

Besonderheiten der neuen Signalanlage der Wuppertaler Schwebbahn

Autor(en): **Merkel, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **54 (1963)**

Heft 22

PDF erstellt am: **13.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916527>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Besonderheiten der neuen Signalanlage der Wuppertaler Schwebbahn

Von H. Merkel, Wuppertal-Barmen



Fig. 1: Ansicht der Wuppertaler Schwebbahn an der «Ohligsmühlener Brücke»

656.257 : 625.43 (43-2.37)

Nach einem Rückblick auf die alte Signalanlage der Schwebbahn werden die Überlegungen geschildert, die zu einer Erneuerung der Anlage führten. Die neue Anlage mit ihren durch die Eigenart der einschienigen Bahn und des Karussellbetriebes bedingten Besonderheiten, speziell die punktförmige magnetische Übertragung der Zugstellung auf die Blockschaltung, die aussergewöhnliche Lichtanschaltung der Bahnhofs signale, die zentrale Überwachung des Zuglaufes mittels eines Streckenbildstellisches und die infolge der Rüttelschwingungen des Traggerüstes der Bahn erforderliche federnde Aufhängung der Streckenkabel wird beschrieben. Abschliessend wird die Wirkungsweise einer Zugbeeinflussung angegeben, die zur Ergänzung der Signalanlage eingebaut werden wird.

Après une description de l'ancienne installation de signalisation du monorail, l'auteur indique quelles furent les motifs de la modernisation de l'installation. Il décrit ensuite la nouvelle installation, qui présente des particularités dues au système monorail et à l'exploitation en carrousel, notamment la transmission magnétique par points de la position du train au block automatique, l'éclairage spécial des signaux de gare, la surveillance centralisée de la course du train depuis un pupitre des enclenchements de sections, ainsi que la suspension élastique des câbles de ligne, nécessitée par les vibrations des supports du monorail. L'auteur termine en décrivant le fonctionnement d'un système d'influence par le train, qui sera aménagé pour compléter l'installation de signalisation.

1. Einführung

Die Entwicklung des Strassenverkehrs hat zu einer derartigen Behinderung der öffentlichen Verkehrsmittel, insbesondere der schienengebundenen geführt, dass sich die Verkehrsunternehmen unserer grossen Städte mehr und mehr gezwungen sehen, in eine «Zweite Ebene» auszuweichen und beginnen, unter ausserordentlich hohen Kosten schrittweise

die Strassenbahnen in Untergrundbahnen umzuwandeln. Eine Ausnahme bildet die Stadt Wuppertal, die in der glücklichen Lage ist, in ihrer Schwebbahn bereits ein Verkehrsmittel der Zweiten Ebene zu besitzen (Fig. 1). Die weitblickenden und entschlossfreudigen Männer, die um die Jahrhundertwende die Bahn erbauten, entdeckten schon damals in genialer Weise in diesem besonderen und erstaunlicherweise bis heute

einmalig gebliebenen Fall den Raum über dem Flusslauf der Wupper, in deren Tal die Stadt eingezwängt liegt, als Zweite Ebene. So ist heute die Schwebebahn, obwohl sie nun schon über 60 Jahre besteht, in verkehrlicher Hinsicht hochmodern. Es ist sogar zu erwarten, dass sie an Bedeutung noch gewinnen wird. Daher lag es nahe, bei anstehender Erneuerung einzelner Anlagenteile zu überlegen, wie durch Berücksichtigung neuer Entwicklungen auf dem Gebiet der Verkehrstechnik die Bahn auch in technischer Hinsicht auf einen modernen Stand gebracht werden könnte. Diese Gedanken bildeten den Ausgangspunkt für die Planung und die Erstellung einer neuen Signalanlage.

2. Die alte Signalanlage

Schon beim Bau der Schwebebahn hielt man in Anbetracht der krümmungsreichen und unübersichtlichen Strecke, wegen der in Aussicht genommenen dichten Zugfolge, die Einrichtung besonderer Zugdeckungssignale für erforderlich. Der damalige Oberingenieur Natalis der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormals Schuckert & Co., Nürnberg, schuf zu diesem Zweck eine selbsttätige Signalanlage. Es war die erste Selbstblockanlage in Deutschland. Fig. 2 zeigt den alten Blockapparat. Die Blockteilung lief von Bahnhof zu Bahnhof. Ein Block umfasste die Strecke zwischen zwei Bahnhöfen und den anschliessenden Bahnhof. Die Belegzeit setzte sich aus der Fahrzeit für diese Strecke und aus der Standzeit des Zuges im Bahnhof zusammen. Die Stellung der Signale erfolgte durch den Stromabnehmer des Zuges über eine isolierte Kontaktkufe an der Stromschiene. Mit der Fahrspannung von 600 V Gleichspannung wurden die Blockapparate, die in einer besonderen Signalbude in jedem Bahnhof untergebracht waren, betrieben und die Lampen der Lichtsignale gespeist.

Beim selbsttätigen Streckenblock wird abhängig von der Art der Übertragung des Zuglaufs auf die Signalanlage zwischen zwei wesentlich voneinander abweichenden Systemen, nämlich dem Punktblock- und dem Streckenblocksystem, unterschieden. Dieses gewährleistet den höchsten Grad an

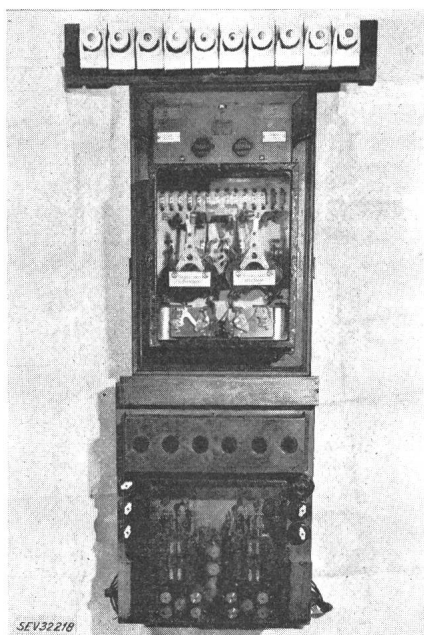


Fig. 2
Alter Blockapparat

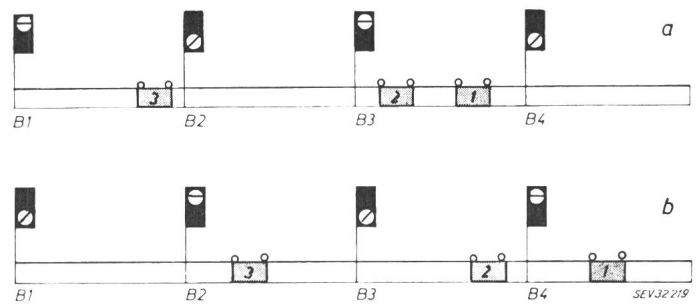


Fig. 3

Betriebsablauf bei Punktblock nach Einfahren in besetzten Abschnitt

Sicherheit, da jede Belegung des Blockes oder auch eines Teilabschnittes durch einen Zug oder durch einzelne Fahrzeuge, auch bei einer Zugtrennung, dauernd festgestellt und angezeigt wird. Dazu müssen zwei Schienen in der ganzen Ausdehnung des Blockes vorhanden und gegeneinander isoliert sein. Mit Hilfe von Stromkreisen, die sich über diese Schienen und die Achsen der Fahrzeuge schliessen, werden die Signale gesteuert.

Da die Schwebebahn nur eine Schiene hat, ergab sich zwangsläufig die Wahl eines Punktblocksystems, das in der bereits kurz beschriebenen Anordnung noch besonders dadurch gekennzeichnet war, dass die punktförmige Übertragung des Zuglaufs fahrspannungsabhängig war. Dieser Umstand und die Eigenart des Systems selbst machten in zwei besonderen Störungsfällen ein Eingreifen von Hand erforderlich und bedingten daher die ständige Besetzung der Blockstellen durch Signalwärter. Da diese Störungsfälle für die Planung einer neuen Signalanlage von ausschlaggebender Bedeutung waren, wird im folgenden näher darauf eingegangen.

Der erste Fall tritt ein, wenn ein Zug gegen die Signalordnung verstösst und über das Haltsignal in den durch den Vorzug noch belegten nächsten Block einfährt. Bei diesem ungewöhnlichen Betriebszustand versagt der Selbstblock mit punktförmiger Übertragung. Fig. 3 zeigt den Betriebsablauf. Zug 2 ist über das «Halt» zeigende Signal B3 in den vom Zug 1 belegten Block B3 eingefahren und hat durch Rückblockung dem Zug 3 die Einfahrt in Block B2 freigegeben. Wenn es zu keinem Zusammenstoss gekommen ist und Zug 1 ungehindert weiterfährt, gibt er bei Einfahrt in Block B4 dem im Block B2 befindlichen Zug 3 durch Rückblockung die Einfahrt in den durch Zug 2 noch belegten Block B3 frei. Die Zugdeckung in Block B3 ist also nicht mehr gewährleistet. Deshalb muss nach Überfahren des «Halt» zeigenden Signals B3 durch Zug 2 dieses vom Signalwärter des Bahnhofes B3 sofort von Hand in der Haltstellung festgehalten werden bis der Block B3 vom Zug 2 ordnungsgemäss geräumt ist.

Der zweite Fall liegt vor, wenn während der Ausfahrt eines Zuges aus einem Bahnhof die Fahrspannung wegbleibt, sei es, dass durch zu forsches Anfahren die hohe Stromaufnahme des Zuges den Streckenschalter auslöst, sei es, dass gerade in diesem Zeitpunkt die Stromversorgung ausfällt. Dann kann wegen der fehlenden Betätigungsspannung keine Rückblockung, also keine Freigabe des rückliegenden Blockes erfolgen. Zur Deckung des über das Bahnhofs signal gerollten Zuges muss dieses vom Signalwärter von Hand in die Haltstellung gebracht und dann dem im rückliegenden Bahnhof stehenden Zug die Weiterfahrt freigege-

ben werden. In diesem Fall besteht zwar keine Einschränkung der Zugdeckung, ein Eingreifen von Hand ist jedoch ebenfalls notwendig.

Für diesen Fall und bei einer Störung am Blockapparat konnte der Signalwärter am Signal des rückliegenden Bahnhofes ein gelbes Signallicht von Hand einschalten. Mit dem roten Licht als Halt- und dem grünen als Fahrtsignal hatte die alte Signalanlage dreifarbig mehrbegriffige Signale.

3. Planung

Die zunehmende Überalterung der alten Signalanlage führte dazu, dass dieser Teil der Bahnanlage als erster erneuert werden musste. Für die Planung wurden folgende Forderungen aufgestellt:

- a) Verbessertes Selbstblocksystem mit engerer Blockteilung zur Steigerung der Beförderungsleistung.
- b) Personaleinsparung durch zentrale Betriebsüberwachung.

4. Signalsystem

Die 13,3 km lange zweispurige Strecke der Schwebbahn mit den Endbahnhöfen Vohwinkel und Oberbarmen hat 16 Zwischenbahnhöfe. Ausweichen oder Überholgleise sind nicht vorhanden. An den beiden Endbahnhöfen befinden sich Kehren. Die Züge laufen im Einrichtungs-Karussell-Betrieb. Die Bahnhofabstände schwanken zwischen 1254 m und 524 m. Der mittlere Bahnhofabstand beträgt 775 m. Die Fahrzeit über die ganze Strecke ist für beide Richtungen gleich und beträgt 32 min. Dem entspricht eine Reisegeschwindigkeit von 25 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit von 55 km/h wird nur an wenigen Stellen erreicht. Für die Wahl der Blockteilung ist die Dauer des Aufenthaltes der Züge auf den Bahnhöfen, die sehr von den örtlichen Verhältnissen abhängt, von Bedeutung. Im Spitzenverkehr wurden

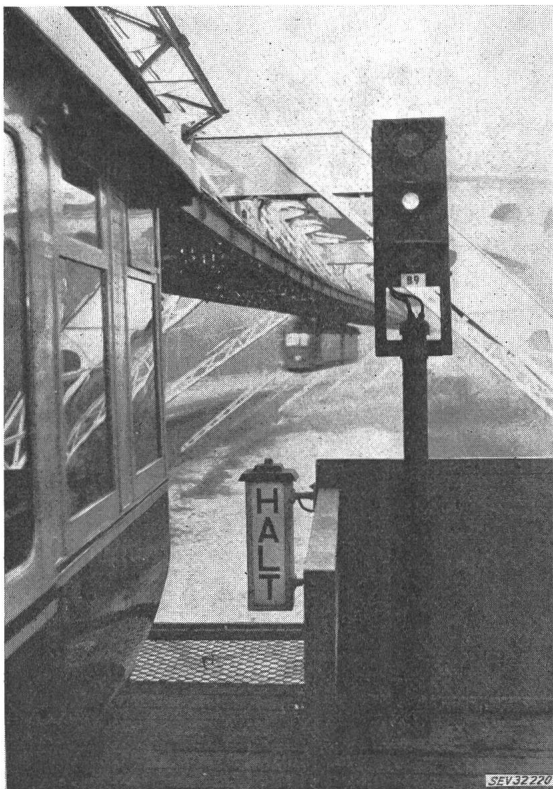


Fig. 4
Bahnhofs-signal

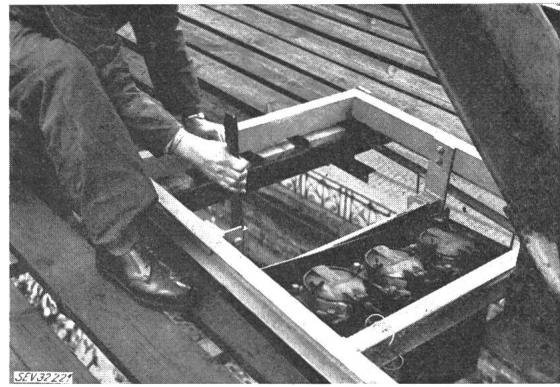


Fig. 5
Streckensignal nach oben geklappt

Zeiten zwischen 12 und 60 s für die verschiedenen Bahnhöfe beobachtet. Die Fahrzeit zwischen den Bahnhöfen ist durch die unterschiedliche Streckenlänge und durch Geschwindigkeitsbegrenzungen in engen Kurven bestimmt und liegt zwischen 65 und 138 s. Um an Stelle der bisher möglichen kürzesten Zugfolge von 3 min eine solche von 2 min erreichen zu können, wurde eine Unterteilung der längeren Bahnhofabschnitte durch Einführung von Streckensignalen vorgenommen. Durch diese neue Blockteilung ergaben sich zwei Arten von Blockabschnitten, nämlich ein Abschnitt, dessen Belegzeit nur aus der Fahrzeit besteht, und ein zweiter Abschnitt, dessen Belegzeit sich aus der Fahrzeit und aus der Aufenthaltszeit im Bahnhof zusammensetzt. Dabei wurde darauf geachtet, dass Belegzeiten von höchstens 100 s zu erwarten sind. Demgemäss gibt es zwei Arten von Signalen, nämlich Bahnhofs- und Streckensignale.

Die Signale bestehen aus einem Signalschirm mit drei eingesetzten Tageslichtsignallaternen, eine für Rot-, eine für Grün- und eine für Gelblicht. Jede Laterne hat eine Stufenlinse von 70 mm Durchmesser, ein Farbglas und eine 30 cm lange Schute und ist mit einer 20-W-Doppelfadenlampe für 12 V bestückt. Eine besondere Tag- und Nachtschaltung für die Signalbeleuchtung wurde nicht für erforderlich gehalten.

Das Bahnhofs-signal steht als Ausfahrtsignal am Bahnsteigende. Auf einem Laternenmast sind die drei Laternen senkrecht übereinander angeordnet (Fig. 4). Zum Lampenwechsel kann der Mast nach Einstecken eines Fusstrittes bestiegen werden.

Das Streckensignal ist unter dem Schwebbahngerüst zwischen den beiden Fahrbahnen in einem Traggestell eingesetzt, das zur Abschirmung der starken Rüttelschwingungen des Gerüstes in Gummipuffern hängt. Im Gegensatz zum Bahnhofs-signal sind die drei Laternen waagrecht nebeneinander angeordnet. Zum Lampenwechsel kann das Streckensignal mit seinem Traggestell nach oben geklappt werden. Es ist dann von der begehbaren Beplankung des Gerüstes aus gut erreichbar (Fig. 5).

Bahnhofs- und Streckensignal unterscheiden sich nicht nur durch die beim ersten senkrechte und beim letzteren waagrecht Anordnung der Signallampen, sondern auch durch eine besondere Lichtschaltung. Das Bahnhofs-signal wird vom Zug bei der Einfahrt in den Bahnhof ein- und bei der Ausfahrt wieder ausgeschaltet. Dadurch wird der Fahrer zu besonderer Aufmerksamkeit bei der Signalbeobachtung gezwungen. Ausserdem wird durch das nur kurzzeitige Einschalten die Lebensdauer der Signallampen erhöht und elek-

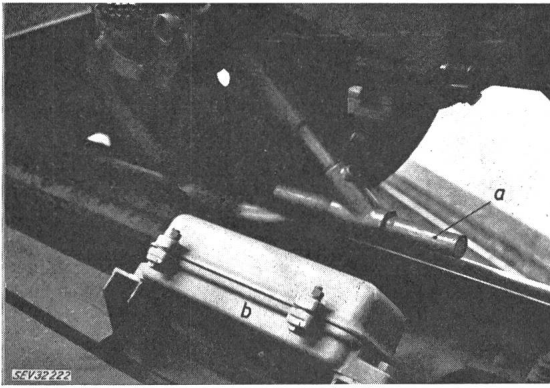


Fig. 6

Vorbeifahrt eines Zuges mit einem auf das Fahrgestell montierten Sender *a* an einem neben der Schiene fest installierten Empfänger *b*

trische Energie eingespart. Diese Beschaltung ist möglich, da jeder Zug in jedem Bahnhof anhält. Sie kann aber nicht beim Streckensignal angewandt werden. Dieses muss Dauerlicht haben, damit seine Stellung vom Fahrer so rechtzeitig erkannt werden kann, dass der Zug bei Fahrtstellung mit unverminderter Geschwindigkeit vorbeifahren kann, aber dass bei Haltstellung ein noch ausreichender Bremsweg vorhanden ist.

Für die Übertragung des Zuglaufes auf die Signalanlage und für die Signallightschaltung des Bahnhofssignals wurde, nachdem über längere Zeit durchgeführte Versuche mit Quecksilberschienenkontakten ergeben hatten, dass diese nicht mit ausreichender Zuverlässigkeit arbeiten, ein magnetisches Übertragungssystem gewählt. Dieses besteht aus einem magnetischen Sender in Form eines Dauermagneten, der, um auch im Fall einer Zugtrennung mit Sicherheit die Räumung eines Blockes zu erfassen, am letzten Laufgestell des Zuges angebracht ist. Sein Magnetfeld beeinflusst einen auf dem Gerüst neben der Fahrschiene fest aufgebauten magnetischen Empfänger und löst dadurch beim Befahren ein Kommando aus. Diese Anordnung ist von der Fahrtrichtung und den in Betrieb möglichen Geschwindigkeiten unabhängig und so bemessen, dass Störungen durch die Felder der Antriebsmotoren der Züge ohne Auswirkung bleiben. Fig. 6 zeigt, wie ein Zug mit seinem Sender an einem Empfänger vorbeifährt.

5. Leitstand und Endstellwerke

Für die zentrale Betriebsüberwachung wurde auf dem Bahnhof Döppersberg, der in der Mitte der Strecke liegt, ein Leitstand eingerichtet. Auf einem über fünfeinhalb Meter langen Stelltisch mit pultförmigem Aufbau ist die Strecke mit allen Bahnhöfen, Blockabschnitten und Signalen in einem Streckenbild dargestellt (Fig. 7). Auf diesem Streckenbild wird die Blockbelegung durch Rotausleuchtung angezeigt und die Stellung der Signale durch Signalmelder für jedes Signal wiedergegeben. Die Lichtschaltung der Bahnhofs Signale erweist sich hier als vorteilhaft für die Erkennung der Bahnhofsbelegung, da das Bahnhofs signal nur leuchtet, wenn sich ein Zug im Bahnhofs bereich befindet. Zur Beobachtung des Zuglaufes dient eine Zugnummernanzeige. Jeder Zug führt eine zweistellige Kursnummer, die er als Zugsignal an der Zugspitze in Form einer weissen Zahl auf schwarzen Grund in einem bei Dunkelheit beleuchteten Filmkasten zeigt. Diese

Zugnummer erscheint als Leuchtschrift im jeweiligen Zugnummernfeld des durch den Zug belegten Blockabschnittes auf dem Stelltisch.

Der Stelltisch ist für Einmannbedienung vorgesehen und ständig mit einem Fahrdienstleiter besetzt. Dieser überwacht den Betriebsablauf und greift nur ein, wenn Störungen oder besondere Betriebsvorkommnisse vorliegen. Er kann jedes Signal auf «Halt» stellen und Sondersignale geben. Zum Stellen eines Signals sind gleichzeitig zwei Tasten zu drücken, die aus Sicherheitsgründen so weit voneinander entfernt liegen, dass stets eine beidhändige Betätigung erforderlich ist. Mit der ersten Taste, einer sog. Gruppentaste, wird der Signalbegriff, zum Beispiel «Halt», und mit der zweiten Taste das betreffende Bahnhofs- oder Streckensignal gewählt, an dem das Signal erscheinen soll. Auf dem Stelltisch kann auch eine Zugnummer gelöscht und neu eingewählt werden. Alle Eingriffe auf dem Stelltisch werden mit Zeitangabe durch einen Drucker auf einem unter Plombenverschluss liegenden Papierstreifen registriert. Gleichfalls werden auf diesem Streifen gesondert für jeden Endbahnhof Nummer und Abfahrtszeit der eingesetzten Züge gedrückt. Da ein reiner Karussellbetrieb vorliegt, wird auf diese Weise eine vollständige Aufschreibung des Zuglaufes erreicht.

In den beiden Endbahnhöfen Vohwinkel und Oberbarmen sind Stellwerke eingerichtet, die ebenfalls ständig mit je einem Stellwerkwärter besetzt sind. In jedem Stellwerk befindet sich ein kleines Streckenbildstellpult, das den letzten und den vorletzten Blockabschnitt der Strecke mit dem Endbahnhof und dem davorliegenden Bahnhof sowie den dazugehörigen Signalen in gleicher Darstellung wie der Stelltisch im Leitstand zeigt (Fig. 8). Für den abfahrtsbereiten Zug muss jeder Stellwerkwärter die Zugnummer einwählen. Die Zugnummerwahl erfolgt zunächst in ein Kontrollfeld. Wenn irrtümlich eine falsche Nummer eingewählt wurde, kann sie dort gelöscht und neu eingewählt werden. Dann wird durch die Betätigung zweier Tasten die Zugnummer in das Nummernfeld des Abfahrtbahnhofs auf dem Streckenbildstellpult und gleichzeitig über eine besondere Fernsteuereinrichtung auch in das entsprechende Feld des Stelltisches auf dem Leitstand übertragen. Ausserdem wird sie auf einem besonderen Leuchtzeichenfeld, das sich am Mast des Bahnhofs signals des betreffenden Endbahnhofs befindet, dem Zugführer angezeigt, der den an der Zugspitze angebrachten

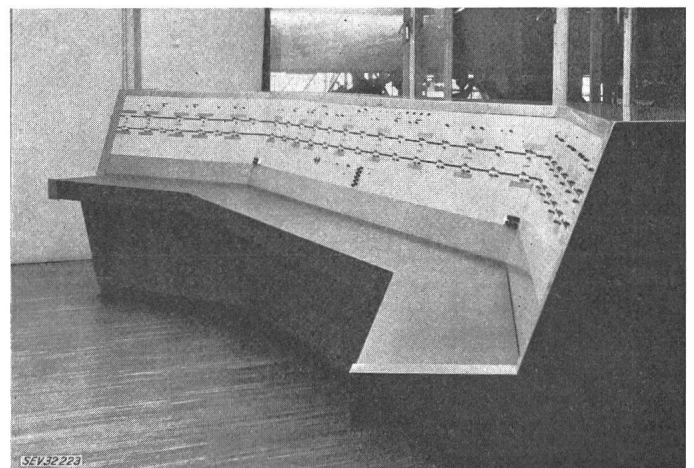


Fig. 7

Stelltisch im Leitstand

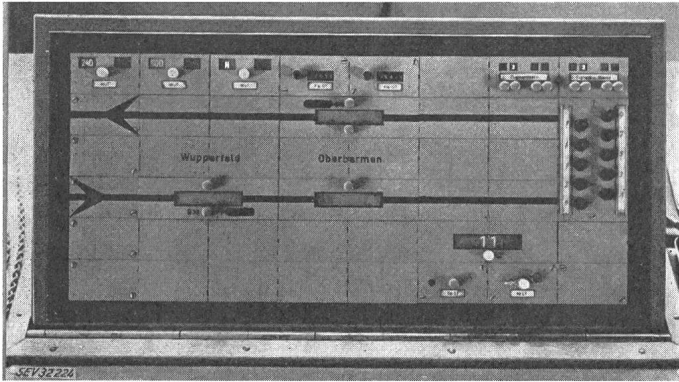
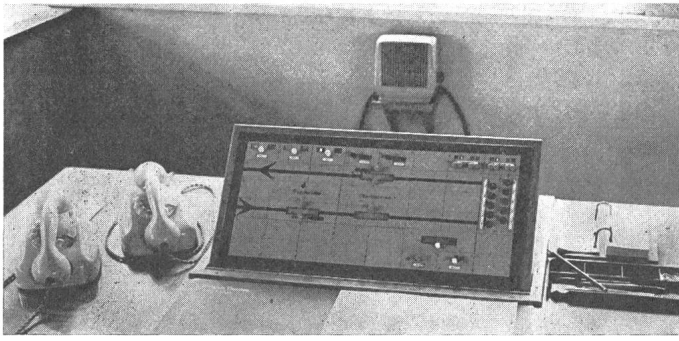


Fig. 8
Stellpult im Endstellwerk Oberbarmen

Zugnummernfilm entsprechend einstellt. Um zu verhindern, dass ein Zug ohne Zugnummer eingesetzt wird, ist die Fahrtstellung des Bahnhofsignals der Endbahnhöfe Vohwinkel und Oberbarmen von der Einwahl einer Zugnummer abhängig gemacht.

Bemerkenswert ist folgende besondere Einrichtung: Die Stellwerkwärter der Endbahnhöfe können die Einfahrt eines Zuges in ihrem Endbahnhof durch Haltstellen des Bahnhofsignals des jeweiligen Vorbahnhofes sperren, wenn besondere Umstände dies erfordern.

Der Fahrdienstleiter auf dem Leitstand beobachtet diesen Eingriff in die Signalstellung auf dem Stellpult; er kann aber die vom Stellwerkwärter vorgenommene Haltstellung des Signals nicht aufheben. Die Blockschaltung ist so aufgebaut, dass in diesem Fall die Fahrtstellung des Signals nur vom Stellwerkwärter selbst vorgenommen werden kann, da er seinen Endbahnhof besser übersieht als der Fahrdienstleiter. Andererseits kann der Stellwerkwärter auch ein schon auf «Fahrt» stehendes Bahnhofs signal wieder auf «Halt» stellen und so dem abfahrtsbereiten Zug die Abfahrt sperren. In einem solchen Fall kann dagegen die Freigabe der Abfahrt nur durch den Fahrdienstleiter vom Leitstand aus erfolgen, da dieser die bessere Übersicht über die Strecke hat.

Für die Verständigung zwischen dem Fahrdienstleiter auf dem Leitstand und den Zügen auf der Strecke stehen eine Betriebsfernsprechanlage und eine Streckenfernsprechanlage zur Verfügung. Auf jedem Bahnsteig befindet sich ein Fernsprechschränk. Die Fernsprecher der beiden Bahnsteige eines Bahnhofes sind parallel geschaltet. Ein besonderes Ansagegerät gibt als Freizeichen der Betriebsfernsprechanlage die Ansage «Schwebebahn — Schwebebahn — . . . ». Mittels der Betriebsfernsprecher können also Züge, die in einem Bahnhof stehen, mit dem Leitstand Verbindung aufnehmen. Den Anruf des Zugführers fordert der Fahrdienstleiter durch

Stellen des Signals «Fernsprechruf» am Bahnhofs signal an. Züge, die auf der Strecke zum Halten gekommen sind, können über die Streckenfernsprechanlage mit dem Leitstand sprechen. Jeder Zug, und auch jede Arbeitskolonne auf dem Gerüst führen ein Fernsprengerät mit, das mittels einer Anschaltstange an einem der ganzen Strecke entlanggeführten Bronzedraht angeschlossen wird (Fig. 9). Dieser Draht ist, um induktive Beeinflussungen möglichst klein zu halten, in Abschnitte unterteilt, die sich von Bahnhof zu Bahnhof erstrecken und die jeweils in einem Bahnhof über eine besondere Relais einrichtung an eine durchgehende, aus zwei parallel geschalteten Doppeladerpaaren bestehende Leitung angeschlossen sind. Im Fernsprengerät ist ein Transistorverstärker eingebaut, der nach erfolgter Durchschaltung aus der zentralen Fernsprech batterie mit 60 V₋ gespeist wird. Dieser Transistorverstärker ergibt ein sehr günstiges Verhältnis zwischen der Netzspannung und der durch den Fahrstrom im Bronzedraht induzierten Störspannung. Er ermöglicht ausserdem die Verwendung von magnetischen

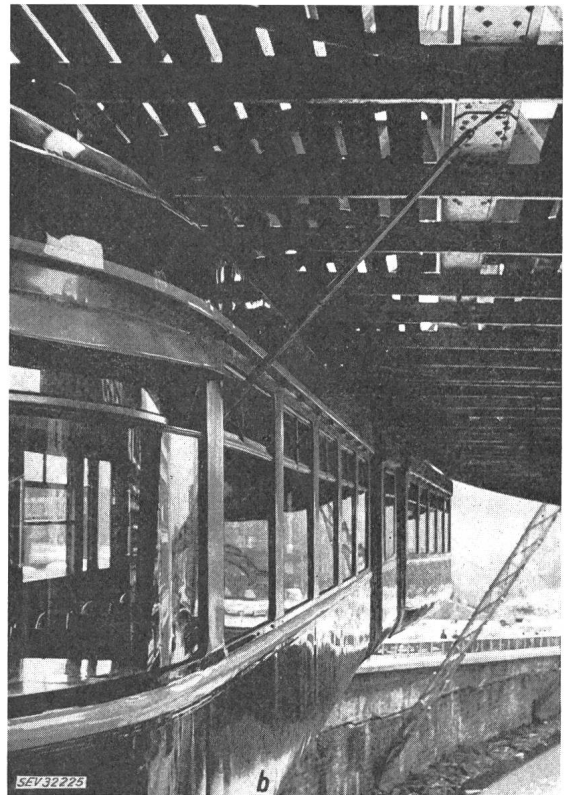


Fig. 9
Streckenfernsprecheinrichtung
a im Wageninnern; b vom Wagen aus angeschlossen

Mikrofonen, die im Vergleich zu Kohlenmikrofonen eine wesentlich bessere Sprachübertragung sichern. Durch die über die Kontaktstelle am Bronzedraht geführte 60-V-Speisung wird der Kontakt gefrittet, so dass eine gute Kontaktgabe sichergestellt ist. Der Anruf zum Leitstand geschieht mittels eines im Fernsprengerät eingebauten 500-Hz-Kurbelinduktors. Dieser bringt die Relaisvorrichtung in dem Bahnhof, in dem der Bronzedraht eingeführt ist, zum Ansprechen. Dadurch wird die Durchschaltung, der Ruf und die Sprechverbindung bewerkstelligt. Das Durchschaltrelais wird vom Strom der Zentralbatterie gehalten. Die Auflösung der Verbindung erfolgt durch Betätigen einer Rückstellaste im Fernsprengerät des Leitstandes. Solange die Verbindung besteht, kann der Leitstand die angeschlossenen Teilnehmer mit Hilfe eines Tongenerators erneut anrufen und zur Wiederaufnahme des Gespräches veranlassen. Diese Möglichkeit besteht sowohl bei aufgelegtem als auch bei abgenommenem Hörer des Fernsprechers auf der Strecke. Im Leitstand ist für die Strecke nach Vohwinkel und für die nach Oberbarren je ein gesondertes Sprechgerät vorgesehen. In den Endstellwerken sind Lautsprecher angeschlossen, die den Stellwerkwärtern das Mithören der auf ihrem Streckenteil geführten Gespräche gestatten. Wenn Anhaltessignal gegeben wurde, müssen alle Züge ihren Streckenfernsprecher anschalten. Der Leitstand erteilt dann besondere Anweisungen an einzelne Züge und gibt die voraussichtliche Dauer der Störung an alle Züge durch.

Bisher konnte mit einer Ortsbatteriefernsprechanlage, mit der jeder Bahnhofabschnitt ausgestattet war, über den beschriebenen Bronzedraht der Signalwärter des nächsten Bahnhofs von der Strecke aus erreicht werden. Diese Verbindung hatte starke Nebengeräusche. Es war bei der Erneuerung ursprünglich beabsichtigt, diese Einrichtung durch eine Funksprechverbindung zwischen den Zügen und dem Leitstand zu ersetzen. Eingehende Versuche ergaben aber, dass die stark verschattend wirkenden Krümmungen der Strecke und die Käfigwirkung des Gerüsts einen unverhältnismässig hohen Aufwand für eine derartige Anlage erfordern würden. Es wurde dann versucht, mittels Trägerfrequenz durch kapazitive Ankopplung über die Stromschiene die Anschaltung mit der Einhängestange und dem Bronzedraht zu ersetzen. Aber auch dieser Versuch scheiterte, da es nicht gelang, die Störgeräusche auf ein erträgliches Mass herabzudrücken. Es fiel daher die Entscheidung zu Gunsten der beschriebenen Streckenfernsprechanlage.

6. Aufbau der Anlage

Die Signalstellungen sind in der Signaltabelle (Fig. 10) zusammengestellt.

Die Schalteinrichtung für die Blockschaltung und für die Signalbeleuchtung sind in Schaltschränken auf den Bahnhöfen untergebracht. Diese Schränke stehen auf Gummipuffern und sind zum Schutz gegen Schwitzwasserbildung doppelwandig gebaut. Für die Blockschaltung eines Bahnhofabschnittes sind zwei Schränke vorhanden. In jedem Schrank sind die Block- und die Meldegruppe für eine Fahrtrichtung enthalten. Ausserdem ist in dem einen Schrank die Einführung und Verteilung der von Bahnhof zu Bahnhof laufenden Streckenkabel und im andern die 24-V-Bahnhofbatterie mit dem Ladegerät untergebracht. Wenn Strecken-




















Signalbild		Signalbegriff	Bedeutung
Bahnhofsignal	Streckensignal		
 rot	 rot	Halt	Haltsignal
		Halt	Bahnhofsignal nicht eingeschaltet Gestörtes Signal
 rot	 rot	Halt	Anhaltessignal bei Betriebsstörung Fernsprechruf, wenn nur kurz- etwa 3s - gezeigt
 grün	 grün	Fahrt	Fahrtssignal
 gelb	 gelb	Fahrt auf Sicht	Ersatzsignal bei Signalstörung Ersatzsignal bei Blockstörung
 gelb	 gelb	Drücken	Drücksignal
 rot gelb	 rot gelb	Vorrücken	Vorrücksignal bei Betriebsstörung
 rot gelb	 rot gelb	Drücken	Drücksignal bei Betriebsstörung
 Dauerlicht  Blinklicht  Blinklicht		SEV3226	

Fig. 10
Signaltabelle

signale im Bahnhofabschnitt liegen, kommt ein dritter Schrank dazu. Die Batterie wird aus dem Drehstromnetz der örtlichen Elektrizitätsversorgung gepuffert und ist so bemessen, dass sie bei einem Netzausfall mehrere Stunden lang den Strombedarf der Blockschaltung und der Signalbeleuchtung decken kann. Netzmelder und Batteriespannungsüberwacher melden über eine besondere Meldeschleife einen Ausfall zum Leitstand und lassen ausserdem am Batterieschrank im Bahnhof eine für das Fahr- und Unterhaltungspersonal gut sichtbare rote Warnlampe aufleuchten. Die Relais sind für die Block- und die Meldegruppe getrennt in je einem Relaiskoffer zusammengefasst. Diese Koffer sind austauschbar auf Steckerleisten in den Schränken eingesetzt. Es werden die in der Eisenbahnsignaltechnik bekannten und bewährten Siemens K50-Relais verwendet, die auch bei den starken vom Gerüst der Schwebbahn herrührenden Rüttelschwingungen einwandfrei arbeiten. Fig. 11 zeigt einen geöffneten Schaltschrank.

Die zentralen Schalteinrichtungen sind in der Mitte der Strecke auf einem Bahnsteig des Bahnhofes Döppersberg gemeinsam mit dem Leitstand untergebracht. Eine Ansicht der Betriebsräume gibt Fig. 12. Auf Bahnsteighöhe liegen ein grosser Batterieraum mit der 60-V-Zentralbatterie der Signalanlage, der 24-V-Bahnhofbatterie und einer 60-V-Batterie für die Fernsprech- und Uhrenanlage, sowie der Aufenthaltsraum für das Wartungspersonal. In Stockwerkhöhe darüber liegen der Leitstand mit dem Stellisch und daran anschliessend der Relaisraum, in dem die von den beiden Streckenhälften ankommenden Streckenkabel münden. Dort

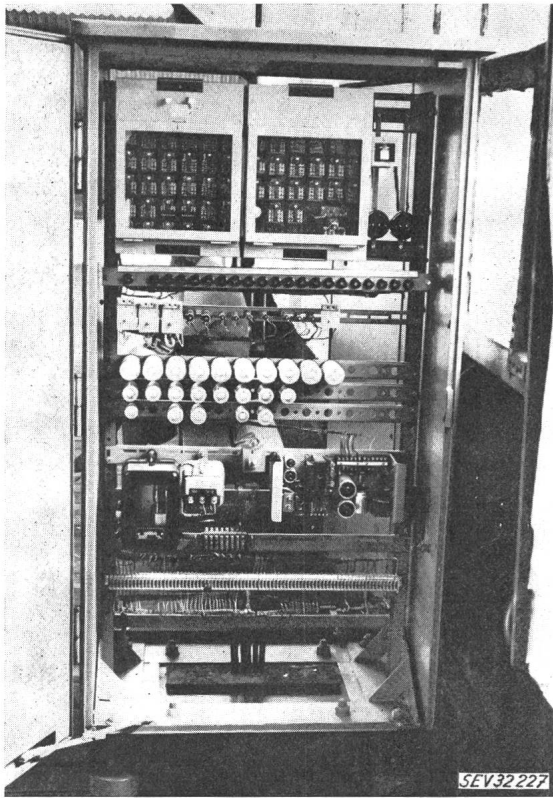


Fig. 11
Bahnhofsschaltschrank

befinden sich die zentrale Relaisanlage, die in Relaisgestellen untergebracht ist, sowie die Stromversorgungseinrichtungen, die Betriebsfernsprechzentrale und die zentrale Steuerungsanlage der Bahnhofsuhren.

Für die Streckenkabel wurde folgender Aufbau gewählt: Vollpolyäthylenisolierte, paarig verseilte Adern, um die Kabelseele ein Zwischenmantel aus Vollpolyäthylen, darüber ein statischer Schirm aus Aluminium und ein Aussenmantel aus Vollpolyäthylen. Zwischen den Bahnhöfen sind zwei Streckenkabel verlegt, und zwar das *Signalkabel*, mit den Adern für den Selbstblock, für die Meldeschleife zum zentralen Relaisraum, für die Meldeschleife der Netz- und Batterieüberwachung, für die Prüfschleife des Anhaltesignals und eine Steuerleitung zur Einschaltung der Beleuchtung unbesetzter Bahnhöfe und das *Fernsprechkabel*, mit den Adern für die Betriebs- und für die Streckenfernsprechanlage sowie für die Uhrenanlage. Das Fernsprechkabel hat ausserdem Reservadern für den gesamten Bedarf des Signalkabels. In den Bahnhofsschaltsschränken sind die ankommenden und abgehenden Streckenkabel auf besondere Trennstück-

leisten geführt. Bei Ausfall des Signalkabels können durch Umstecken von schnurlosen Steckern die Adern des Signalkabels auf das Fernsprechkabel umgeschaltet werden. Damit ist für die Schaltung des Selbstblockes eine hundertprozentige Reserve vorhanden.

Die Streckenkabel sind über das Gerüst geführt. Die Halterung erfordert wegen der ungewöhnlich heftigen Rüttelschwingungen der Stahlkonstruktion besondere Massnahmen. Nach langwierigen Versuchen wurde folgende Aufhängung als die geeignetste gefunden. Auf dem Gerüst ist alle 3 m ein Tragbügel angebracht. Daran hängt an einer 10 bis 15 cm langen Feder eine 2,55 m lange Spirale, die das Kabel nach Art eines «Japanischen Fingers» umfasst und trägt. Durch diese Anordnung schwingt das Kabel bei Rüttelschwingungen des Gerüsts nur leicht. Kurze harte Schwingungen, die auf die Dauer zu Adernbrüchen führen können, treten nicht auf. In Längsrichtung wird das Kabel festgehalten, ohne dass der Mantel durch die Spirale unzulässig stark gedrückt wird. Fig. 13 zeigt:

- a) Die am Tragbügel links angeschraubte Aufhängung. Das Kabel liegt ausgezogen darunter.
- b) Das Einwickeln des hochgenommenen Kabels in die Spirale der Aufhängung.
- c) Das aufgehängte Kabel.

Rechts daneben sind ältere Ausführungen von Kabelaufhängungen zu sehen. Rechts aussen hängt ein freitragendes Leichtbauluftkabel mit einvulkanisiertem Trageil und aufgesetzter Tragklemme. Daneben links liegt ein Kabel in Tragbändern, die an einem Spanndraht befestigt sind.

7. Die Zugbeeinflussung

Die vorhandenen Fahrzeuge haben keine Kleinspannungsanlage. Ein nachträglicher Einbau würde auf Kosten des Fassungsvermögens gehen, da das höchstzulässige Wagen-gewicht mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit des Gerüsts begrenzt ist. Im Zug der Erneuerung des zum überwiegenden Teil über 60 Jahre alten Wagenparks ist beabsichtigt, Gelenkwagen zu beschaffen, die an Stelle der bisher eingesetzten Zweiwagenzüge ein grösseres Fassungsvermögen und



Fig. 12
Die zentralen Betriebsräume
mit dem Leitstand im Bahnhof Döppersberg

vor allem eine erhebliche Personaleinsparung bringen würden. Für den Zweiwagenzug werden ein Fahrer und zwei Schaffner benötigt. Der Gelenkwagen könnte im Einmannbetrieb gefahren werden. Zur Sicherung des Zuglaufs wäre dann eine Totmanneinrichtung und eine Zugbeeinflussung notwendig. Zur Untersuchung der Verhältnisse wurde aus zwei Wagen, Baujahr 1950, durch Einfügen eines Mittelteiles mit zwei Gelenken ein Probegelenkwagen gebaut. Dieser wurde mit einer Kleinspannungsanlage ausgestattet. Daher war der Einbau einer Versuchseinrichtung für die Zugbeeinflussung möglich.

Entsprechend dem System der Signalanlage wurde ebenfalls eine magnetische Übertragung gewählt, mit dem Unterschied, dass hier der Sender fest auf dem Gerüst angebracht ist, während sich der Empfänger am Wagen befindet. Der Sender besteht aus einem Dauermagneten, der von einer Löschwicklung umschlungen ist. Es war ursprünglich daran gedacht, den Strom der Grünlampe des Signals über diese

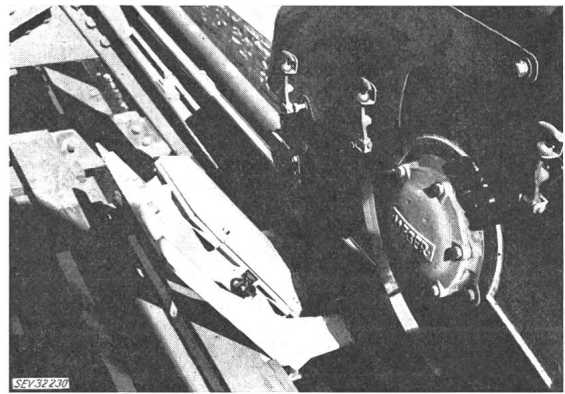


Fig. 14
Sender für die Zugbeeinflussung auf dem Gerüst mit Empfänger eines vorbeifahrenden Zuges

Löschwicklung zu führen und so für die Signalstellung «Fahrt» das Magnetfeld unwirksam werden zu lassen. Es soll aber auch unterdrückt werden, wenn Fernsprechruf oder Anhaltensignal bei freiem Block gestellt sind. Deshalb wurde ein von der Blockschaltung entsprechend gesteuertes besonderes Relais und besondere Leitungen zum Beschalten der Löschwicklung vorgesehen. Fig. 14 zeigt Streckenmagneten und Fahrzeugempfänger bei der Vorbeifahrt eines Zuges.

Wenn ein Zug ein Haltsignal überfährt, löst das Magnetfeld des Streckenmagneten im Fahrzeugempfänger einen Impuls aus, der über eine Schalteinrichtung den Fahrstrom abschaltet und die Druckluftbremse einleitet. Nach einer Zwangsbremmung kann erst weitergefahren werden, wenn eine plombierte Lösetaste gedrückt wurde. Vor dem Überfahren der Sondersignale «Fahrt auf Sicht», «Drücken» und «Vorrücken» sowie beim befehlsmässigen Überfahren eines gestörten dunklen Signals muss eine mit einem Zählwerk verbundene Taste gedrückt werden. Ein Zeitrelais unterbricht die Weitergabe des vom Sender kommenden Impulses für einige Sekunden und gestattet die ungehinderte Weiterfahrt des Zuges. Die Laufzeit des Zeitrelais wird durch das Aufleuchten einer Kennlampe dem Fahrer angezeigt.

Die Bestückung aller Signale mit Sendern zur Zugbeeinflussung wird mit der in Aussicht genommenen Erneuerung des Wagenparks erfolgen. Dann wird auch die Gefahr, dass ein Zug, der ein Haltsignal nicht beachtet, auf den Vorzug auffährt, gebannt.

Die neue Signalanlage der Schwebbahn erfüllt die besonderen Bedingungen dieses Bahnsystems und stellt eine bemerkenswerte Weiterentwicklung auf dem Gebiet des Selbstblocks dar.

Adresse des Autors:
Dipl.-Ing. H. Merkel, Regierungsbaumeister, Oberingenieur der Wuppertaler Stadtwerke AG, Berg-Mark-Strasse 2, 56 Wuppertal-Barmen (Deutschland).

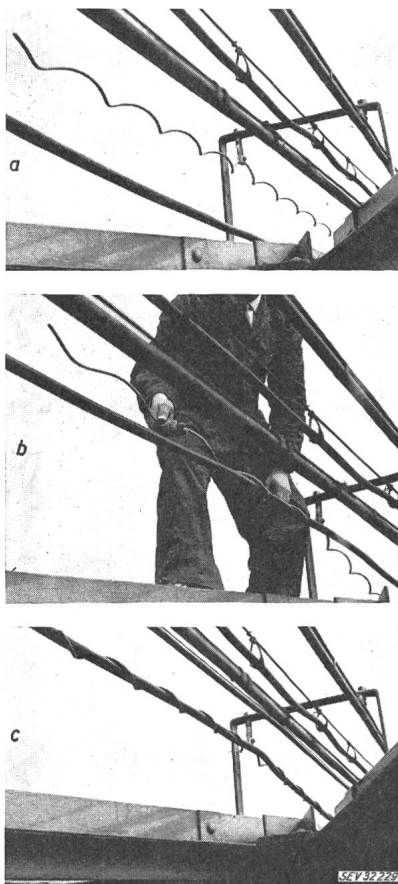


Fig. 13
Führung und Halterung von Streckenkabeln auf dem Gerüst der Schwebbahn
Erklärungen siehe im Text