals *A* in nur zwei bis drei Minuten Abstand hinter dem Vorzuge verlassen hatte, auf diesen auf.

Der mit der Untersuchung dieser „Kette der Irrungen“ befaßte Handelsamtsbeamte, Major Pringle, bezeichnet den Fall als eine eigenartige Folge von Gedankenlosigkeitsfehlern in der Bedienung elektrischer Blockeinrichtungen, die doch „kontrollierende Schutzvorrichtungen darstellen, dabei aber selbst des Schutzes gegen die menschlichen Bedienungsfehler bedürfen“. Er zieht aus dem Vorkommnis die Folgerung, „daß der Streckenblockbetrieb an sich den für die vorliegende schnelle Zugfolge erforderlichen Sicherheitsgrad nicht bietet“, ein Urteil, dem sich u. a. auch die *Railway Age Gazette* anschließt, die über den Vorfall unter nordamerikanischen Gesichtspunkten berichtet. Ähnliche Vorfälle, wie bei der Zentrallondonbahn, haben sich in Frankreich zu Mélan, in den Vereinigten Staaten zu College Point, North Haven zugetragen.

In das Gebiet derartiger menschlicher Irrungen gehören auch gewisse Fälle der Unzuverlässigkeit auf dem Gebiet der Zugführung, insbesondere das Überfahren der Haltsignale, das sich wie eine Krankheit ewig weiter vererbt. Welches Maß von Fehlbarkeit hier auftreten kann, zeigt sich an einem Vorfall im November 1913, bei dem auf der englischen Nordbahn zu Finsbury Park von einem Lokomotivführer mehrere Signale mit rotem Licht nacheinander überfahren wurden, weil sich der Führer nach einer Reihenfolge grüner Signallampen richtete, die für ein anderes Gleis bestimmt waren. Auch hier war die Folge ein Zugzusammenstoß. Die Häufigkeit des Überfahrens der Haltsignale ist es ja auch, die im nordamerikanischen und Londoner Schnellverkehr schließlich zur allgemei-

neren Anwendung der Fahrsperrn Anlaß gegeben hat. Die Einführung der Fahrsperrre hat aber insbesondere in Deutschland nachhaltigste Gegnerschaft gefunden, gegen die ein bekannter englischer Fachmann, Mr. Dawson, unter deutlichem Hinweis auf eine deutsche Unfallveröffentlichung, ziemlich sarkastisch zu Felde zieht. „Das jetzige Signalsystem ist zu hoher Vollkommenheit gebracht, aber der schwache Punkt liegt beim Zugfahrer, der, trotz der weitgehenden Ausbildung des Systems, in Augenblicken mangelnder Geistesgegenwart durch fehlerhafte Handlungen Betriebsunfälle verschulden kann, wenn solche Fälle auch selten vorkommen mögen. Gerade derartige Fehlhandlungen haben in den letzten Jahren große Opfer an Menschenleben gekostet, und es kann nur als ein dürftiger (poor) Trost bezeichnet werden, daß einem einzelnen Unfälle, bei dem aus menschlicher Fehlbarkeit einige Dutzend Menschenleben hingerafft wurden, viele Tausende von Beispielen gegenüberstehen, in denen Unfälle durch gehörige Beachtung des Gefahrensignals vermieden worden sind. Meines Dafürhaltens wäre es richtiger, daraus die Folgerung zu ziehen, das die selbsttätigen Vorbeugungsmittel bis an die Grenze der praktischen Möglichkeit weiter ausgebaut werden sollten.“

Mit dem zweiten der angeführten Beispiele ist bereits die Frage der Störungshäufungen angeschnitten. In den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist es begründet, daß häufig genug eine Folge menschlicher Irrtümer gleich einer ansteckenden Krankheit wieder neue Irrtümer und Störungen nach sich zieht, und zwar in um so größerer Zahl, je größer das Bestreben des Menschen ist, seine Handlungen zu beschleunigen und zu überhasten. Der mechanische Automat ist demgegenüber unempfindlich; er verrichtet gefühllos die ihm zwangsläufig vorgeschriebenen Verrichtungen, ohne jemals Fehlerquellen zu zeigen, wie sie in der menschlichen Natur begründet sind.

Störungen.

In nachstehendem sind nur diejenigen Betriebsstörungen der Betrachtung unterzogen, die ihren Ursprung in den Signalanlagen haben, ohne daß jedoch an dieser Stelle eine erschöpfende Behandlung des Gegenstandes bezweckt wäre.

Störungen in den Signalanlagen können entstehen durch Bedienungsfehler und durch Versagen der Einrichtungen. Sie können verschiedenartige Wirkungen hervorrufen. Fahrplanstörungen treten bei den handbedienten Signalsystemen oft und in recht empfindlicher Weise in die Erscheinung; mit Personen- und Sachschäden verbundene Vorfälle sind dagegen

ungleich seltener. Bei der Bedienung ergeben sich nicht selten Fehlerhäufungen.

Störungsursachen.

Nach dem Ergebnis der Vorstudien für die Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn konnte als feststehend angenommen werden, daß die Zahl der Störungsfälle beim selbsttätigen Signalsystem, namentlich wo es nicht rein elektrisch, sondern elektropneumatisch betrieben wird, außerordentlich gering ist. Will man die Störungen beim selbsttätigen System mit denen der handbedienten Systeme in Vergleich ziehen, so darf die mit den beiden Sicherungsarten erreichbare Zugfolge nicht außer Betracht gelassen werden. Es ist bereits darauf hingewiesen, daß beim handbedienten System selbst in der Form des Dreifelderblocks mit einer dichteren Zugfolge als höchstens 30 Zügen in der Stunde — längere Züge vorausgesetzt — im Dauerbetrieb nicht gerechnet werden kann, während sich beim selbsttätigen System eine wesentlich höhere Zahl von Zügen beliebiger Stärke über ein Gleis führen läßt. Vergleichszahlen für die dichtesten Zugfolgen lassen sich für die beiden Systeme also überhaupt nicht beibringen.

Das seitherige Blocksystem ist infolge seiner Abhängigkeit von der ordnungsmäßigen Bedienung durch Menschenhand gegenüber dem selbsttätigen Signalsystem im Nachteil, während bei letzterem durch die Beifügung der Fahrsperrn mit ihren Antrieben fast eine Verdoppelung der Einrichtungen geschaffen ist, die Störungen unterworfen sein könnten. Zahl und Art der elektrischen Signalantriebe können bei beiden Systemen in bezug auf Störungsmöglichkeit als gleichwertig angenommen werden. Wiederum sind die handbedienten Systeme infolge der stetig fortgeschrittenen Vermehrung und Verfeinerung ihrer Mechanismen, in denen sich ein außergewöhnliches Maß von Erfinderscharfsinn widerspiegelt, weitaus empfindlicher, als das selbsttätige System. So empfindliche Teile, wie Schienenstromschließer und Blocks, kommen beim selbsttätigen System nicht vor. Hier sind, abgesehen von den Antrieben mit den Fahrsperrn und Flügelsignalen, die Relais die einzigen beweglichen Teile, die im durchlaufenden Streckenbetriebe des selbsttätigen Signalsystems Anwendung finden. Schon hieraus könnte unschwer gefolgert werden, daß die Störungsfälle beim selbsttätigen Signalsystem ungleich geringer sein müssen, als beim handbedienten System. Die Bestätigung lieferten vor allem die an Ort und Stelle gewonnenen sicheren Eindrücke, die durch sta-

tistische Aufzeichnungen weiter erläutert und unterstützt wurden. Auf der Londoner Distriktbahn und den drei Röhrenbahnen der London Electric Railway Co. (Bakerstreet und Waterloo-, Piccadilly- sowie Charing Cross, Euston und Hampstead-Röhrenbahnen), auf denen über 1000 selbsttätige Signale und Fahrsperrn 400 Mill. Bewegungen jährlich ausführen, kommt nach den buchmäßigen Aufzeichnungen auf rd. 650 000 Stellbewegungen nur eine Störung, die aber nicht etwa ein gefährliches Signalbild, sondern nur eine Betriebsverzögerung herbeiführen kann. Wenn Störungen in der Signalausrüstung oder in der Speisung der Signalstromkreise eintreten, gehen die Signale sofort auf „Halt“. Die im Jahre 1912 vom preußischen Minister der öffentlichen Arbeiten zum Studium der Schnellbahnen nach London entsandte Abordnung höherer preußischer Staatseisenbahnbeamter stellte fest ¹⁾, daß sich auf der Londoner Metropolitanbahn im Juli und August 1912 nach den Aufzeichnungen der Gesellschaft bei 2,33 und 1,70 Mill. Stellbewegungen 14 und 10 Fehler ergeben haben. Für den Monat Juli war also auf rd. 166 000, für den Monat August auf rd. 170 000 Stellbewegungen ein Fehler zu verzeichnen. Hierzu ist zu bemerken, daß die Distriktbahn mit den bezeichneten Röhrenbahnen die elektropneumatische, die Metropolitanbahn die rein elektrische selbsttätige Zugsicherungsweise verwenden.

Mit diesen Zahlen, die alle Ereignisse umfassen, die Fahrplanunregelmäßigkeiten auch geringfügigster Art zur Folge haben, wurden nun die Störungsfälle auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn während der der Einführung des selbsttätigen Signalsystems vorausgehenden Betriebszeit verglichen. Man weiß, daß die „Blockstörungen“ auf Schnellbahnen beim handbedienten Signalsystem keineswegs zu den Seltenheiten gehören; so ließ denn auch die Analyse der Jahresstörungen auf der Berliner Hochbahn beim handbedienten System von vornherein schon auf eine größere Störungszahl schließen, als beim selbsttätigen System.

Dem folgenden sind nun nicht die Störungsergebnisse früherer Jahre, sondern die des Jahres 1912 zugrunde gelegt, weil gerade in diesem Jahre — in dem die Einführung des selbsttätigen Signalsystems erst beschlossen war — durch besonders sorgfältige Schulung der Bediensteten und gewissenhafteste Unterhaltung der handbedienten Anlagen auf Verminderung der Störungsfälle hingearbeitet

wurde, so daß die Störungsliste dieses Jahres als eine dem handbedienten System günstige anzusehen ist. Die Nebenbeschäftigung des Stationsblockpostens wurde allerdings noch beibehalten. Die Gesamtzahl der Störungen des Jahres 1912, soweit sie Unregelmäßigkeiten des Fahrplanes zur Folge hatten, belief sich im Tagesdurchschnitt auf etwa vier. Der fünfte Teil aller Störungen ist durch unsachgemäße, zu hastige oder vorzeitige Bedienung der Anlagen hervorgerufen worden. Der bereits früher als unerwünscht bezeichnete Zustand, daß infolge säumiger Bedienung die Blocksignale einer Strecke nicht immer in der richtigen Aufeinanderfolge auf „Halt“ und „Fahrt frei“ gestellt werden, tritt beim handbedienten System häufiger ein, will aber für die Betriebsicherheit wenig besagen. Wichtiger ist, daß laut Statistik des Jahres 1912 eine größere Zahl von Fällen zu verzeichnen ist, in denen ein Signal vorzeitig auf Halt gelegt wurde, was dann zur Folge hatte, daß die elektrische Tastensperre durch mechanischen Eingriff ausgelöst werden mußte. Den nächstgrößten Beitrag zur Störungstatistik lieferten Unregelmäßigkeiten in der Arbeitsweise der Tastensperren, sei es, daß die Sperre gar nicht, oder daß sie ohne Mitwirkung des Zuges, also vorzeitig auslöste. Diese Art der Störungen ist um so schwerwiegender, als in vielen Fällen ihre Ursache nicht festzustellen war. Wenn die Sperre nicht auslöst, ist der Wärter berechtigt, den Bleiverschluß unterhalb des Tastenfeldes (zu vgl. Abb. 28 auf S. 32 und 29 auf S. 35) abzunehmen und die Sperre von Hand auszulösen. Der Block wird in solchen Fällen von der Behörde ausdrücklich als „nicht in vollem Umfange sicher“ bezeichnet, da ja die Möglichkeit gegeben ist, daß der Wärter die Taste zur Unzeit bedient und dadurch gefährliche Zugbewegungen veranlaßt. Für solche Fälle ist denn auch auf den Staatsbahnen das telegraphische, auf der Hochbahn das telephonische Meldeverfahren vorgeschrieben, das so lange beibehalten werden muß, bis der Bleiverschluß wieder angelegt ist. Der Block wird neben diesem Meldeverfahren zwar weiter bedient, gilt aber nicht für die Zugfolge als maßgebend. Die Bedienung ist erforderlich, um beim Rückblock das Stellen des Signals zu ermöglichen, da andernfalls die Züge nur auf besonderen Befehl am Haltsignal vorbeifahren dürfen, nachdem sie daselbst zum Stillstand gebracht sind.

Eine weitere sehr wesentliche Störungsursache bilden Brüche der beim handbedienten System in so großer Zahl und Mannigfaltigkeit vorhandenen Federn. Auch die Abnutzung der vielen beweglichen Teile, die das handbediente System besitzt, gibt trotz sorgfältigster Wartung

¹⁾ Zu vgl. S. 22 der Drucksache Nr. 800 des Hauses der Abgeordneten. 21. Legislaturperiode, V. Session, 1912/13. „Beantwortung der von der 17. Kommission zum Entwurf eines Eisenbahnleihegesetzes, betreffend die Einrichtung elektrischer Zugförderung auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen gestellten Hauptfragen“.

häufig zu Störungen Anlaß. Etwa ein Fünftel der Gesamtstörungen ist auf die angeführten beiden Ursachen zurückzuführen.

Weitere Störungen hatten ihre Ursache in vorzeitigem oder ausbleibendem Kontaktschluß in den Schienenstromschließern. Diese stellen eine ganz erhebliche Störungsquelle dar und bedürfen aus diesem Grunde sorgfältigster Unterhaltung und Aufsicht.

Außer den genannten Versagergruppen kommen noch Störungen vor durch Leitungsbrüche, Lösen von Schrauben, Kontaktfedern, Stiften u. dergl.

Beim Dreifelderblock sind offenbar die Bedienungsfehler weniger zahlreich, als beim Zweifelderblock, doch sind die mechanischen Einrichtungen um soviel verwickelter, daß eine Verminderung der Gesamtzahl der Störungen sicherlich nicht erwartet werden kann. Die größere Einfachheit der Bedienung wird mindestens wettgemacht durch die bei weitem feinfühlere Art der verwickelter gewordenen Apparate, wie eine nach genau gleichen Grundsätzen geführte Statistik ergeben würde.

Was nun das selbsttätige System betrifft, so liegen auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn Erfahrungen für einen zur Aufstellung einer zuverlässigen Statistik genügend langen Zeitraum noch nicht vor, da von den mit dem System ausgerüsteten Teilstrecken die älteste kaum mehr als einhalbes Jahr, die jüngste erst wenige Monate im Betriebe ist. Doch ist die Annahme, daß die Versager bei Anwendung betriebserprobter Einrichtungen geringer an Zahl ausfallen werden als beim handbedienten System, bereits schlagend erwiesen, selbst wenn die infolge Hinzufügung der Fahrsperrn erhöhte Störungsmöglichkeit mit in Rücksicht gezogen wird. Bezüglich der auf der Nordstrecke der Hochbahn angewendeten englischen Stellwerke ist zu bemerken, daß sie von außerordentlich einfacher und dauerhafter Bauart sind. So hat sich beispielsweise das am meisten beanspruchte Stellwerk auf Bahnhof Alexanderplatz seither bei Abfertigung von etwa 250 000 Zügen als ganz störungsfrei erwiesen. Daß aber auch im ganzen die Störungszahl beim selbsttätigen Signalsystem geringer ausfallen muß, als beim handbedienten, ergibt sich schon aus folgender Betrachtung:

Die große Gruppe der Bedienungsfehler tritt nicht in die Erscheinung. Durch das Fehlen jeglicher Blockapparate kommt die große Zahl der darauf zurückzuführenden Apparstörungen gleichfalls in Fortfall. Schienenstromschließer mit ihrer verhältnismäßig empfindlichen Arbeitsweise sind nicht vorhanden. An beweglichen Teilen ist nur noch mit den Relais zu rechnen, die allerdings in großer Zahl auf-

treten, aber bis zu solcher Vollkommenheit durchgebildet sind, daß mit erheblichen Störungen erfahrungsmäßig nicht zu rechnen ist. Für die Antriebe der Weichen und der Flügelsignale sowie für die Stromzuführung und eine Anzahl von Kontakten kann für beide Systeme die gleiche Störungswahrscheinlichkeit angenommen werden. Störungen an Impedanzverbindern, Trennstellen und anderen unbeweglichen Teilen brauchen bei guter Bahnunterhaltung nicht in Ansatz gebracht zu werden. Auch hinsichtlich etwaiger Leitungsbrüche, der Loslösung von Befestigungsteilen können die handbedienten und selbsttätigen Systeme als gleichwertig angenommen werden. Alles in allem aber schlägt das Ergebnis bedeutend zugunsten des selbsttätigen Systems aus. Einige Störungsmöglichkeiten, die die Kurzschluß-, die Isolationsverhältnisse und die Fremdströme — die ja auch bei den handbedienten Systemen eine Rolle spielen — betreffen, lassen sich durch vorbeugende sorgfältige Unterhaltung und Unterweisung des Personals in engsten Grenzen halten. Kurzschluß zwischen den Fahrstienen, durch Überbrückung der isolierten Schienenstöße oder durch störende Verbindung an den Impedanzverbindern bei der Handhabung von Werkzeugen, die die Folge hätten, unnötige Haltstellung von Signalen herbeizuführen, lassen sich vermeiden. Zu dem Zweck ist auch darauf zu achten, daß die Spurmaße nicht durchgehends aus Metall hergestellt und nicht mit den eisernen Brückenteilen oder der blanken Rückleitung in leitende Verbindung gebracht werden. Schädliche Wirkung von Fremdströmen ist schon durch die Wahl der Signalstromart ausgeschaltet.

Stillegen einer ganzen Blocklinie kann beim selbsttätigen System nur in den — praktisch außer Betracht zu lassenden — Fällen eintreten, in denen etwa der Betriebsstrom in einem Speisebezirk ausbliebe.

Die Ungleichartigkeit der Folgen von Blockstörungen im Falle des handbedienten und des selbsttätigen Systems läßt sich an einigen praktischen Beispielen am anschaulichsten vor Augen führen.

Wirkungen der Störungen.

Werden die beiden Systeme nach ihrer Wesensart miteinander verglichen, so ergibt sich zunächst der für den Betrieb schwer ins Gewicht fallende Unterschied, daß beim selbsttätigen System die Störungen auf einen engen Bezirk begrenzt bleiben, während sie sich bei den handbedienten Blockanlagen auf die in derselben Linie liegenden Blockwerke ausdehnen und dadurch einen großen Umfang annehmen können. An Stelle der Blockbedie-

nung tritt alsdann das telephonische Zugmeldeverfahren. Hiermit ist aber der Sicherheitsgrad insofern stark verringert, als die zwangläufige Festlegung des den Vorzug deckenden Blocksignals nicht mehr möglich ist, d. h. der Folgezug am Blocksignal „Fahrt frei“ erhalten kann, ehe der vorliegende Streckenabschnitt freigemeldet ist. Dies kann besonders bei dichter Zugfolge sehr leicht eintreten, zumal, wenn sich die Blockstörung auf die zweite Zugrichtung übertragen und auch für diese das telephonische Meldeverfahren erforderlich werden sollte. Aus diesem Grunde ist auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn die Bestimmung getroffen, daß mit Eintritt einer Blockstörung — ausschließlich der Störungen an den Tastensperren — alle Signale der in Mitleidenschaft gezogenen Linie auf „Halt“ zu stellen und bis zur Beseitigung der Störung in dieser Stellung zu belassen sind. Die Züge werden in dieser Zeit entweder durch mündlichen Auftrag oder durch besondere, am Standort der Blocksignale angebrachte, aufleuchtende Vorziehsignale (calling-on signals) am Haltsignal vorbeigeleitet, nachdem sie der Vorschrift gemäß an diesem zum Stillstand gebracht worden sind. Wenn auch hierdurch ein Teil der verloren gegangenen Betriebsicherheit wiedergewonnen wird, so geschieht dies doch lediglich auf Kosten der Zugfolge; dabei kommt es nicht selten vor, daß ganze Züge ausfallen müssen. Um nun dieser Betriebshemmungen wenigstens einigermaßen Herr zu werden oder sie nicht einen allzu großen Umfang annehmen zu lassen, hat die Berliner Hoch- und Untergrundbahn eine Anzahl von Stationen als Blocktrennstellen eingerichtet. Im regelmäßigen Blockbetriebe geht auf diesen Stationen die Streckenblockung genau so, wie auf den übrigen Blockstellen, geschlossen durch; bei Störungen ist jedoch die Möglichkeit gegeben, das das Einfahrsignal freigebende Endfeld — vergl. ω_b im Block Bc auf Tafel 2 — ebenso wie das das Ausfahrtsignal verschließende Anfangfeld — vergl. α_c im Block Bc derselben Tafel — gesondert zu bedienen, die Streckenblockung also an dieser Stelle zu unterbrechen. Mit dieser Unterbrechung ist naturgemäß auch eine Einschränkung der Betriebsicherheit verbunden; denn es muß je nach Art der Störung entweder auf die Mitwirkung des Zuges beim Auflösen der Tastensperre des obengenannten Endfeldes oder auf die zwangläufige Festlegung des Einfahrsignals nach der Einfahrt eines Zuges verzichtet werden. Die Betriebsicherheit hängt also hier in noch höherem Maße als an den Durchgangsblocks von der Zuverlässigkeit des Blockwärters ab. Aus diesem Grunde vermeidet man die Einschaltung von Trennstellen soweit wie

irgend möglich. Zweckmäßig richtet man sie nur da ein, wo ohnehin ausgesuchtes Personal zur Verfügung steht, also auf Kehrstationen. Liegen diese jedoch verhältnismäßig weit auseinander, so müssen zur Einschränkung des Störungsgebiets noch Zwischentrennstellen eingeschoben werden. Auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn ist durchschnittlich jede vierte Station als Trennstelle ausgebildet.

Beim selbsttätigen Signalsystem bewegen sich die Störungen der Signale und Fahrsperrern, wie schon erwähnt, nur in sehr engen Grenzen, wie sich auch aus den Schaltungen ohne weiteres ergibt. Soweit die Störungen — wie fast durchgängig — zur Unterbrechung des Signalstromkreises führen, treten sie dadurch in die Erscheinung, daß das zugehörige Signal in der Haltstellung verharret. Ein aus Störungsgründen in der Stellung „Fahrt frei“ verbleibendes Signal dagegen hat die schon auf Seite 6 erwähnte Wirkung, daß das rückliegende Signal nicht in die Stellung „Fahrt frei“ gelangen kann. Nicht also die tatsächliche Anzeige eines Deckungssignals ist hiernach für die Betriebsicherheit das Entscheidende, sondern diejenige Anzeige, die ordnungsmäßig eintreten müßte. Tritt diese aus Störungsgründen nicht ein, so wird durch das rückliegende Signal die Deckung solange aufrecht erhalten, bis der ordnungsmäßige Zustand wieder hergestellt ist. Hiernach ist der Fall zu beurteilen, daß hinter einem auf der Strecke liegen bleibenden Zuge das Deckungssignal etwa auf „Fahrt frei“ stehen bleiben sollte.

Unter diesen Verhältnissen gestalten sich die Sicherheitsmaßnahmen bei Störungen überaus einfach. Sollte ein von einem Zuge in der Haltstellung angetroffenes Signal länger als eine Minute in dieser Stellung weiter verharren, so schaltet der Zugbegleiter zunächst die selbsttätige Bremsvorrichtung aus. Der Fahrer leitet dann den Zug unter Mitaufsicht des Begleiters an dem Haltsignal und dann noch an dem vorliegenden „Fahrt frei“ zeigenden Blocksignal — bei dem nichtsdestoweniger die Störung vermutet werden kann — in Schrittgeschwindigkeit vorbei bis zum nächstfolgenden Blocksignal. Findet er auch dieses Signal in der Stellung „Fahrt frei“, so ist er sicher, daß er sich außerhalb der Störungszone befindet; er kann dann die Fahrt mit voller Geschwindigkeit wieder aufnehmen. In dieser Weise ist der Zugbetrieb der durch Gleisstromkreise gesicherten nordamerikanischen und englischen Stadtschnellbahnen und durch behördliche Vorschrift auch der der Berliner Hoch- und Untergrundbahn geregelt. Schon bei dieser Gelegenheit darf hinzugefügt werden, daß die vorerwähnte Zwangsabhängigkeit zwischen den Signalen in gleicher

Weise auch noch zwischen den Fahrsperrern durchgeführt ist. Durch diese verdoppelte Zwangsbeziehung ist ein Maß von Sicherheit in den Betrieb hineingetragen, dessen die handbedienten Systeme ermangeln.

Um die grundsätzlichen Unterschiede in den Störungswirkungen im handbedienten und selbsttätigen Signalsystem klarer zu veranschaulichen, sind auf Tafel 3 zwei der Wirklichkeit entnommene Fahrplanstörungen auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn dargestellt. Der Fall 1, nach den Zugmeldebüchern aufgetragen, hat sich im handbedienten, der Fall 2 im selbsttätigen System abgespielt. Die Abbildung bezieht sich auf die ostwestliche Fahrrichtung der Hoch- und Untergrundbahn. Fall 1 zeigt die Folgen einer am 14. VIII. 1913 in der Richtung Spittelmarkt-Leipziger Platz vorgekommenen Blockstörung auf der Station Friedrichstraße, die daher rührte, daß die Blocktaste des Ausfahrtsignals nach Bahnhof Kaiserhof nicht gedrückt werden konnte. Die Behebung der Störung, die in ihrem Einfluß auf die Zugfolge zu den einfacheren zu zählen ist, nahm 30 Minuten in Anspruch. Fall 2 behandelt eine am 28. VIII. 1913 stattgefundene Störung, bei der das Einfahrtsignal der Station Inselstraße von der Richtung Klosterstraße in der Haltstellung verblieb. Die Störung war nach 13 Minuten wieder behoben.

Die Blockstörung des Falles 1 fällt in die von den Trennstellen Spittelmarkt und Leipziger Platz begrenzte Blocklinie, die nach dem Vorgesagten mit der Störung sofort vom Blockbetrieb zum telephonischen Zugmeldeverfahren überzugehen hatte. Der Betrieb gestaltet sich wie folgt:

Der Blockposten auf Bahnhof Friedrichstraße, der infolge der Störung nicht in der Lage war, das Anfangsfeld des Bahnhofstreckenabschnitts von rot in weiß zu wandeln, meldet die Störung telephonisch der Fernsprechzentrale, sodann den beiden Nachbarstationen, die die Meldung bis zu den Trennstellen der gestörten Strecke (Spittelmarkt und Leipziger Platz) weitergeben. Die Blockwärter legen die Signale der gestörten Richtung auf Halt. Der Blockwärter in Friedrichstraße erteilt dem am Einfahrtsignal haltenden Zuge 127 mit dem Vorziehsignal das Zeichen zum langsamen Vorrücken in die Station. Nach Einfahrt meldet er die Rückstrecke telephonisch an den Blockwärter in Hausvogteiplatz frei und nach Abfertigung des Zuges diesen an Kaiserhof vor. Die Meldungen werden von den empfangenden Wärdern wiederholt und von beiden Wärdern in das Zugmeldebuch eingetragen.

Zug 127 hält auch vor der Einfahrt der Station Kaiserhof solange, bis „Frei“ am Vorzieh-

signal erscheint. Dann rückt der Zug in die Station ein. Nachdem der Wärter die Nummer des letzten Wagens erkannt hat, meldet er den Zug unter Angabe dieser Wagennummer an Friedrichstraße zurück. Friedrichstraße hat damit die Erlaubnis für die Ausfahrt des Folgezuges 128. Der verhältnismäßig lange Aufenthalt des Zuges 127 in Kaiserhof hängt damit zusammen, daß der Blockbeamte zunächst an der Zugabfertigung teilzunehmen hat, ehe er die Rückmeldung des Vorzuges von Leipziger Platz entgegennehmen kann. Nach Eingang derselben erhält Zug 127 den Auftrag zur Abfahrt. Er fährt bis zum Einfahrtsignal der Station Leipziger Platz, um, sobald hier das Freisignal erscheint, in die Station einzurücken. Diese ist Blocktrennstelle. Auf der vorliegenden Strecke arbeitet daher der Block ungestört; der Zug erhält wieder „Fahrt frei“ an den Blocksignalen, braucht also an diesen nicht mehr zu halten und vermag einen Teil der verloren gegangenen Zeit wieder einzuholen. Er ist auf Leipziger Platz mit 8 Minuten Verspätung angekommen; bis Wilhelmplatz ist nach der Abbildung eine Minute wieder eingeholt.

Die Abbildung läßt in der Störungstrecke eine auffallende Unregelmäßigkeit in den Zugabständen erkennen. Diese Erscheinung hat darin ihren Grund, daß die Wärdern ihre Dienstverrichtungen besonders in bezug auf die telephonischen Meldungen nicht alle mit der erwünschten Gewandtheit und Schnelligkeit erledigen. Wir haben auch hier mit einer gewissen Schwerfälligkeit zu rechnen, die zwar die Betriebsicherheit nicht herabmindert, unter der aber die Zugfolge sehr stark zu leiden hat, so daß beispielsweise beim Zuge 128 auf Leipziger Platz 11 Minuten Verspätung zu verzeichnen sind; bis Wilhelmplatz holt auch er wieder eine Minute ein.

Zug 141 und die folgenden rücken in gleichartiger Staffel vor. Auch 141 erleidet bis Leipziger Platz eine Verspätung von 11 Minuten, ebenso die folgenden Züge. Sie bringen bis Wilhelmplatz ebenfalls wieder eine Minute ein, während es freilich wohl hätte möglich sein sollen, noch eine oder zwei weitere Minuten aufzuholen. Mehr aufzuholen ist auch bei größter Fahrbeschleunigung nicht möglich, weil die durch den Ausfall mehrerer Züge und durch die Unregelmäßigkeit der Zugfolge zu Beginn der Störung sich auf den Stationen ansammelnden Fahrgäste die Abfertigung der Züge erschweren. Auf alle Fälle aber macht sich die Blockstörung bis ans Ende der Linie bemerkbar. Von den an der rechten Seite der Abbildung verzeichneten Verspätungen fallen die schon zu Anfang der Störung bei den Zügen 127 und 128 aufgetretenen

besonders scharf ins Auge. Vier Einsetzzüge von Bahnhof Alexanderplatz mußten ausfallen, da für sie infolge der großen Fahrplanlücken, die die ersten von der Störung beeinflussten Züge auf der Vorstrecke zur Folge hatten, kein Platz vorhanden war.

Während die Züge von Leipziger Platz ab die Fahrt ungestört fortsetzen können, wird die Strecke hinter Bahnhof Spittelmarkt von der Störung in heftige Mitleidenschaft gezogen, weil infolge der Meldevorgänge auf der gestörten Strecke ein Anstauen der Züge nach rückwärts Platz greift. Hierbei ist gleichgültig, ob die Strecke hinter Spittelmarkt selbst gestört ist oder nicht, oder ob sie, wie im vorliegenden Falle, bereits mit dem automatischen System ausgerüstet war, da es naturgemäß nicht Sache des Systems sein kann, einen derartigen Anstau zu verhindern. Die Wirkung nach rückwärts läßt sich im übrigen leicht rechnerisch verfolgen, da beim selbsttätigen System ein Zug nur solange vor dem Einfahrtsignal hält, bis der Vorzug seine Blockstrecke geräumt und das rückliegende Signal damit auf „Fahrt frei“ gebracht hat.

Die Abbildung zeigt am Fall 2, daß der Fahrplan durch Störungen beim selbsttätigen Signalsystem viel weniger beeinflusst wird als beim handbedienten. Die schon erwähnte Stö-

rung des Einfahrtsignals der Station Inselbrücke hat nur zur Folge, daß Zug 172 nach einer Minute Wartezeit und Ausschalten des auf dem Wagendach befindlichen Bremsauslegers an dem Signal vorbeifahren muß. Die Verzögerung wird rasch wieder eingeholt. Um das gleiche Zeitmaß dieser Minute ist auch die Zeit sämtlicher anderen Züge am Einfahrtsignal der Station Inselstraße verschoben, bis die Störung bei Zug 178 behoben ist. Auf Leipziger Platz befinden sich sämtliche Züge wieder im Fahrplan. Auch die Einsetzzüge können planmäßig die Fahrt von Alexanderplatz antreten. Eine Komplikation nach vorwärts oder rückwärts kann nicht eintreten; nur einige Züge sind genötigt, ihren Aufenthalt in Klosterstraße etwas auszudehnen, bis der Vorzug das Ausfahrtsignal freigibt. Die Unregelmäßigkeit würde sich nur in dem Falle weiter übertragen, daß die Zugfolge dichter oder annähernd so dicht wäre, wie die Wartezeit der einen Minute. Während also die Störung im Fall 1 bereits bei einer Dauer von 30 Minuten die ganze Bahnstrecke von Alexanderplatz bis Wilhelmplatz in Mitleidenschaft zieht, würde im Fall 2 nur die Strecke von Klosterstraße bis Leipziger Platz von der Störung betroffen, ganz gleichgültig, wie lange die Störung anhält.

Nachschrift.

Während die hiermit zum Abschluß gebrachte erste Reihe von Aufsätzen über das mit Gleisströmen betriebene selbsttätige Signalsystem mir aus benachbarten Auslandstaaten lebhafteste Zustimmung eingetragen hat, ist mir aus elektrotechnischen Kreisen des Inlandes entgegengehalten worden, daß es bedauerlich erscheine, daß für die Beschaffung der neuen Signaleinrichtungen der Berliner Hoch- und Untergrundbahn der Weg ins Ausland genommen worden sei.

Dazu bemerke ich folgendes.

Wenn sich die deutsche elektrische Industrie mit großem Erfolge um die umfangreichsten Aufträge für elektrische Lieferungen nach England und den englischen Kolonien beworben hat und noch bewirbt, kann sie es schwerlich für unbillig halten und Einspruch dagegen erheben, wenn gegenüber solchen großen Aufträgen die englische Fabrikation auch einmal deutscherseits in bescheidenem Umfang für die Lieferung von elektrotechnischen Fabrikaten herangezogen wird, zu denen sich die deutschen Fabrikanten bisher nicht haben ver-

stehen können. Bezüglich der Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn, für die der Entwurf und die Überwachung des Einbaues der Firma Mc. Kenzie, Holland und Westinghouse übertragen war, ist zu bemerken, daß zwar alle für das System in Betracht kommenden charakteristischen Einrichtungen aus England bezogen werden mußten, daß dagegen das Zubehör, darunter die umfangreichen Leitungsanlagen, im Inlande beschafft sind. Dies geht auch bereits aus der Mitteilung auf S. 508 der „ETZ“ 1913 hervor, in der es wie folgt heißt:

„Die Entwürfe der Anlagen, für die es in Deutschland noch an Erfahrungen fehlt, sind von dem um die Ausbildung des selbsttätigen Signalwesens hochverdienten Oberingenieur der Mc. Kenzie, Holland & Westinghouse-Gesellschaft, Mr. Brown, entworfen und werden unter seiner Oberleitung und unter Verteilung der Lieferungen auf die genannte Firma und die Firma Siemens & Halske A.-G. von der Hochbahngesellschaft selbst durchgeführt.“

Die Hochbahngesellschaft ist aber beim Einbau des Systems auf den Südwestlinien in bezug auf die deutschen Zulieferungen noch weiter gegangen als auf der zuerst eingerichteten Strecke zum Nordring, indem sie, an dem Grundsatz festhaltend, daß Entwurf und Überwachung des Einbaues der Signalanlage auch hier in den englischen Händen blieben, den Versuch machte, außer den Zubehörteilen auch noch die Antriebe und die Stellwerkrahmen mit den Verschußregistern und Schaltern im Inlande zu beschaffen. Dagegen mußte die Lieferung der Gleistransparente mit den dazu gehörenden Einrichtungen sowie aller übrigen für die Signalanlage charakteristischen Teile dem Auslande mit seinen Erfahrungen vorbehalten bleiben. Über das Ergebnis jenes Versuchs zu berichten, ist noch nicht der Zeitpunkt.

Wer hiernach trotzdem noch annehmen wollte, daß die deutsche Industrie übergangen worden sei, müßte sich doch wohl vergegen-

wärtigen, daß die Begriffsbestimmung des Welt Handels, auf dessen Pflege wir Deutschen ja besonderen Wert legen, nur im Sinne eines Warenaustausches zwischen den verschiedenen Nationen gemeint sein kann, indem jede von der anderen das Beste nimmt. Der Anspruch einer Nation, den andern nur liefern, aber von ihnen nichts beziehen zu wollen, muß zwischen den Kulturvölkern zu Verstimmungen führen, die auch durch Einzelfälle der vorbezeichneten Art nur neue Nahrung finden müssen. Für die Beurteilung wäre hier im übrigen der Politiker zuständig, nicht aber der Interessent.

Alles in allem aber wird jeder einsichtige Deutsche es mit Freude begrüßen, daß sich ein Verkehrsunternehmen, sei es auch durch Anlehnung an das Ausland, auf dem Gebiete des Zugsicherungswesens endlich von dem Alt hergebrachten losgelöst und neue erfolgverheißende Bahnen beschritten hat.

Additional material from *Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn*,

ISBN 978-3-662-22790-9 (978-3-662-22790-9_OSFO1),
is available at <http://extras.springer.com>



Additional material from *Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn*,

ISBN 978-3-662-22790-9 (978-3-662-22790-9_OSFO3),
is available at <http://extras.springer.com>



Additional material from *Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn*,

ISBN 978-3-662-22790-9 (978-3-662-22790-9_OSFO5),
is available at <http://extras.springer.com>



Additional material from *Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn*,

ISBN 978-3-662-22790-9 (978-3-662-22790-9_OSFO7),
is available at <http://extras.springer.com>

