

Der selbsttätige Streckenblock auf den Niederländischen Eisenbahnen.

Von Dipl.-Ing. J. H. Verstegen, Abteilungs-Vorstand der Niederländischen Eisenbahnen*).

Einleitung.

Am 8. Juni 1926 wurde der erste selbsttätige Streckenblock in den Niederlanden in Betrieb genommen, und zwar auf der Strecke Gouda—Oudewater (Hauptstrecke von Utrecht nach den Haag und Rotterdam) mit vier Blockstrecken in jeder Richtung. Hierauf folgten:

Berkum—Dedemsvaart (Hauptstrecke von Zwolle nach Groningen und Leeuwarden) mit zwei Blockstrecken in jeder Richtung;

Utrecht—Vleuten (ebenfalls Hauptstrecke von Utrecht nach den Haag und Rotterdam) mit vier Blockstrecken in der Richtung von Utrecht und drei in entgegengesetzter Richtung;

Amsterdam—Weesp (Hauptstrecke von Amsterdam nach Amersfoort) mit vier Blockstrecken in der Richtung von Amsterdam und drei in entgegengesetzter Richtung und

Dordrecht—Willemsdorp (Hauptstrecke von Rotterdam nach Roosendaal und Breda) mit drei Blockstrecken in jeder Richtung.

Insgesamt sind das ungefähr 50 km Doppelgleis mit 44 selbsttätigen und 24 halbselftätigen Haupt- und Vorsignalen.

(Als halbselftätige Signale werden hier solche bezeichnet, die zur Einfahrt in eine Reihe selbsttätiger Blockabschnitte Zustimmung geben und dazu von Hand bedient werden, aber vom Zuge selbst nach dem Vorbeifahren mittels einer Haltfallvorrichtung auf „Halt“ oder „Vorsicht“ gestellt werden. Der „Haltfaller“ kann selbstverständlich keinen Strom bekommen, bevor der Zug die Blockstrecke geräumt hat.)

In Ausführung ist die Strecke:

Tilburg—Gilze-Rijen (Hauptstrecke von Tilburg nach Boxtel) mit drei Blockstrecken in jeder Richtung.

Geplant sind die Strecken:

Hoek van Holland—Maassluis (Hauptstrecke vom Hoek van Holland nach Rotterdam und nach den Haag—Amsterdam) mit drei Blockstrecken in jeder Richtung und

Boxtel—Best (Hauptstrecke von Boxtel nach Eindhoven) ebenfalls mit drei Blockstrecken in jeder Richtung.

Insgesamt sind dies gut 30 km Doppelgleis mit 24 selbsttätigen und 18 halbselftätigen Haupt- und Vorsignalen.

Auch auf elektrisch betriebenen Strecken ist die Einführung des selbsttätigen Streckenblocks geplant, und zwar mit Wechselstrom und Lichttagessignalen auf den Teilstrecken den Haag—Voorschoten (Hauptstrecke von den Haag nach Amsterdam) und den Haag—Loolaan (den Haag—Rotterdam), insgesamt sieben Blockstrecken in jeder Richtung auf ungefähr 14 km Doppelgleis mit 20 selbsttätigen und 9 halbselftätigen Haupt- und Vorsignalen. (Dabei wird Voorschoten eine elektrische Sicherungsanlage bekommen, ebenfalls mit Lichttagessignalen.)

Geschichtliches.

Der große Aufstieg des selbsttätigen Streckenblocks in den Vereinigten Staaten Nord-Amerikas begann im Jahre 1911. Damals wurde nach eingehenden Untersuchungen beschlossen,

*) Ein Teil dieser Mitteilungen ist erschienen in der Niederländischen Zeitschrift „Spoor- en Tramwegen“ 1932, zweites Halbjahr, Heft 6, 7 und 8.

den selbsttätigen Streckenblock als grundsätzlich erwünscht allgemein einzuführen. Alsbald wurden die Grundlagen gründlich durchforscht. Dabei wurden Apparate und Sonderteile genau durchgebildet mit dem Ergebnis, daß jetzt von den Eisenbahnen mit Personenverkehr (rund 200 000 Meilen) ein volles Drittel mit dem selbsttätigen Streckenblock ausgerüstet ist.

In Europa ist man erst später zu umfangreicherer Anwendung auf Hauptbahnen gekommen. In Frankreich beispielsweise, wo die „Midi“ schon vor längerer Zeit Erprobungen durchgeführt hatte, ist man aber erst später zu umfangreicherer Anwendung gekommen, so daß z. B. die Staatsbahn in den letzten Jahren von den tüchtigsten französischen Fabriken dieses Fachgebietes ausgedehnte Strecken ausrüsten ließ.

Auch in England nimmt die Verbreitung zu, während verschiedene andere Länder Europas erst in den Anfängen stehen.

In Deutschland ist die Anwendung hauptsächlich auf Stadtbahnen, Hoch- und Untergrundbahnen beschränkt.

Daß sich der selbsttätige Streckenblock in Europa erst später durchsetzte als in Amerika, wird im allgemeinen an den gleichen Gründen liegen wie in den Niederlanden. Die größere Bevölkerungsdichte führte zu weitgehender Bewachung der Überwege, so daß fast jede Blockstelle mit einem bewachten Überweg vereinigt werden konnte. Besondere Bedienungskosten für den Streckenblock entstanden somit nicht. Überdies waren vor dem Kriege die Löhne viel niedriger als in Amerika.

Seit dem Kriege ist aber aus der Notwendigkeit des Sparens die Bewachung von Überwegen weitgehend eingeschränkt worden, so daß die Einführung des selbsttätigen Streckenblocks zu weiterer Personalersparnis führen kann.

Der Gleisstromkreis.

Der selbsttätige Streckenblock hat seinen Aufstieg der Erfindung des sogenannten „trackcircuit“ (Gleisstromkreis oder isolierte Schiene) zu verdanken. William Robinson, Gründer der Union Electric Signal Co, hat ihn schon 1870 erfunden.

Um einen Gleisstromkreis zu bilden, wird bekanntlich ein Teil eines Schienenstranges von den beiderseits anschließenden Teilen dadurch isoliert, daß die gewöhnlichen eisernen Laschen an den Übergangsstellen durch isolierende ersetzt werden. In Abb. 1 sind diese Isolierstöße angegeben; dabei ist eine Batterie an einer Seite des isolierenden Teils angeschlossen und ein Relais an der anderen. Der Strom der Batterie fließt also durch die Schienen des isolierten Teils, durch das Relais und durch die gegenüberliegenden nichtisolierten Schienen nach der Batterie zurück: das Relais ist angezogen.

Es fließt auch Strom vom isolierten Teil nach den gegenüberliegenden, nichtisolierten Schienen über die hölzernen Schwellen zur Erde, der sogenannte Leckstrom. Seine Größe ist abhängig von der Lage des Gleises und vom Wetter; er darf nicht so groß werden, daß für das Relais zu wenig Strom übrig bleibt, um es anzuziehen.

Wird das isolierte Gleis befahren, dann bilden die Räder und Achsen einen Kurzschluß über dem Gleise: das Relais bekommt zu wenig Strom und fällt ab.

Das Relais ist also angezogen bei freiem Gleis und abgefallen bei besetztem Gleis. Dieses sogenannte Ruhestromprinzip bildet eine große Sicherheit; wenn nämlich das Relais infolge einer Störung abfällt, obschon das isolierte Gleis frei ist, wird die besetzte, also die gefährliche Lage angezeigt.

Würde nach dem umgekehrten Prinzip gearbeitet, das heißt mit Arbeitsstrom, so würde das abgefallene Relais mit dem freien Gleis, also mit der sicheren Lage, übereingehen. Eine Störung würde dann gesicherten Zustand anzeigen, obschon das Gleis besetzt sein könnte. Es ist merkwürdig, daß fast alle Erfinder (und das sind nicht wenige), die den Eisenbahndirektionen mit ihren Erfindungen „zur vollkommenen Verhütung von Eisenbahnunfällen“ lästig fallen, gegen diese unumstößlichen Grundsatz sündigen.

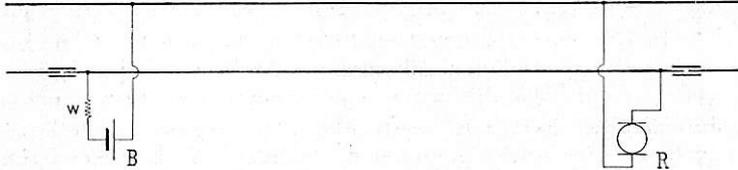


Abb. 1.

William Robinson.

Sogar William Robinson, der Erfinder des Gleisstromkreises nach Abb. 1, ist anfangs diesem Irrtum nicht entgangen.

Einige Zeit nach Abschluß seines Studiums warf er sich mit allem Eifer auf die Entwicklung eines selbsttätigen Streckenblockes, da gerade einige sehr schwere Eisenbahnunfälle in Amerika die Gemüter stark entrüstet hatten.

Gelegentlich einer Ausstellung in New-York brachte er 1870 ein Modell zur Schau, das von der „Philadelphia and Erie Railroad“ zu einer Probeausführung angenommen wurde. Merkwürdig ist, daß in Amerika von vornherein eigentlich nur an einen selbsttätigen Streckenblock gedacht wurde, ganz verschieden von Europa, wo vorzügliche handbediente Streckenblocksysteme, z. B. die berühmten Blockapparate von Siemens und Halske (auch in den Niederlanden) zu weiter Verbreitung kamen. Das liegt eben daran, daß die Verhältnisse hüben und drüben ganz verschieden sind.

Die erste Bauart von Robinson war von unserer jetzigen Erkenntnis aus gesehen, noch sehr unzulänglich, obschon die meisten Erfinder heute noch mit dergleichen Systeme ankommen. Der Zug befährt an einem bestimmten Punkt eine Art Pedal, wodurch ein Stromkreis geschlossen und dadurch das Signal auf „Halt“ gebracht wird. Befährt nun der Zug einen darauffolgenden gleichen Punkt, so tritt die umgekehrte Wirkung ein. Selbstverständlich ist diese Einrichtung stark anfechtbar, aber es scheint, daß keiner kritischer war als der Erfinder selbst; da es wirklich zu einer Probe gekommen war, hielt er ein tieferes Eindringen für unumgänglich.

Er erwog folgende Fälle: a) Wenn ein Zug, der in die gesicherte Strecke eingefahren ist und das Signal hinter sich auf „Halt“ gebracht hat, in zwei Teile zerreißt, so könnte der vordere Teil die Strecke wieder freigeben und das Signal wieder auf „Fahrt frei“ kommen, obschon ein Teil des Zuges zurückgeblieben wäre.

b) Wenn ein Zug von der anderen Seite in die gesicherte Strecke einfahren oder eine Rangierfahrt von dorthier stattfinden würde, bliebe das Signal ruhig auf „Fahrt frei“ stehen.

c) Wenn eine Störung im Stromkreis entstehen würde, sei es, daß ein Draht oder eine Verbindung reißt oder daß die Batterie versagt, so würde das Signal „Fahrt frei“ zeigen.

Robinson zog daraus den Schluß, daß es vor allem nötig sei, daß jedes Räderpaar des Zuges, und zwar in der ganzen gesicherten Strecke, Einfluß auf den Stand des Signals üben

könne. Auf diese Weise wurde er auf die Lösung mit der isolierten Strecke geführt*).

Im Jahre 1871 kam er um Erteilung eines Patenten ein, und schon 1872 zeigte er auf einer Ausstellung in Erie dieses System mit großem Erfolg. Ihm wurde angetragen, die schon ausgeführte Probeanlage umzubauen. Dabei hatte er im Anfang sehr viel Mühe, um über die ganze $\frac{5}{4}$ Meilen lange Strecke hinweg am Ende eine genügende Stromstärke zu behalten. Es stellte sich heraus, daß die gewöhnlichen eisernen Stoßverbindungen doch zuviel Widerstand haben, um die Ströme genügend durchzulassen.

Deshalb überbrückte er die Stöße mit kupfernen Schienenverbindern. Nachdem diese Verbesserung angebracht war, konnte er die Probestrecke zu genügender Wirkung bringen.

Das Patent wurde ihm in Frankreich schon im Februar 1872 erteilt, in Amerika selbst aber erst im August desselben Jahres.

Selbstverständlich hatten die Apparate, die in seinem System nötig waren, noch einen langen Entwicklungsgang zu durchlaufen, ein Weg, der auch jetzt noch nicht völlig bewältigt ist.

Bildung einer selbsttätigen Blockstrecke aus dem Gleisstromkreis.

(Zum Vergleich ist in Abb. 2 die von Siemens und Halske eingeführte Kontaktwirkung erläutert. Wenn, wie links gezeichnet, von einem Kontakt a—b geschlossen und a—c unterbrochen ist, so endigt der kleine Bogen im Winkel auf der Linie a—b und schneidet (verbricht) die Linie a—c. Rechts ist angegeben, daß bei der Umschaltung des Kontakts a—c geschlossen und a—b unterbrochen ist.)

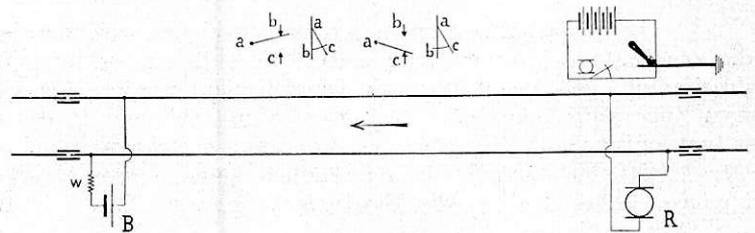


Abb. 2.

Wenn man über Kontakte des Gleisrelais in angezogener Lage (d. h. bei freiem Gleis) zu einem Signalantrieb mit Motor Strom führt, so daß der Signalarm auf „Fahrt frei“ gestellt und in dieser Lage auch festgehalten wird, so erreicht man, daß das Signal selbsttätig „Fahrt frei“ zeigt bei unbesetztem und „Halt“ bei besetztem Gleis, weil im letzten Fall der Haltstrom unterbrochen wird und der Signalarm durch das eigene Gewicht auf „Halt“ fällt. Um einen selbsttätigen Streckenblock mit mehreren Blockstrecken zustande zu bringen, ist es daher nötig, die Strecke in isolierte Teile (Blockstrecken) zu zerlegen, wobei am Anfang jeder Blockstrecke ein Signal die Lage in der dahinter liegenden Blockstrecke selbsttätig anzeigt.

Es ist klar, daß die Länge dieser isolierten Gleise bedeutend größer wird als die sonst übliche „isolierte Schiene“ und daß der Widerstand gegen Leckströme, „der Übergangswiderstand“, niedrig wird, was von großem Einfluß auf die richtige Wirkung der Relais sein kann.

Darum muß der Einbau und die Unterhaltung sehr sorgfältig durchgeführt werden; die Gleisrelais müssen sehr genau und empfindlich arbeiten und die Signalantriebe sehr gut durchkonstruiert sein, um die Zahl der Störungen niedrig zu halten.

*) Nicht unmöglich wird in der Zukunft dasselbe Ziel mit anderen Hilfsmitteln erreicht, wie u. a. von Dr. Bäseler vorgeschlagen, aber man kann sagen, daß jetzt das isolierte Gleis noch das erprobte Hilfsmittel ist.

Um den Übergangswiderstand zu erhöhen, werden beide Schienenstränge des Gleises isoliert, wie Abb. 2 zeigt. Überdies wird man dadurch auch unabhängiger von Fremdströmen.

Der größere Übergangswiderstand entsteht, falls beide Schienenstränge isoliert sind, dadurch, daß die zwei gegenüberliegenden Schienenstränge dasselbe Potential gegen Erde haben, also auch denselben Widerstand nach Erde.

Der Leckstrom, der teilweise auf allen möglichen, direkten Wegen entlang von einer Schiene nach der gegenüberliegenden strömt, nimmt andernteils seinen Weg über Erde, dem Nullpotential. Der zweite Teil findet also, wenn beide Schienenstränge isoliert sind, einen größeren Widerstand (nämlich zweimal den Widerstand von einer Schienenreihe nach Erde) von der einen nach der anderen Seite, als wenn ein Schienenstrang geerdet ist (nämlich einmal den Widerstand von einem Schienenstrang nach Erde). Auch der zusammengesetzte Widerstand ist also im ersten Fall größer.

Der normal geöffnete und der normal geschlossene Streckenblock.

Ein Streckenblock nach Abb. 2 ist ein sogenannter „normal geöffnet“ Streckenblock, d. h. die Signale kommen bei freier Strecke ohne weiteres selbsttätig auf „Fahrt frei“ und zeigen also im Ruhezustande „Fahrt frei“.

Man hat jedoch auch den „normal geschlossenen“ selbsttätigen Streckenblock ausgeführt, wobei also das Stellen eines Signals auf „Fahrt frei“ nicht nur von dem Freisein der Blockstrecke abhängig ist, sondern überdies auch von der Annäherung eines Zuges (z. B. wenn dieser in die vorhergehende Blockstrecke einfährt). Bei dieser Anordnung stellt also der Zug das Signal vor sich selber auf „Fahrt frei“ und hinter sich wieder auf „Halt“.

Ohne Zweifel hat das „normal geschlossene“ System Vorzüge, wenigstens wenn der Betrieb nicht außergewöhnlich dicht ist. Vorteilhaft ist die Stromersparnis, weil die Signale nicht lange auf „Fahrt frei“ bleiben, besonders aber die Verminderung der Möglichkeit, daß ein Signal hinter einem Zug durch Festfrieren hängen bleibt. (Für die Niederlande ist das besonders beachtlich, weil Sonntag nachts so gut wie keine Züge verkehren.)

In Amerika wurde aus diesen Gründen anfangs oft das „normal geschlossene“ System gewählt, in Frankreich sogar ausschließlich. Weil aber die Schaltungen für das „geschlossene“ System viel verwickelter sind, hat man in Amerika versucht, die Nachteile des „geöffneten“ Systems soweit wie erreichbar herabzusetzen, um die Vorteile einer möglichst einfachen Schaltung zu gewinnen. So genügt für den in den Niederlanden benutzten amerikanischen Signalantrieb eine Stromstärke von ± 10 mA bei 8 bis 10 V Spannung, um den Signalarm in der Fahrtfreistellung festzuhalten. Überdies bietet die eingeführte Bauart des Antriebs, der mit dem Signalarm praktisch ein Stück bildet und mit Bügeln oben am Mast aufgehängt wird, so daß alle Übertragungen mittels Gestänge usw. überflüssig werden, nach dem Urteil amerikanischer Sachverständiger eine völlige Sicherheit gegen das Hängenbleiben in der Freistellung nach Unterbrechung des Haltestroms. Die Amerikaner gehen sogar so weit, daß sie in ihre Schaltungen keinerlei Sicherungen bringen um zu überwachen, daß ein Signal den Zug in der Blockstrecke gedeckt hat, bevor das vorhergehende Signal wieder auf „Fahrt frei“ kommen kann. Für niederländische Begriffe ist das ein uneinnehmbarer Standpunkt, weil diese Sicherung eine Hauptbedingung ist für alle unsere Blocksysteme.

In Deutschland hat man diesen Grundsatz ebenso wenig angenommen, vielmehr ist diese Überwachung in den Schaltungen für den selbsttätigen Streckenblock bestimmt angebracht. (Vergl. „Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nebst einigen Vorläufern“ von Geh. Baurat Dr. Ing. G. Kemmann und verschiedene Ver-

öffentlichungen in der Siemens-Zeitschrift von Prof. Dr. Ing. Arndt, anfangend mit „Der selbsttätige Streckenblock“ in Heft 12 von 1923 unter „Die Abhängigkeit zwischen den Signalen“. Ferner sei noch, obschon nicht in diesem Verband, auf die hervorragende Arbeit „Der Energiebedarf des Gleisstromkreises der selbsttätigen Signalanlagen“ in Heft 12 von 1927 hingewiesen.)

Tatsache ist aber, daß während unserer, fast achtjährigen Erfahrung kein Fall von Hängenbleiben festgestellt worden ist.

In Amerika gibt es auch mehrere Eisenbahnen, wo diese Sicherung in den Schaltungen angebracht ist, wie auch Signalantriebe in Betrieb sind, die unten am Mast angebracht sind und mittels Gestängeübertragung nach oben den Signalarm antreiben. Man kann nämlich auch Bedenken anführen, daß die Unterhaltung des Signalantriebs oben im Mast erschwert ist. Dieser Nachteil bedeutet aber meines Erachtens nichts im Vergleich zu dem großen Vorteil, daß von der Bewegungsübertragung nur ein kurzes Stückchen der Achse in der Außenluft sich befindet, wenn der Signalantrieb oben am Mast liegt.

Auch in Frankreich wirkt man jetzt mehr und mehr auf vereinfachte Schaltungen hin und damit auf den „normal geöffneten“ selbsttätigen Streckenblock, weil die Erfahrung bewiesen hat, daß ein großer Teil der Störungen durch die verwickelten Schaltungen verursacht wird*).

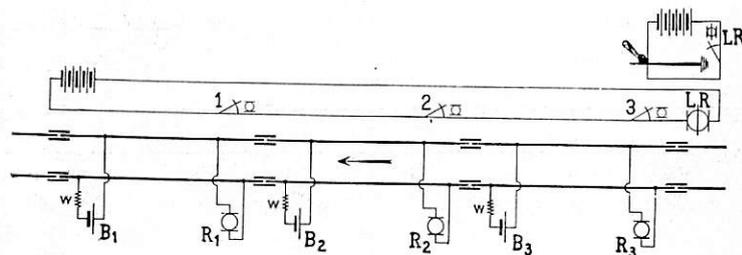


Abb. 3.

Blockstrecke länger als ein isoliertes Gleis.

In Abb. 2 ist angenommen, daß die Länge eines isolierten Gleises übereinstimmt mit der Länge einer Blockstrecke. Obschon mit der Länge eines isolierten Gleises sehr weit gegangen werden kann (wir haben schon einige Längen von 1600 bis 1800 m mit Gleichstrom), ist oft die Länge einer Blockstrecke größer als ein isoliertes Gleis. Die Blockstrecke ist dann in zwei oder mehr isolierte Gleise zu unterteilen.

Die Fahrtfreistellung des Signals ist dann abhängig zu machen von zwei oder mehr angezogenen Gleisrelais. Diese Abhängigkeit kann auf zwei Weisen erreicht werden:

1. Mit einer Schaltung nach Abb. 3: mittels eines Stromkreises durch ein Linienrelais in der Nähe des Signals, über die Kontakte der Gleisrelais einer Blockstrecke in Ruhestromschaltung, während die Fahrtfreistellung des Signals abhängig ist vom Linienrelais. Für den Stromkreis des Linienrelais sind die Strecke entlang zwei Drähte erforderlich, die bei der zweiten Art der Schaltung nicht nötig werden;

2. mit einer Schaltung nach Abb. 4 wird die Stromlieferung einer Gleisbatterie abhängig gemacht vom nahe gelegenen Gleisrelais des folgenden isolierten Gleises, wodurch das Gleisrelais in der Nähe des Signals die Lage der ganzen Blockstrecke wiederholt.

Mit der Schaltung nach Abb. 4 sind also keine Leitungen und keine Linienrelais nötig und das bedeutet eine große Ersparnis. Gleichwohl wurde für die erste Strecke Gouda—

*) Vielleicht ist es nicht überflüssig, im Anhang zu diesen Mitteilungen auch etwas von den handbedienten Blocksystemen in den Niederlanden zu berichten, weil über die Frage „normal geöffnet“ oder „normal geschlossener“ Block die Ansichten in Deutschland und den Niederlanden verschieden sind.

Oudewater die Schaltung nach Abb. 3 gewählt und zwar vorsichtshalber, weil in den Stromkreisen mit ihren sehr niedrigen Spannungen und Stromstärken schon kleine Widerstände maßgebenden Einfluß ausüben können, so daß schon der Widerstand eines Kontaktes wichtig sein kann.

Darum haben wir solche Kontakte auch doppelt (parallel geschaltet) benutzt, wodurch überdies die Möglichkeit von Störungen verringert wird.

Nehmen wir jetzt an, daß die isolierten Strecken unter gleichen Verhältnissen aufeinander folgen, dann wird in der Schaltung nach Abb. 4 das Relais 2 etwas weniger Strom empfangen als Relais 1, infolge des Widerstandes des Kontaktes von Relais 1 im Stromkreis der Batterie 2. Würde jetzt bei sehr nassem Wetter Relais 2 z. B. nicht mehr die richtige Stromstärke für den höchsten Kontaktdruck empfangen, so bekommt Relais 3 noch weniger, vielleicht zu wenig Strom usw. In sehr langen isolierten Gleisen und langen Blockstrecken könnte dies Störungen zur Folge haben; dieses Wagnis war bei der ersten Anlage nicht ratsam.

Wohl aber wurde die Probe mit Schaltung 4 gemacht auf der Strecke Berkum—Dedemsvaart mit so gutem Erfolg, daß auch die folgenden Strecken danach ausgerüstet wurden.

Es wird jetzt die Schaltung 3 der ersten Strecke Gouda—Oudewater in Schaltung 4 umgeändert, weil sonst beim Abbau

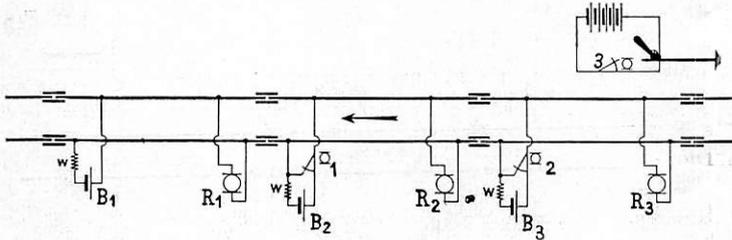


Abb. 4.

der Telegraphenleitungen die Drähte des Linienrelais an die Telephonleitung auf der anderen Seite der Bahn verlegt werden müßten.

Aufmerksamkeit verdient es noch, daß für elektrisch betriebene Strecken die Schaltung mit Wechselstrom für den selbsttätigen Streckenblock nach Abb. 4 nicht empfehlenswert ist, weil bei Ungleichheit der schweren Betriebsgleichströme im Gleis, bei abgefallenem Gleisrelais über seine Kontakte Stromwechsel stattfinden würde.

Die Wahl der Stromart.

Ursprünglich wurde erwogen, für die Gleisstromkreise und Signale Wechselstrom zu wählen.

Der Gebrauch von Wechselstrom für selbsttätigen Streckenblock entstand durch die Einführung des elektrischen Betriebs. Dadurch wurde es notwendig, die Schienen für zwei Stromkreise zu benutzen, d. h. dafür zwei verschiedene Stromsorten zu wählen. Bei Gleichstrombetrieb ist die Art des Wechselstroms für den selbsttätigen Streckenblock gleichgültig; bei Wechselstrombetrieb kann Wechselstrom von höherer Frequenz für die Gleisstromkreise benutzt werden, mit sogenanntem Frequenzrelais.

Mit dem Gebrauch von Wechselstrom werden die Schaltungen verwickelter; wenn beide Schienenstränge eines Gleises als Rückleitung für den Betriebsstrom benutzt werden müssen, ist es notwendig, um die Isolierstöße herum einen guten Durchgang für den Betriebsstrom zu schaffen, andererseits dem Wechselstrom einen schlechten Durchgang vorzulegen. Dazu werden die sogenannten Drosselstöße benutzt.

Der Gebrauch von Wechselstrom für einen selbsttätigen Streckenblock bietet aber derart große Vorteile, daß auch

auf Strecken mit Dampfbetrieb schon Wechselstrom benutzt wird. Die Gleisstromkreise werden unabhängiger von Fremdströmen; man kann mit Vorteil von Lichttagessignalen Gebrauch machen. Diese sind entstanden aus dem Wunsch, Tag- und Nachtsignal gleich zu machen und damit ein sehr einfaches Signal ohne bewegliche Teile zu bilden, was für einen selbsttätigen Streckenblock angesichts von Störungen wichtig ist.

Auch für den Gleisstromkreis selbst bietet der Gebrauch von Wechselstrom einen Vorteil. Man hat nämlich Zweiphasenrelais entworfen, bei denen eine der Phasen nur in den Gleisstromkreis geschaltet, die andere aber vom Gleis unabhängig ist. Dadurch kann das Relais viel empfindlicher gemacht und die Länge eines isolierten Gleises noch weiter gesteigert werden; auch kann man unter sonst zu ungünstigen Umständen doch noch durchkommen. Die Unterhaltung gestaltet sich bei Wechselstrom gleichfalls einfacher, weil die Batterien fortfallen.

Von dem Gebrauch von Wechselstrom wurde jedoch bei den niederländischen Eisenbahnen abgesehen, weil die Kosten der Stromlieferung zu hoch wurden, da ein Kabel die ganze Strecke entlang gelegt hätte werden müssen. Dagegen wurde erwogen, doch Lichttagessignale zu wählen und dazu tragbare Akkumulatorenbatterien zu verwenden, wobei zur Stromersparnis die Lampen mittels besonderer Relais, vom Zuge selbst angeschaltet werden sollten.

Schließlich gab aber die größere Möglichkeit von Störungen infolge der viel komplizierteren Schaltungen den Ausschlag, ferner die Tatsache, daß doch der andere große Vorteil des Wechselstroms, der Gebrauch von Wechselstromrelais, fortfiel. Darum wurde das Gleichstromsystem gewählt mit primären Batterien für die Gleis-, Linien- und Signalantriebsstromkreise, was unter den gegebenen Umständen einfacher und weniger kostspielig war.

Für die Anlagen, die mit Wechselstrom auf den elektrisch betriebenen Strecken in der Nähe von den Haag auszuführen sind, wird die Stromlieferung in der folgenden Weise geregelt:

Die Strecken den Haag—Voorschoten und den Haag—Loolaan liegen parallel, mit Loolaan ungefähr auf einem Drittel des Abstandes den Haag—Voorschoten. Die ganze Strecke entlang ist ein mehraderiges Schwachstromkabel für den selbsttätigen Streckenblock vorhanden. Für die in Voorschoten einzurichtende elektrische Sicherungsanlage braucht man Akkumulatorenbatterien für die Bedienung der Weichen und für den „Kuppelstrom“ der Lichttagessignale. In Loolaan besteht schon eine elektrische Sicherungsanlage mit Akkumulatorenbatterien. Die Batterien in Voorschoten und Loolaan werden für den selbsttätigen Streckenblock als Reserve dienen. Dazu wird Wechselstrom von 220 V durch das genannte Kabel nach den gewünschten Stellen geführt, nämlich für die Gleistransformatoren, die Relais und die Signale, und zwar von Voorschoten aus für ein Drittel der Strecke und von Loolaan aus nach beiden Seiten je ein Drittel. Bei Versagen des Netzstromes speisen die Batterien in Voorschoten und Loolaan Umformer zur Lieferung des benötigten Wechselstroms von 220 V. Weil diese beiden Wechselströme nicht „in Phase“ sind, müssen die beiden Stromlieferungen einander in der Mitte für einen Teil überlappen, damit am Anfang eines isolierten Gleises (Zweiphasen-Relais) und am Ende dieses Gleises (Transformator) mit demselben Strom gespeist wird.

Batterien.

Die niederländischen Eisenbahnen verwenden für die Batterien die in Amerika sehr viel verwendeten Ätznatron-Elemente, die eine wäßrige Lösung von NaOH, einen positiven Pol von Kupferoxyd und einen negativen Zinkpol enthalten. Der große Vorzug dieses Elements ist der geringe innere

Widerstand; die Spannung ist neu $\pm 0,7$ V, das Element endigt mit 0,6 V. Die Kapazität ist 500 Amperestunden; der Fortgang des Verbrauchs kann von außen durch das Glasgefäß verfolgt werden, und zwar an dem Wegfressen des Zinkzylinders von unten nach oben.

Die größeren Batterien (für ein Signal 16 Elemente hintereinander) werden zur Abwehr von Frost in eingegrabenen

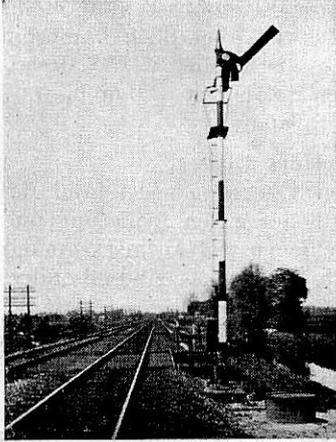


Abb. 5.

Betonschächten untergebracht, da bei zu großer Kälte die Spannung der Elemente sinkt. In Abb. 5 ist ein solcher Betonschacht zu sehen, dahinter ein selbsttätiges Vorsignal in der Fahrtstellung.

Für die Gleisstromkreise sind zwei Elemente parallel geschaltet, um die Lebensdauer zu verlängern; zugleich entsteht daraus die Möglichkeit, die Elemente im Wechsel auszutauschen. Sie sind übereinander in einem hölzernen Rahmen angebracht, aufziehbar in einem eingegrabenen eisernen Schacht, an welchem mittels eines Fußstückes, ein Relais-

kasten zur Aufnahme des Gleisrelais mit seinen Verbindungen befestigt ist.

Abb. 6 zeigt den hölzernen Rahmen, aufgezogen aus dem eingegrabenen Schacht, nebst Relaiskasten und Kabelschrank. Die Gleisbatterien liefern Strom durch einen regelbaren Widerstand (W in den Abb. 1 bis 4), um die Stromstärke für das Relais regeln zu können und mit einem kleinsten Widerstand, um die Stromstärke einzuschränken, wenn ein Zug die Strecke befährt und die Batterie kurzschließt.

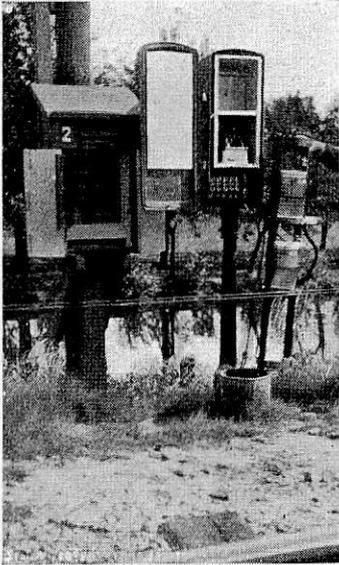


Abb. 6.

Für die Gleisbatterien wird mit einer Lebensdauer von $\frac{3}{4}$ bis 1 Jahr gerechnet, bevor Auswechslung der kombinierten Pole und Lösung nötig wird. Für die Blocksignalbatterien rechnen wir auf $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Jahr Lebensdauer, für die Vorsignalbatterien auf $2\frac{1}{2}$ bis 3 Jahre.

Durch eine geänderte Schaltung zwischen Haupt- und Vorsignal, worauf nachher näher einzugehen sein wird, kann die Lebensdauer der Blocksignalbatterien bis auf zwei Jahre erhöht werden.

Die Ergebnisse mit diesen Elementen sind sehr gut.

Jetzt werden auch französische Elemente „le Carbone“ erprobt, bei denen der positive Pol aus Kohle besteht, während im übrigen dieselben Stoffe benutzt werden wie in dem schon beschriebenen Elemente. Das Element hat gleichfalls 500 Amp.-Stunden Kapazität, der Kohlepol sogar 2500; die Spannung ist 1,2 bis 1 V. Das Element wird demnach für die Signalbatterien mit Vorteil verwendbar sein, wenn es sonst gute Ergebnisse liefert (während bei Verwendung für Gleisbatterien die höhere Spannung eine größere Sicherheit gegen ungenügenden Kurzschluß bei besetztem Gleis bietet).

Relais.

Die Gleisrelais (Abb. 7, links) sind die in Amerika sehr viel verwendeten Gleichstromrelais mit einem Widerstand von 4 Ohm. Die Kontakte sind verschlossen in einem gläsernen Gehäuse untergebracht, alle Verbindungspunkte liegen außen auf dem Deckel. Das Relais braucht gut 60 m A für das Anziehen und fällt ab bei 40 m A. Für die langen isolierten Gleise hat die Batterie, wenn z. B. das Relais 80 m A empfängt, bei freiem Gleis ungefähr das Doppelte zu liefern, weil der Übergangswiderstand der langen isolierten Gleise ungefähr ebenso groß ist wie der Widerstand des Relais. Diese Zahlen gelten beispielsweise für ein isoliertes Gleis von 1250 m Länge in der Nähe von Utrecht. Die Spannung am Gleis ist dabei 0,36 bis 0,38 V, steigend von der Relaisseite bis zur Batterie-

Seite. Diese Zahlen beziehen sich auf die Bauart des Relais, die wir jetzt seit ungefähr fünf Jahren allgemein verwenden. Wir hatten vorher eine andere Bauart, mit der wir aber nach einigen Jahren tadelloser Wirkung eine sehr unangenehme Überraschung erlebten.

Einige Stück von den Hunderten, die wir schon im Betriebe hatten, zeigten eine Art Korrosion an den Kontakten, wodurch sich diese verbogen. Die Ursache konnte nie ganz aufgeklärt werden; merkwürdig war aber, daß die Korrosion nur auftrat an einigen Relais auf der Strecke Gouda—Oudewater, und zwar draußen im Relaiskasten. Man könnte vermuten, daß einige Relais aus einer Sendung einen Materialfehler aufwiesen, der bei der Nachprüfung in der Werkstatt nicht bemerkt wurde.

Nun war gerade damals eine neue Bauart von Relais erschienen mit einer ganz neuen Anordnung der Kontakte. Dieses Relais brauchte überdies weniger Stromstärke, was bei Batterien besonders wichtig ist. Auch sonst zeigte das Relais sehr gute Eigenschaften. Der Lieferant der Relais bot an, sämtliche in Betrieb befindende Relais gegen die

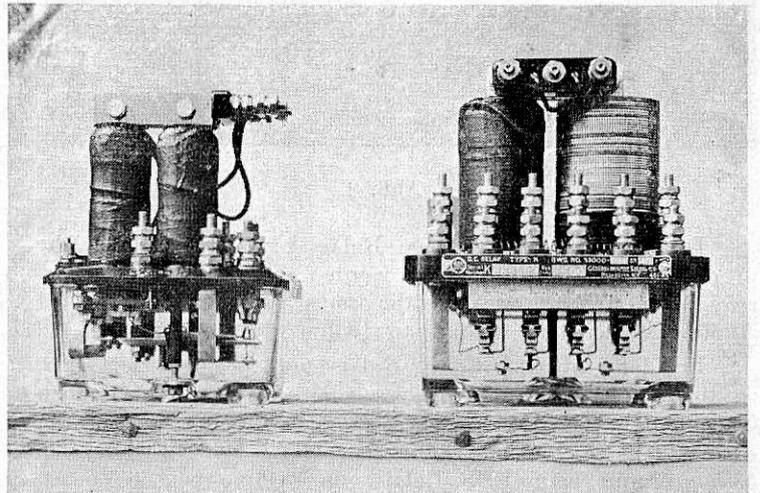


Abb. 7.

neue Form Relais auszuwechslern; dies geschah und bis jetzt hat sich kein Fehler an den neuen Relais gezeigt.

In Abb. 8 sieht man ein Relais alter Art in einem Relaiskasten auf dem Fußstück, das den Relaiskasten am Batteriebehälter befestigt. Links ist der Kabelkasten zu sehen.

Die Linienrelais sind von derselben Bauart wie die Gleisrelais; der Widerstand ist 1000 Ohm und das Relais braucht 6 m A; sie sind in Relaiskasten an den Signalen untergebracht.

Wir haben zum Vergleich mit den amerikanischen auch englische und französische Relais versucht, bis jetzt aber ohne befriedigenden Erfolg. In letzter Zeit hat die VES. ein Gleichstrom-Gleisrelais entwickelt, das auf den niederländischen

Eisenbahnen in der Nähe von Utrecht in Erprobung ist. Dieses Relais zeigt eine gleiche Charakteristik wie das amerikanische, im Gegensatz zu den französischen und den englischen Relais. Der grundsätzliche Unterschied besteht in folgendem:

Wenn das Relais angezogen ist und man die Stromstärke allmählich bis auf die Abfallgrenze herabsetzt, so kann man bei den französischen und englischen Relais sehr leicht eine Art Schwebезustand des Relaisankers eintreten lassen, während dessen man ohne Änderung der Stromstärke mit kleinen Stößen auf dem Tisch das Relais abwechselnd abfallen (obere Kontakte unterbrochen, untere geschlossen) und anziehen lassen kann (untere Kontakte unterbrochen und obere geschlossen).

Diesen Zustand kann man beim französischen sehr leicht eintreten lassen, sogar zwischen ziemlich weiten Grenzen der Stromstärke. Überdies ist bei diesem Relais die Abfallstromstärke viel zu stark abhängig von der Stromstärke, womit das Relais angezogen war, eine Folge des remanenten Magnetismus.



Abb. 8.

Der Anker des englischen Relais kann gleichfalls leicht in die Schwebelage gebracht werden, recht wohl zwischen zwei Stromgrenzen, die ungefähr 4 m A auseinander liegen bei ± 50 m A (bei dem Relais von 4 Ohm).

Bei dem amerikanischen Relais und bei dem der VES. ist die Schwebelage des Ankers sehr schwierig zustande zu bringen, dann nur nach langem Versuchen mit einer bestimmten Stromstärke (beim amerikanischen Relais von 4 Ohm: bei 53,5 m A und beim VES.-Relais von 4 Ohm: bei 56,5 m A).

Diese Eigenschaft ist bei den amerikanischen und beim VES.-Relais dadurch erreicht, daß die Kontakten am Anker oben und unten so gebaut sind, daß sozusagen eine Vorspannung zwischen den zwei Teilen eines Kontakten besteht. Wenn der Kontakt an dem zugehörigen festen Kontakt Berührung findet, sorgt die Vorspannung sofort für den gewünschten Kontaktdruck.

Dadurch kann erreicht werden, daß das Lastmoment des Ankergewichts mit den Kontakten, in Verbindung mit der bei der Berührung auftretenden Vorspannung während des Anziehens und Abfallens sich in einem weiteren Spielraum von den Grenzen der Kraftmomente der Anzieh- und der Abfallstromstärke bewegt. Das Relais fängt erst bei der vollen Anziehstromstärke an anzuziehen, und beginnt erst abzufallen,

wenn die Stromstärke völlig zur Abfallstromstärke herabgemindert ist. Dadurch wird die Möglichkeit, daß Kontakte an solch einem Grenzpunkt hängen bleiben, viel kleiner. Diese Eigenschaft der Relais kann wichtig sein bei ungenügendem Kurzschluß durch den Zug und besonders wenn die Betätigung z. B. zur Fahrstraßenauflösung (oder Tastensperre) einfach abhängt vom Abfallen und Wiederanziehen des Relais. Das Verhältnis der Abfallstromstärke zur Anzugstromstärke ist zur Erzielung dieser Eigenschaft zwar etwas geringer als beim englischen Relais, ist aber doch immerhin noch vollkommen zuverlässig: es ist beim V. E. S. Relais $\pm 0,67$ und bei den amerikanischen Relais von $\pm 0,60$ bis $0,67$ (letztere Ziffer für die neuesten Relais).

Übergangswiderstand des Gleises.

Um günstige Zahlen für den Übergangswiderstand der isolierten Gleise zu erreichen, muß der guten Isolierung und der guten Stromführung in den Schienen viel Aufmerksamkeit geschenkt werden. Starke und gute Isolierstöße sind besonders wichtig. Die Schienen sind von Bettungsstoff freizuhalten, auch soll dieser gut abwässern.

Isolierstöße.

Früher wurden einfach die eisernen Laschen gegen hölzerne ausgewechselt, zwischen den Köpfen der beiden Schienen wurde eine Fiberscheibe angebracht. Diese Stöße waren wohl gut isolierend, aber mechanisch nicht stark genug, mußten daher oft erneuert werden. Darum verwenden wir jetzt den sogenannten „Weberstoß“ (Abb. 9): der hölzerne Stoß wird hierbei durch ein schweres Profileisen verstärkt und durch Fiberringe um den Bolzen von den Schienen isoliert.

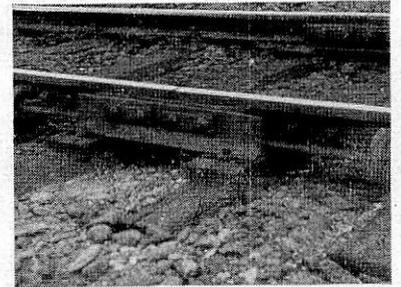


Abb. 9.

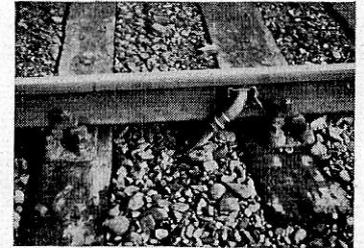


Abb. 10.

Schienenverbinder und Schienenanschlüsse.

Die eisernen Stöße der Schienen werden zur guten Stromführung mit Kupferdraht überbrückt. Es scheint allerdings, daß für unsere Verhältnisse verkupferte Verbindungen sich aus mechanischen Gründen besser bewähren. Alle Verbindungen sind doppelt ausgeführt, wie auch alle Anschlußverbindungen der Batterien und Relais an den Schienen verdoppelt sind.

In Abb. 9 ist eine alte Ausführungsform eines Anschlusses zu sehen, in Abb. 10 die neue. In beiden Fällen ist zum Anschluß ein doppeldrähtiges Gummikabel verwendet, das mittels eines eisernen Befestigungsstückes an der Schiene angeklemt ist. Der Grundgedanke dieser Befestigung geht darauf hinaus, die elektrische Verbindung mechanisch zu entlasten und nur die Kabelarmatur zu belasten. In Abb. 10 sind die Befestigungspunkte zugleich die Anschlußpunkte; die Fahrtrichtung ist von rechts nach links, so daß das Kabel beim „Auffahren“ Spielraum behält. (Auch diese Ausführung ist noch nicht ganz befriedigend.)

Die Verdoppelung aller Verbindungen gewährt eine sehr große Sicherheit gegen Störungen. Die Zahl der Störungen (über diese am Schluß mehr) wäre ohne diese Maßnahme (die in verschiedenen Ländern nicht getroffen wird) bedeutend größer.

Die Löcher in den Schienen werden mit besonderen Handbohrmaschinen gebohrt. Ein Stoß mit zwei Schienenverbindern und vier Löchern kann in einigen Minuten gemacht werden.

Lästige Störung vor Inbetriebnahme der ersten Strecke.

Auf die Wichtigkeit guter Schienenverbinder wurden wir schon vor der ersten Inbetriebnahme überzeugend hingeleitet. Auf der Strecke Gouda—Oudewater war nämlich schon einige Zeit vor der Inbetriebnahme ein Probetrieb eingerichtet worden, um einige Erfahrungen zu sammeln und Messungen zu machen. Die selbsttätigen Signalarme waren von vorn durch Bretter verdeckt (Abb. 11 und 12). Nur die Rückseite der Signalarme war für die Lokomotivführer sichtbar, wenn sie sich nach der Vorbeifahrt umsahen. Sie benutzten dankbar diese Gelegenheit, um zu prüfen ob das Signal in der Tat auf „Halt“ fiel und so ihren Zug deckte.

Abb. 11 zeigt ein selbsttätiges Vorsignal vor der Inbetriebnahme nebst dem alten Vorsignal und dem „Motorcar“; Abb. 12 die Inbetriebsetzung eines selbsttätigen Blocksignals und Außerbetriebsetzung des alten Signals; den Endzustand zeigt Abb. 13 mit dem Hauptsignal in der Fahrtstellung.

Während dieser Vorbereitungszeit trat eine sehr lästige Störung auf, die sich leider niemals zeigte, wenn jemand vom Signalwesen auf der Strecke war. Nach Eingrenzen der Störung zeigte sich schließlich, daß in einem Überweg, in dem ein Schienenstoß lag, die Schienenverbinder eines Stranges, durch den hölzernen Belag des Überwegs verdeckt, infolge des Straßenverkehrs gebrochen waren. Meistens waren die Bruchstücke an der Bruchstelle dermaßen gegeneinander gedrückt, daß von dem Bruche gar nichts zu verspüren war; zuweilen aber wurden sie durch den Wegverkehr oder durch einen Zug wieder lose und die Störung trat ein. Als wir die gebrochenen Drähte fanden, waren sie wieder gut angedrückt, es war keine Störung da; auch als die Drähte auseinandergebogen wurden, blieb das Gleisrelais angezogen und es war also immer noch keine Störung da. Es blieb nämlich noch eine genügende Stromstärke übrig, um das Relais angezogen zu halten. Erst nachdem durch einen Kurzschluß auf den Schienen ein Zug nachgeahmt war, fiel das Relais ab und zog nach Aufhebung des Kurzschlusses nicht wieder an, so daß erst jetzt die Störung eingetreten war.

Die Spannung über den Schienen, die vor dem Losbiegen der Drähte vor und hinter dem Stoß gleich war (0,5 V), war nach dem Losbiegen vor dem Stoß noch 0,5 V, hinter dem Stoß aber nur 0,25 V (diese Zahlen wurden an einem Relais alter Bauart ermittelt). Nach dieser Erfahrung sind alle Stöße aus den Überwegen entfernt worden, indem, wo nötig, Schienen von 12 m statt solcher von 18 m eingelegt wurden.

Der Signalantrieb.

Der Signalantrieb (Abb. 14) enthält einen Gleichstromserienmotor von 8 bis 10 V Spannung, der für das Stellen des Hauptsignalarms auf „Fahrt frei“ 2,5 A erfordert und 3 bis 4 Sek. Zeit dafür braucht. Am Ende der Bewegung des Signalarms wird der Festhalte magnet eingeschaltet, der den Arm in der Fahrtstellung festhält und dazu bei derselben Spannung 10 m A verlangt. Wird nun der Strom durch die Einfahrt des Zuges in die Strecke unterbrochen, so fällt der Signalarm durch das eigene Gewicht auf Halt und bewegt dabei die Übertragungsteile samt dem Motor zurück, wobei dieser als Dynamo arbeitet und so den Signalarm elektrisch bremst, so daß dieser sehr ruhig in die Endstellung kommt.

Dieser amerikanische Signalantrieb (ebenso wie die Relais von der General Railway Signal Co. in Rochester N. Y. geliefert) ist gleichermaßen brauchbar für verschiedene Strom-

sorten und Spannungen, für verschiedene Zwecke und Signaltypen.

Die Beleuchtung für das Nachtsignal geschieht mittels einer Petroleumlaterne, einer sogenannten „longtime-burning“ Laterne, die wir jetzt länger als eine Woche brennend halten können ohne sie reinigen oder füllen zu müssen, so daß wir für eine wöchentlich nur einmalige Behandlung eintreten können.

Das Vorsignal.

Die Abhängigkeit des Vorsignals vom Hauptsignal (Abb. 15 zeigt das Vorsignal in „Vorsicht“-Stellung) wurde anfangs darin gefunden, daß ein Linienrelais beim Vorsignal, von der zugehörigen Blocksignalbatterie über einen Kontakt am Hauptsignal in der Fahrtstellung Strom zugeführt wurde.

Der Antrieb des Vorsignals bekommt Strom aus einer Vorsignalbatterie über Kontakte dieses Linienrelais in an-

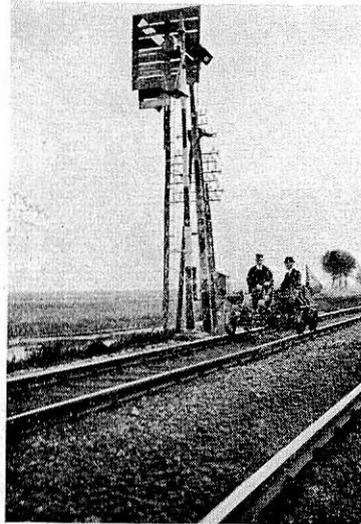


Abb. 11.

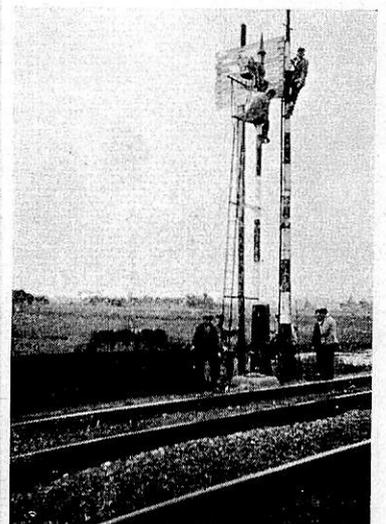


Abb. 12.

gezogener Lage. Für diese Schaltung sind zwischen den beiden Signalen Leitungen nötig. Ferner tritt ein Nachteil auf, wenn ein Zug am Vorsignal in Warnstellung vorbeigefahren ist, während das Blocksignal noch auf Halt stand. Hinter einem solchen Zuge geht nämlich das Vorsignal doch noch einen Augenblick auf „Fahrt frei“, sobald das Blocksignal „Fahrt frei“ zeigt. Das ist unnötig und nicht schön.

Schaltung mit polarisierten Relais.

Aus diesem Grunde ist eine andere Schaltung entworfen, wobei dieser Schönheitsfehler nicht vorkommt und überdies keine Leitungen zwischen den Signalen nötig sind. Das kann man erreichen, indem man bei den Vorsignalen Isolierstöße anbringt, so daß ein isoliertes Gleis zwischen Haupt- und Vorsignal entsteht. Der Strom nach diesem Gleis muß dann derartig geführt werden, daß durch die Wirkung von Polwechslerkontakten im Blocksignalantrieb eine verschiedene Stromrichtung im Gleis hergestellt wird, je nachdem das Blocksignal auf „Fahrt“ oder auf „Halt“ steht.

Das Gleisrelais beim Vorsignal muß demnach ein sogenanntes polarisiertes Relais sein, d. h. ein Relais mit einem neutralen und mit einem polarisierten Anker, beide mit Kontakten. Der neutrale Anker ist normal nur davon abhängig, ob das isolierte Gleis zwischen den beiden Signalen unbesetzt oder besetzt ist, der polarisierte Anker jedoch von der Stromrichtung durch das Relais, also von der Fahrtstellung des Hauptsignals.

Dadurch, daß das Vorsignal dergestalt von Kontakten

der beiden Anker abhängig gemacht ist, kann dieses Signal nur auf „Fahrt frei“ kommen, wenn das Hauptsignal auf „Fahrt frei“ steht und das Gleis unbesetzt ist. Noch eine Schwierigkeit war dabei allerdings zu überwinden. Weil der neutrale Anker des Relais normaler Weise auch dazu benutzt wird, das vorhergehende Blocksignal auf „Fahrt frei“ zu stellen, muß eine Verzögerung in das Abfallen dieses Ankers gebracht werden, so zwar, daß während dieser Verzögerung die Stromrichtung im Gleis gewechselt werden und dadurch der polarisierte Anker seine Stellung verändern kann. Wenn das Blocksignal hinter einem Zug auf Halt gefallen ist und der

vorher angedeutet, dann ungefähr zwei Jahre aus. (In Abb. 16 ist Relais 4 das polarisierte, verzögert abfallende Relais.)

Blockstrecken-Einteilung.

Auf der Strecke Gouda—Oudewater wurde bei der Einführung des selbsttätigen Streckenblockes die Blockverteilung mit vier Blockstrecken in jeder Richtung unverändert beibehalten, weil für den Betrieb keine Änderung nötig war. Jedoch ist es besonders auf einer Strecke mit dichter Zugfolge kein geringer Vorteil des selbsttätigen Streckenblockes, daß man bei der Blockverteilung völlig frei ist. Selbstverständlich: je mehr Blockstrecke, desto mehr Signale und um so größere Kosten; weil aber die ganze Strecke doch schon isoliert und mit Gleisstromkreisen ausgerüstet werden muß, sind die Mehrkosten verhältnismäßig nicht so groß.

Für die meisten folgenden Teilstrecken haben wir davon dann auch schon Nutzen gezogen, oder vielmehr teilweise um dieses Nutzens willen wurden die meisten folgenden Teilstrecken mit dem selbsttätigen Streckenblock ausgerüstet. Denn die Anlage und die Unterhaltung sind teuer, aber je



Abb. 13.



Abb. 15.

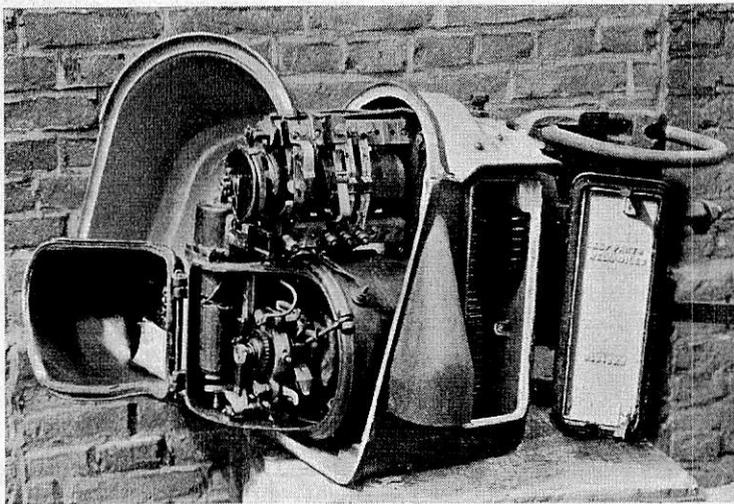


Abb. 14.

Zug das isolierte Gleis zwischen Haupt- und Vorsignal geräumt hat, zieht der neutrale Anker des polarisierten Relais an und das vorhergehende Blocksignal kommt auf „Fahrt frei“ (wenn auch die Schutzstrecke geräumt ist, worüber nachher mehr). Jetzt soll darin nicht wieder eine Änderung eintreten, wenn das Hauptsignal wieder auf „Fahrt frei“ kommt, dabei die Stromrichtung im isolierten Gleis umkehrend und also den Strom einen Augenblick unterbrechend. Dies ist erreicht durch Benutzung des Extra-Stromes, welcher entsteht in speziellen Extra-Magnetwicklungen des Relais, beim Unterbrechen und danach wieder in entgegengesetzter Polarität beim Schließen des Gleisstromes. Die dadurch erzeugte Magnetkraft verzögert das Abfallen des neutralen Ankers. Das Relais verlangt mehr Strom als das normale Gleisrelais, aber dafür reichen die Blocksignalbatterien, wie schon

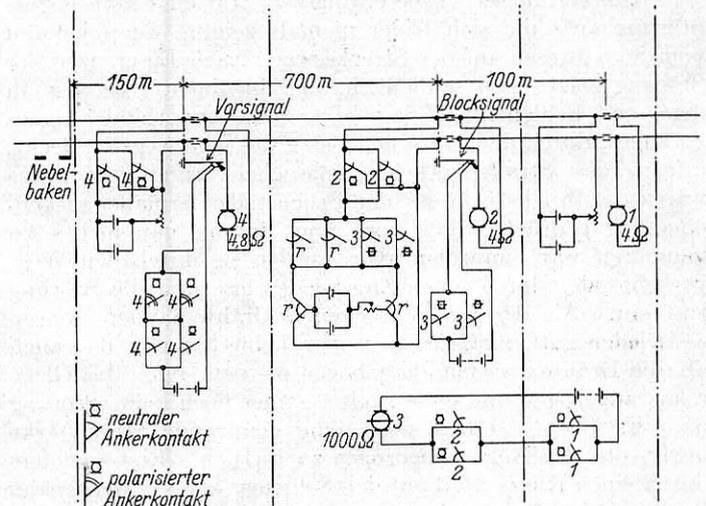


Abb. 16.

mehr aufeinanderfolgende Blockstrecken selbsttätig werden können, um so günstiger die Kostenfrage. Darum sind vorläufig nur solche Fälle zur Ausführung in Aussicht genommen, bei denen wenigstens zwei aufeinanderfolgende Blockstellen erspart werden können, oder bei denen Verschiebung oder Vermehrung der Blockstellen vermieden werden kann.

So wurde Berkum—Dedemsvaart veranlagt, weil die zwischenliegende Blockstelle sehr ungünstig lag und verschoben werden mußte, ohne daß ein Überweg zu bedienen war.

Utrecht—Vleuten wurde selbsttätig gemacht, weil Vermehrung der Blockstellen nötig war, um der Bedingung Rechnung tragen zu können, daß von Utrecht aus eine Zugfolge von 4 Minuten eingelegt werden sollte. Infolge dieser Bedingung waren in der Richtung Utrecht—Vleuten vier Blockstrecken notwendig, während in der umgekehrten Richtung drei Blockstrecken genügten, eine Elastizität, die praktisch nur mit selbsttätigem Streckenblock möglich ist.

Aus dem gleichen Grunde waren auch auf der Strecke Amsterdam—Weesp in der Richtung Amsterdam—Weesp vier Blockstrecken erwünscht, dagegen nur drei in umgekehrter Richtung.

Für die übrigen ausgeführten und in Ausführung begriffenen selbsttätigen Streckenblockanlagen sind keine besonderen Gründe dafür vorhanden, von der Anzahl der bestehenden

Blockstrecken abzuweichen, wohl aber dafür, die Längen der Blockstrecken zu ändern.

Abb. 17 stellt noch ein selbsttätiges Blocksignal von hinten dar, wobei ein Zug ungefähr auf dem Punkt ist, wo die Isolierstöße liegen, die den Anfang der Blockstrecke bilden (durch die Pfeile angedeutet). Beim Befahren dieser Stelle soll das Signal auf „Halt“ fallen.

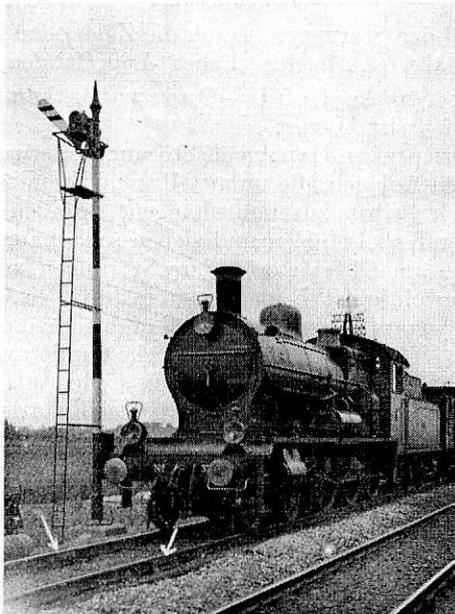


Abb. 17.

Das Telephon.

Entlang jeder Linie mit selbsttätigem Streckenblock wird eine Fernsprechleitung gezogen mit Sprechstellen auf den beiden Endstellen und bei jedem selbsttätigen Blocksignale, mit deren Hilfe die Zugbegleitbeamten Meldungen abgeben können. Für die Drähte werden die alten Blockleitungen benutzt. Abb. 18 und 19 zeigen ein selbsttätiges Blocksignal in Halt- und Fahrtfreistellung und vor dem Signal den Kasten mit Telephon T.

Im Anfang war wie in den meisten anderen Ländern vorgeschrieben, daß (ausgenommen bei Nebel) ein Zug der vor einem selbsttätigen „Halt“ zeigenden Blocksignal zum Halten gekommen war und nach 3 Minuten noch nicht das Signal „Fahrt frei“ erhalten hatte, vorsichtig weiter fahren durfte. Das Zugpersonal war also ermächtigt anzunehmen, daß eine Störung eingetreten sei; der Zugführer mußte zur Weiterfahrt auf die Lokomotive steigen. Später wurde diese Vorschrift eingezogen und durch die neuere ersetzt, daß in solchen Fällen, ebenso wie früher schon bei Nebel, immer telephonierte werden muß. Es hatte sich nämlich herausgestellt, daß so außerordentlich wenig Störungen vorkamen, daß es keine Schwierigkeit macht, nach 3 Minuten Halten immer zu telephonieren.

Betont muß dabei werden, daß es erst bei einer durchgehenden Reihe von mindestens drei selbsttätigen Blockstrecken vorkommen kann, daß der Wärter auf einer Endstelle beim Anruf nicht sofort sagen kann, ob die betreffende, wahrscheinlich gestörte Blockstrecke in der Tat frei ist. Es ist jedoch klar, daß diese Maßnahme bei langen Reihen von Blockstrecken, wie sie in anderen Ländern, namentlich in Amerika vorkommen, unmöglich sein würde.

Wohl aber ist die Vorschrift beibehalten, daß auch langsam gefahren werden muß, wenn die fernmündliche Verständigung ergeben hat, daß kein vorangehender Zug die Blockstrecke

besetzt hält, kann doch die Haltstellung des Signals z. B. durch Schienenbruch verursacht werden. Schon zweimal ist ein Schienenbruch durch ein Signal, das in der Haltstellung blieb, ans Licht gebracht worden.

Die Schutzstrecke.

Nach unserer Vorschrift wird auch bei dem selbsttätigen Streckenblock einer Schutzstrecke hinter dem Hauptsignal Rechnung getragen. In Amerika macht man das nicht. Das Ende einer Blockstrecke wird da einfach einige Meter hinter dem Blocksignal angeordnet, um zu verhindern, daß das Signal bei langsamer Fahrt noch vor den Augen des Lokomotivführers

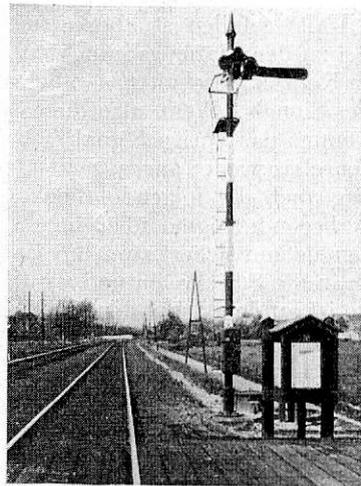


Abb. 18.

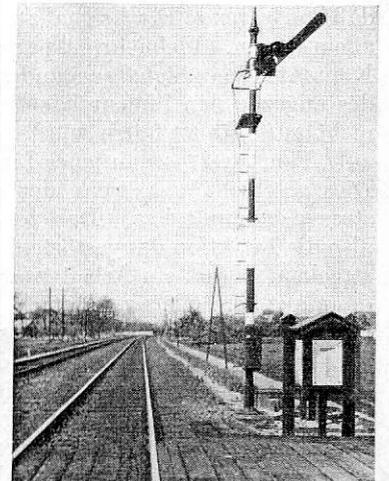


Abb. 19.

auf „Halt“ fallen könnte. Denn die Haltfalleinrichtung wird von der ersten Achse ausgelöst.

Die Einlegung einer Schutzstrecke führt allerdings zu verwickelteren Schaltungen. An sich gehört doch die Schutzstrecke nicht mehr zur Blockstrecke des vor ihr stehenden Blocksignals, sondern zur Blockstrecke des vorhergehenden Blocksignals. Ein kurzer Zug könnte sich in der Schutzstrecke befinden, während das Blocksignal davor auf „Fahrt frei“ stehen könnte. Dies ist unzulässig; die Schwierigkeit wurde dadurch gelöst, daß die Schutzstrecke, welche mindestens 100 Meter lang ist, für sich isoliert wird und daß beide Blocksignale, das in der Nähe befindliche und das vorhergehende, vom Freisein der Schutzstrecke abhängig gemacht werden.

Von der Schaltung nach Abb. 4, die ja weder Leitungen noch Linienrelais enthält, gehen einige ihrer Vorteile dadurch verloren, weil jetzt doch die Schutzstrecke entlang wieder Leitungen mit Linienrelais nötig sind. Sonst würde das Gleisrelais der Schutzstrecke, als zu beiden Blockstrecken gehörig, diese beiden aneinander verbinden. (In Abb. 16 ist Relais 3 das Linienrelais und Relais 2 das Gleisrelais der Schutzstrecke, deren Batterie unabhängig von Relais 1 arbeiten muß.)

Das Fallen der Signale in die Haltstellung.

Wie schon gesagt, wird in Amerika im allgemeinen darauf gerechnet, daß ein Signal absolut sicher auf „Halt“ fällt, wenn ein Zug in die Blockstrecke einfährt. Man erachtet es nicht für nötig, durch Schaltungen zu überwachen, ob die Signale auf Halt fallen.

In deutschen Schaltungen hat man diese Kontrolle wohl angebracht: daß ein Signal durch den Stromkreis auf „Fahrt frei“ gestellt werden kann, ist nicht nur davon abhängig gemacht, daß die Blockstrecke frei ist, sondern überdies auch davon, daß das folgende Blocksignal auf „Halt“ gekommen ist.

Diese Schaltung gibt wieder die Schwierigkeit, daß z. B. von einem Arbeitswagen, der in die Blockstrecke eingefahren ist und unterwegs aus dem Gleis genommen wurde, die folgende Blockstrecke nicht besetzt wird, so daß also das folgende Blocksignal nicht auf „Halt“ kommt. Das vom Arbeitswagen zuletzt betätigte Blocksignal kommt also nicht eher auf „Fahrt frei“, bis ein nachfolgender Zug, nachdem er ohne Not vor dem Signal aufgehalten war, weiterfahrend alles wieder herstellt. Die Schaltung ist überdies kostspielig, weil sie Leitungen zwischen den Blocksignalen nötig macht, also der ganzen Strecke entlang.

Daß ein Blocksignal wieder auf „Fahrt frei“ kommen kann, haben wir selbstverständlich auch davon abhängig gemacht, daß das folgende Blocksignal auf „Halt“ gefallen ist, aber nicht allein davon. Vielmehr ist parallel zu dem dafür gebrauchten Kontakte dieses Signals ein anderer Kontakt geschaltet, nämlich des angezogenen Linienrelais dieses Signals. Wenn also dieses nicht auf „Halt“ fallen würde, kommt das vorige Signal erst auf „Fahrt frei“, wenn jenes Linienrelais wieder angezogen ist. Dies geschieht erst, wenn der Zug auch die folgende Blockstrecke geräumt hat. Das vorherliegende Signal übernimmt also die Funktion des gestörten Signals und sichert zwei Blockstrecken. Fährt ein Arbeitswagen in die Strecke ein und wird dann aus dem Gleis genommen, so ist an dem folgenden Gleisrelais nichts geschehen und das Signal kommt ohne weiteres wieder auf „Fahrt frei“. Bei dieser Schaltung sind überdies keine Leitungen zwischen den Signalen erforderlich. In Abb. 16 sieht man die Kontakte am Signal parallel zu den Kontakten von Linienrelais 3 im Batteriestromkreis für die isolierte Strecke zwischen Haupt- und Vorsignal.)

Obschon hiermit die genannten Schwierigkeiten gelöst sind, steht dem gegenüber, daß die Schaltungen verwickelter werden und mithin die Möglichkeit von Störungen größer geworden ist. Durch die Abhängigkeit der Blockstrecken voneinander setzt eine Störung in einer Blockstrecke sich ein Augenblick auch in die vorige Blockstrecke fort, obschon dies sich augenblicklich wieder herstellt.

Wir haben jedoch diese verwickeltere Schaltung zwar als beachtlich, aber immerhin nicht im geringsten als Schwierigkeit empfunden.

Es hat sich auch erwiesen, daß diese Schaltung noch in anderen Ländern ausgeführt ist.

Übergang vom selbsttätigen auf handbedienten Streckenblock und umgekehrt.

Der selbsttätige Streckenblock endet mit dem Stück der isolierten Schutzstrecke hinter dem Einfahrtsignal des Bahnhofes oder dem Blocksignal der Blockstelle. Das Gleisrelais der Schutzstrecke kann nämlich, nachdem es durch die Einwirkung des Zuges abgefallen ist, nur wieder anziehen, wenn nicht nur dieses Stück isolierten Gleises wieder frei ist, sondern auch das Einfahrtsignal (oder Blocksignal) auf „Halt“ zurückgebracht, also der Zug gedeckt ist. Nachdem das Gleisrelais einmal angezogen ist, wird es durch einen Stromkreis über einen eignen Kontakt weiter unabhängig von diesem Signal.

Der Zug wird auf dem Bahnhof oder der Blockstelle dadurch angekündigt, daß eine bestimmte isolierte Strecke vom Zuge befahren ist. Ein Relais fällt ab (und eine Klingel ertönt), bis der Zug die Blockstrecke verlassen hat und das Einfahrtsignal oder Blocksignal auf „Halt“ zurückgebracht ist.

Der Übergang von dem handbedienten auf den selbsttätigen Streckenblock ist darin gefunden, daß ein „Haltfaller“ an dem mechanisch bedienten Blocksignal, gegebenenfalls auch am Vorsignal angebracht ist. Der „Haltfaller“ besteht aus einem Magnet, der nur in angezogener Lage eine Kupplung zwischen dem Bedienungsmittel des Signalarmes und dem Arm selbst herstellt. Bei elektrisch bedienten Signalen hat man diese

Kupplung sowieso im Signalantrieb. Dieser Magnet kann nur Strom bekommen (oder im Falle einer elektrischen Sicherungsanlage kann nur Kuppelstrom da sein), wenn außer lokalen Bedingungen das Linienrelais des selbsttätigen Streckenblockes angezogen, also die Blockstrecke frei ist. Sobald der Zug in die Blockstrecke einfährt, fällt das Signal auf „Halt“ zurück (das sogenannte halbautomatische Signal.)

Ergebnisse.

Die Zahl der Störungen, durch die Züge ohne Notwendigkeit ein Signal nicht in der „Fahrt“-Lage fanden, ist gering.

Auf der Strecke Gouda—Oudewater kamen in den ersten fünf Jahren vor:

a) an Hauptsignalen: zwölf Störungen, verursacht durch Mängel in den Anlagen, die unmittelbar mit dem selbsttätigen Streckenblock selbst zusammenhängen, nämlich eine leere Batterie, vier Kabelschäden und sieben schadhafte Anschlußverbindungen am Gleis; vier andere Störungen, nämlich eine durch Unvorsichtigkeit beim Arbeiten am Gleis, eine durch Rangierfahrten auf einem Endbahnhof bis in die durch ein selbsttätiges Signal gesicherte Strecke und zwei durch Schienenbruch (diese letzten zwei stellen also nützliche Störungen dar); eine Störung eines halb selbsttätigen Signals, also nicht infolge eines Schadens an einer Anlage, die zum selbsttätigen Streckenblock selbst gehört.

b) an Vorsignalen: zwei Störungen, eine leere Batterie und ein schadhaftes Relais.

Auf der Strecke Berkum—Dedemsvaart kamen in vier Jahren vor:

a) an Hauptsignalen: drei Störungen, davon zwei durch schadhafte Gleisanschlußverbindungen und eine durch ein schadhaftes Relais. Ferner zwei andere Störungen an halb selbsttätigen Signalen, also nicht infolge eines Schadens an einer Anlage, die zum selbsttätigen Streckenblock selbst gehört;

b) an Vorsignalen: zwei Störungen durch schadhafte Kontakte im Signalantrieb, drei sonstige Störungen, davon eine infolge eines schadhafte defekten Widerstandes und zwei aus unbekannter Ursache.

Diese letztgenannten zwei Störungen, bei denen die Ursache nicht gefunden worden ist und die weder Verbesserungen noch Änderungen zur Folge hatten, sind höchst wahrscheinlich verursacht worden durch Rangierfahrten auf einem Endbahnhof oder durch Arbeiten oder Messungen am Gleis. Weiter ist jedoch anzunehmen, daß doch eine dieser beiden Störungen als eigentliche Störung anzusehen ist.

Um nun diese Zahlen mit den aus anderen Ländern bekannt gewordenen Zahlen vergleichbar zu machen, sind sie zurückgeführt auf die Zahl der Störungen bei 100 000 Bedienungen eines Signals. Als Bedienung ist dabei die hin- und später wieder zurückgehende Bewegung eines Signalarmes gerechnet.

Auf der Strecke Gouda—Oudewater kommt man auf diese Weise zu dem Verhältnis: 1,35/100 000 oder 0,9/100 000, je nachdem, ob man nur die Bedienungen und die Störungen der Hauptsignale in Rechnung bringt oder die aller Signale. Der Sicherheit halber sind die Zahlen abzurunden auf 1,5/100 000 oder 1,0/100 000.

Auf der Strecke Berkum—Dedemsvaart sind die Verhältniszahlen 1,0/100 000 oder 1,0/100 000.

Bekannte Zahlen für vergleichbare Eisenbahnen in Frankreich sind: auf der „Midi“ für 1922 und 1923: 13/100 000 und 12/100 000; diese Zahlen waren rückläufig, denn anfangs, in den Jahren 1903 und 1904, waren sie 35/100 000 und 28/100 000; auf der „Nord“ fand ich für 1923 die Zahl 18/100 000; auf der „Ceinture de Paris“ 7,5/100 000 an neuen Anlagen.

Für Spanien fand ich (veröffentlicht 1930 für selbsttätigen Streckenblock mit Wechselstrom) 2,3/100 000 mit 48 000 Bedienungen jährlich für jedes Signal.

Die große Anzahl der Bedienungen weist auf eine dicht befahrene Strecke hin, die mehr als das Doppelte an Verkehr hat als die Strecke Gouda—Oudewater. Das beeinflusst (und das gilt auch für die „Ceinture de Paris“) die Störungszahlen günstig, weil für eine bestimmte Zahl von Bedienungen die Faktoren Zeit und Streckenlänge weniger Einfluß haben.

Für Amerika erregt ein merkwürdiges Streben nach Rekordzahlen unsere Aufmerksamkeit.

Die „Missouri Pacific Railroad“ hat einen Wettkampf unter den Unterhaltungsmannschaften eingerichtet, der jedesmal ein Jahr dauert. Jede der sieben Unterhaltungsgruppen bildet eine Mannschaft: jeder Mann aus einer Mannschaft hat eine bestimmte Zahl selbsttätiger Signale unter sich. Jeden Monat bekommt er eine Ziffer: die höchste Ziffer ist 1,0. Diese bedeutet, daß keine Zugverzögerung infolge einer Störung entstanden ist. Hat ein Mann z. B. 40 Signale zu überwachen und hat er eine Verzögerung im Monat, so wird $\frac{1}{40}$ abgezogen, seine Monatsziffer ist demnach 0,975.

Von jeder Mannschaft werden die Ziffern zusammengezählt, die Summe zählt für den jährlichen Wettkampf. Wer die höchste Monatsziffer 1,0 erreicht, wird lobend erwähnt. Die beste Mannschaft strebte 1929 an, die Zahl 2,0/100000 zu erreichen.

Ein anderes Bild der Störungen bekommt man mit der Frage: wieviel Züge können auf der Strecke fahren, bevor man eine Störung zu erwarten hat?

Auf Gouda—Oudewater ist das: eine Störung auf 17000 Züge (nur die Störungen der Hauptsignale gerechnet) und eine Störung auf 15000 Züge (auch die Störungen der Vorsignale mitgerechnet).

Auf Berkum—Dedemsvaart: eine Störung auf 50000 Züge (nur die Hauptsignale) und eine Störung auf 30000 Züge (auch die Vorsignale).

Der große Unterschied für die zwei Strecken erklärt sich aus der viel größeren Anzahl der Signale, die ein Zug von Gouda nach Oudewater passiert.

Zum Schluß kann mitgeteilt werden, daß die Unterhaltungskosten geringer sind als erwartet, so daß die geschätzte Ersparnis mehr als voll erreicht wird.

Anhang.

Über das sogenannte normal geschlossene Blocksystem in den Niederlanden.

In Heft 5/1924 dieser Zeitschrift gibt Oberbaurat Prof. H. Möllering, Dresden, bemerkenswerte Betrachtungen über „Die getrennte Bedienung der Streckenblockfelder einer Fahrrichtung“. Als besonderes Beispiel für die getrennte Bedienung der Anfangs- und Endfelder kann das „normal geschlossene Blocksystem“ in den Niederlanden betrachtet werden, das schon viele Jahre in Gebrauch ist und jetzt weitaus die vornehmste Stelle unter den Systemen einnimmt, bei denen allenthalben die Blockapparate von Siemens & Halske benutzt werden.

Das älteste System für zweigleisige Bahnen war auch in den Niederlanden das System mit einem Blockfeld für jede Fahrrichtung, das sogenannte Blocksystem I, bei dem das Signal normal frei bedient werden kann, so daß also das sogenannte normal offene System vorliegt. Wird dieses Feld bedient, so wird in der vorhergehenden Blockstelle das zugehörige Feld frei. Dieses System hatte die bekannte Schwierigkeit des sogenannten Überblockens. Das Überblocken entsteht, wenn eine Blockstelle mit der eigenen Blockbedienung so lange gewartet hat, daß die folgende Stelle sich schon eher geblockt hat: die Blockstelle wird in diesem Fall nicht mehr frei.

Darum wurde schon bald zum sogenannten Blocksystem II übergegangen, bei dem für jede Richtung ein Anfangs- und

ein Endfeld angeordnet ist, die gleichzeitig bedient werden. Es handelt sich also gleichfalls um ein „normal offenes“ System, das jetzt noch fast allgemein in Deutschland üblich ist.

Ausgehend von dem Gedanken, daß es grundsätzlich nicht richtig ist, mit der eigenen Blockung hinter dem Zug das Entblocken der vorhergehenden Blockstelle für einen folgenden Zug zwangsläufig und fest zu kuppeln, entstand jedoch ein drittes Blocksystem für doppelgleisige Bahnen, das sogenannte Blocksystem III, das „normal geschlossene“ System, bei dem also das Signal normal nicht frei bedient werden kann. Macht man sich nämlich von dem Grundsatz des gleichzeitigen Blockens und Entblockens frei, so liegt kein Anlaß mehr vor, das Entblocken eher zu vollführen als es für den folgenden Zug nötig ist, d. h. ehe die vorhergehende Blockstelle darum fragt: im Gegenteil sprechen, wie weiter gezeigt werden soll, verschiedene Gründe dafür, das Entblocken nicht eher zuzulassen.

So entstand also für doppelgleisige Bahnen eine Form des Blocks, bei dem das Anfangsfeld normal geblockt und das Signal normal nicht frei ist, wodurch der alte Grundsatz, der auch beim telegraphischen Block immer gegolten hatte, wieder zu Ehren gebracht wurde. Schon 1903 hat L. H. N. Dufour darüber einen Vortrag gehalten „Normal frei oder normal geschlossener Block“, aufgenommen in „De Ingenieur“ 5. September 1903, Nr. 36.

Um die Bedingung zu erfüllen, daß entlocken nicht möglich sein darf bevor geblockt ist, wurden anfangs die gleichen Einrichtungen benutzt wie sie Prof. Möllering für Sachsen nennt, z. B. die mechanische oder elektrische Rücksperre in Zwischenblockstellen, oder Felder für drei Stellungen.

Es entstand nun der Wunsch, von der richtigen Wirkung solcher Hilfseinrichtungen unabhängig zu werden. Dazu trat die Forderung, daß der Blockapparat genau das Bild der drei Phasen zeigen solle, in denen sich die Blockstrecke befindet: vor, während und nach dem Befahren des Zuges. Diese Bedingung wird auch in England an ein Blocksystem gestellt. Man gab daher später einem System mit drei Feldern für jede Fahrrichtung den Vorzug, wobei eines der Felder meistens als Wechselstrom-Tastensperre ausgeführt ist. Dies ist jetzt das herrschende System in den Niederlanden.

Die verschiedenen Phasen haben jetzt folgende Einteilung: das Anfangsfeld besteht für sich und ist normal geblockt; das andere Feld mit der darüber angeordneten Wechselstrom-Tastensperre (das Endfeld) ist in beiden Teilen normal frei (erste Phase).

Die vorhergehende Blockstelle fordert Entblockung für den Zug: das sogenannte „Entblock“-Feld und das Endfeld darüber werden geblockt (zweite Phase). Die vorhergehende Blockstelle blockt sich, wodurch das Endfeld frei wird, aber das Entblockfeld noch geblockt bleibt (dritte Phase).

Inzwischen hat die Blockstelle selbst von der folgenden Blockstelle Entblockung verlangt und bekommen (Anfangsfeld frei); beim Blocken hinter dem Zug des Anfangsfeldes wird das Entblockfeld frei, wodurch die normale Lage wieder hergestellt ist.

Als Vorteile dieses normal geschlossenen Systems, von denen Prof. Möllering einige schon für die getrennte Bedienung von Anfangs- und Endfeld geltend gemacht hat, sind hauptsächlich zu nennen:

1. die Blockung und Entblockung ist getrennt, so daß geblockt werden kann, auch wenn die vorhergehende Blockstelle nachlässig ist;

2. wenn das Personal der folgenden Blockstelle nachlässig oder abwesend ist, kann das dem Zugpersonal bekannt gemacht werden;

3. Störungen breiten sich nicht so weit aus; die Folgen einer Vernachlässigung können einfacher behoben werden;

4. für kleinere Bahnhöfe, die kein Rangiergleis von genügender Länge haben, besteht keine Gefahr, daß man beim Rangieren auf dem Einfahrgleis von einem Zuge überrascht werden kann, weil die Freigabe für den Zug erst gefordert werden muß;

5. bei Nebel liefert das geschlossene System ein sehr einfaches Mittel, wenn nötig und möglich mit doppeltem Blockabstand zu fahren, nämlich dadurch, daß man die vorhergehende Blockstelle nicht entblockt, bevor man selbst entblockt ist. Allerdings brauchen wir dieses Mittel nicht mehr oft, seitdem der Abstand der Vorsignale auf 700 m gebracht und die „Nebelbaken“ allgemein eingeführt sind;

6. die Sicherung beweglicher Brücken auf der freien Strecke kann dadurch verbessert werden, daß die vorhergehenden Blocksignale mittels der Felder des Blocksystems mit der Brücke gekuppelt werden. Das ist dort leicht, wo die Schifffahrt nicht besonders lebhaft ist und häufig erwünscht, namentlich in starken Steigungen;

7. genau wie unter 6. für Brücken angegeben können auch Weichen und Fabrik- sowie andere Anschlüsse auf der freien Strecke mit dem vorhergehenden Blocksignal gekuppelt werden;

8. in starken Gefällen oder Steigungen können schwere Güterzüge bei der vorhergehenden Blockstelle aufgehalten werden, bis man selbst entblockt ist.

Die Anzahl der benötigten Leitungen ist für das „normal offene“ (also das deutsche) und für das „normal geschlossene“ System genau dieselbe: zwei Drähte mit Erde als Rückleitung oder vier Drähte ohne Erde.

Für eingeleisige Bahnen bestehen:

Blocksystem A, „normal geschlossen“ zwischen zwei Bahnhöfen ohne Zwischenblockstellen;

Blocksystem B, dasselbe mit Zwischenblockstellen und

Blocksystem C, für eine Fahrrichtung „offen“, mit oder ohne Zwischenblockstellen.

Der Weichenkranwagen der Reichsbahndirektion Essen.

Von Reichsbahnoberrat Draesel, Essen.

Auf Bahnhöfen mit starkem Rangierbetriebe und dichter Zugfolge ist die Auswechslung und Erneuerung von Weichen immer eine schwierige Arbeit. Die kurzen Rangier- und Zugpausen lassen in den meisten Fällen in einer Betriebspause den Weichenumbau gleichzeitig mit der Bettungserneuerung nicht zu. Die Bettungserneuerung und die dabei meist notwendige Verbesserung der Entwässerung müssen deshalb vorher und zwar meist unter Aufrechterhaltung des Betriebes, immer aber ohne Aufnahme der Weichen ausgeführt werden, was namentlich bei den Kreuzungsweichen mit ihren Herz- und Kreuzungsstücken und dem dichten Schienengefüge einwandfrei bekanntlich kaum möglich und deshalb zu vermeiden ist. Eine gute und gut entwässerte Bettung in richtiger Stärke ist die wichtigste und unerläßliche Vorbedingung für jede Gleisanlage. Auch die Weichen selbst können in der kurzen Betriebspause nicht in ihren einzelnen Teilen aus- und eingebaut werden. Meist muß die alte Weiche ganz oder in größeren zusammenbleibenden Teilen beiseite geschoben und die neue, vorher seitwärts ebenso zusammengebaute eingeschoben werden. Hierzu fehlt es aber in vielen Fällen an Ort und Stelle an Lagerfläche.

Alle diese nur angedeuteten Schwierigkeiten, die dazu führten, daß entweder mangelhafte Arbeit geleistet oder aber der Betrieb empfindlich gestört wurde — oft auch beides —, haben schon seit langem auf die Notwendigkeit verwiesen, ein maschinelles Gleisfahrzeug zu beschaffen, das große Teile von Weichen heben und fahren kann. Hieraus ist der Weichenkranwagen der Reichsbahndirektion Essen entstanden. Es ist in einer Zeit der erfreulichen, erfolgreichen Bekämpfung der Arbeitslosigkeit wichtig, unter Hinweis auf das Gesagte nochmals ausdrücklich zu betonen, daß dieses Fahrzeug nicht aus der Absicht reiner Mechanisierung, d. h. lediglich aus dem Bestreben, teure Menschenkraft durch billigere Maschinenarbeit zu ersetzen und menschliche Arbeitskräfte zu sparen, entstanden ist, sondern daß betriebliche Notwendigkeiten den Anstoß gegeben haben.

Bei der Festlegung der Anforderungen, die an ein solches Kranfahrzeug gestellt werden mußten, ist es wie bei allen neuen Dingen nicht ohne anfängliche Irrungen abgegangen. Von vornherein war gegeben, daß der Kranwagen mit quer gestelltem Ausleger unter Veränderung seiner Ausladung schwere Lasten heben, schwenken und auch verfahren, also einer Abstützung oder Verankerung entbehren mußte. Die Bestimmung der größten Ausladung selbst erschien zunächst einfach. Man nahm anfänglich 5,0 m, später sogar 6,0 m an, da solche Gleisabstände tatsächlich vorkommen und forderte, daß bei

dieser Ausladung als schwerste Last 20 t gehoben und verfahren werden sollte. Diese Forderung hatte zur Folge, daß ein Kranwagen wegen der Schwierigkeit, der notwendigen Standsicherheit und dem zulässigen Raddruck gerecht zu werden, nicht genügte, daß vielmehr ein Kranwagenpaar, also zwei Einzelfahrzeuge vorgesehen werden mußten. Und tatsächlich, als Ende 1929 die Niederrheinische Maschinenfabrik G. m. b. H. Duisburg-Meiderich (Niemag) gemeinsam mit der Reichsbahndirektion Essen an den Bau eines solchen Fahrzeugs heranging, lautete noch die Aufgabe, einen aus zwei Fahrzeugen bestehenden, fahrbaren Weichenkran für je 11 t Last am Haken zu bauen. Der Verfasser glaubte damals aber erkannt zu haben, daß ein Kranwagenpaar, ganz abgesehen von den beinahe doppelten Kosten, wegen seiner sicher schwierigen und nur bei ausgezeichneter gegenseitiger Verständigung der beiden Kranführer ungefährlichen Arbeitsweise eine Fehllösung darstellen würde, daß vielmehr ein Kranfahrzeug, das nur für die Regelgleisentfernungen von 3,5, 4,0 und 4,5 m die Höchstlast von 20 t am Haken bewältigt, das richtige sein müßte und daß man ohne wesentliche Nachteile auf die verhältnismäßig seltene Möglichkeit der Kranarbeit bei 6,0 m Gleisentfernung mit Höchstlast verzichten könne. Diese damalige Erkenntnis hat sich später, als von anderer Stelle ein Kranwagenpaar gebaut war, als so richtig erwiesen, daß bestimmt wurde, alle weiteren Weichenkranwagen als Einzelfahrzeuge nach obigen Grundsätzen zu bauen.

An den Kranwagen wurden nunmehr folgende Anforderungen gestellt:

1. Größte Last am Haken 20 t einschließlich des Gewichtes des Jochträgers, der an den Kranhaken angehängt wird und die Weiche faßt.

2. Diese Höchstlast muß mit quergestelltem Ausleger bei 4,50 m Ausladung gehoben und gesenkt, bei 3,50 m auch um 180° geschwenkt und bei quergestelltem auf 3,5 m eingezogenem Ausleger verfahren werden können.

3. Der Ausleger muß in seiner Ausladung verstellbar sein. Größte nutzbare Ausladung 6,0 m bei 11 t Tragkraft; hierbei muß der Ausleger unter der oberen Begrenzung des lichten Raumes (4,80 m) bleiben, damit der Kran in dieser Stellung unter Kunstbauten hindurch fahren kann.

Größe — nicht nutzbare — Ausladung des Auslegers in Gleisrichtung 6,8 m für den Versand des Fahrzeugs.

4. Bei Stellung des Auslegers in Gleisrichtung und 6,8 m Ausladung darf die durch die Bau- und Betriebsordnung vorgeschriebene Umgrenzung I der Fahrzeuge (sogenanntes Lade-

maß I) nicht überschritten werden. Die gleiche Forderung bei Querstellung des Auslegers für den hinteren Teil des drehbaren Teils (Gegengewicht) mußte man wegen der großen Schwierigkeit der Erfüllung fallen lassen und auf die Innehaltung des lichten Raumes beschränken.

5. Größter Raddruck einschließlich des Einflusses von 25% Stoßzuschlag und von Winddruck = 18,0 t.

6. Beförderung bei Versand an andere Arbeitsstelle (Leerlauf) in Zügen des öffentlichen Verkehrs ist nicht unbedingt erforderlich. Es genügt (wie z. B. auch bei den Gleisbaukränen) Beförderung in Sonderzügen mit entsprechend verringerter Geschwindigkeit von 25 bis 30 km/Std.

7. Der Kranwagen muß für seine Arbeit Selbstfahrer mit geringer Geschwindigkeit von etwa 5 km/Std. sein, um während der Arbeit unabhängig von der teuren und nicht immer verfügbaren Rangierlokomotive zu sein. Bei Versand des Fahrzeugs an andere Stelle kommt Selbstfahren nicht in Frage.

8. Der Kranwagen soll nur dem Weichenbau dienen. Besondere Einrichtungen für andere Zwecke, z. B. Aufgleisung, Magnetarbeit sind nicht vorzusehen.

Es sei hier eingeschaltet, daß für den Bau neuer Kranwagen auf die unter Punkt 3 genannte Forderung einer größten,

Nach obigen unter Ziffer 1 bis 8 genannten Grundsätzen wurde unser Weichenkranwagen von der Niederrheinischen Maschinenfabrik G. m. b. H. Duisburg-Meiderich (Niemag) unter Mitwirkung der Reichsbahndirektion Essen gebaut, und zwar in Anlehnung an den 60 t-Aufgleisungskranwagen der Reichsbahn*) als Fahrzeug mit sechs einzeln gelagerten, zum Teil mit Längs- und Querspiel ausgestatteten Achsen. Er besteht aus einem Unterwagen und dem darauf gelagerten drehbaren Teil mit dem verstellbaren Ausleger. Es soll an dieser Stelle nicht auf die Einzelheiten des Unterwagens mit seinem Laufwerk eingegangen werden. Es kann aber nicht übergangen werden, daß die gewählte Bauweise vom Gesichtspunkt der Kurvenläufigkeit aus Widerspruch erregt hat. Obwohl die nunmehr mehrjährige Erfahrung die Betriebssicherheit des Laufes des Fahrzeuges sowohl im Arbeitszustande als auch beim Versand an andere Stelle gezeigt hat und zwar auch in überhöhten Kurven und in solchen von sehr kleinem Halbmesser (bis 100 m herab), soll zugegeben werden, daß unserem Fahrzeug, wie jedem Ding, das ohne eigentliche Vorbilder neu geschaffen werden muß, gewisse „Kinderkrankheiten“ anhängen, die zwar die Benutzung des Kranes in keiner Weise stören, die aber bei weiteren Ausführungen soweit wie möglich vermieden werden sollten. Auch die Frage, ob Drehgestell oder

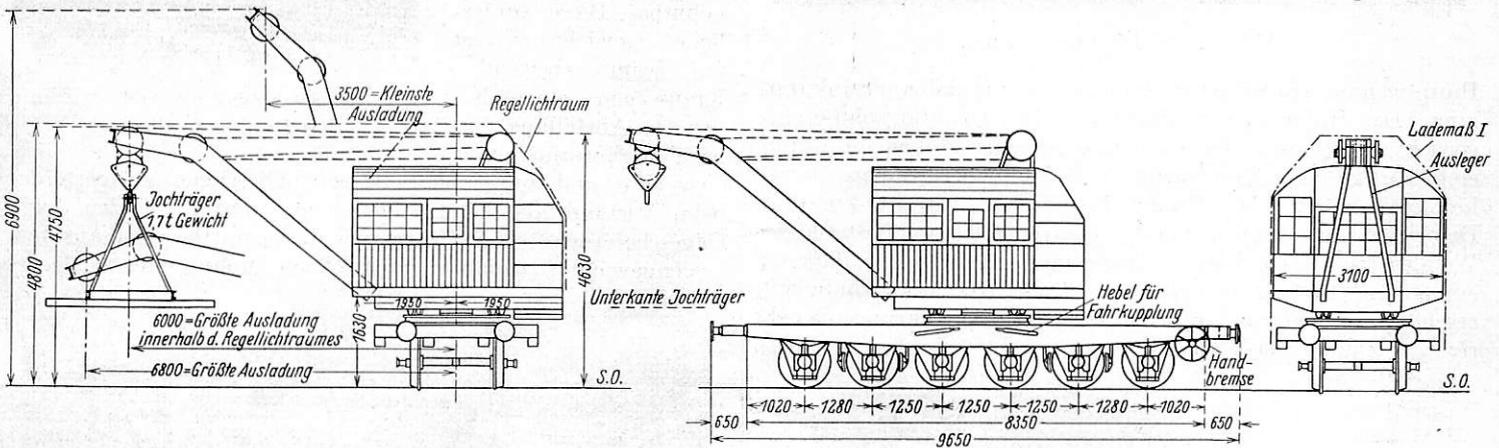


Abb. 1. Weichenkranwagen.

nach oben profillreien nutzbaren Ausladung von bestimmter Größe und Tragfähigkeit (6,0 m mit 11,0 t) verzichtet werden kann. Im Interesse der Anwendung eines möglichst kurzen Auslegers genügt die Vorschrift, daß das Fahrzeug mit seiner gegebenen größten nutzbaren Ausladung unter der oberen Grenze des Lichtraumprofils (4,80 m) bleibt. Diese größte nutzbare Ausladung ergibt sich zwangsläufig aus der kleinstmöglichen Länge des Auslegers. Bei der Ermittlung dieser kleinsten Länge muß u. a. folgendes beachtet werden: Bei der Ausladung von 4,50 m muß die Hubhöhe noch so groß sein, daß eine Weiche oder der herausnehmbare Teil des Gegengewichtes auf einen SS-Wagen niedergelegt werden können. Bei 3,50 m Ausladung muß der größte in Frage kommende Weichenteil mit seinen längsten Schwellen und unter Berücksichtigung des Durchhanges genügend hoch über die Plattform des Kranwagens gehoben und alsdann nach rechts oder links um 180° geschwenkt werden können. Falls Wert darauf gelegt wird, den Ausleger für den Versand des Kranwagens auf dem beigegebenen Schutzwagen niederlegen zu können, beeinflusst dies gleichfalls die Länge des Auslegers. Diese Hinweise für den Bau neuer Kranwagen seien gegeben, um den Ausleger nicht unnötig lang zu machen, da eine übergroße Länge wegen der über den Arbeitsstellen oft vorhanden und recht störenden Leitungen usw. sehr hinderlich ist. Mit der sich aus der kleinstmöglichen Auslegerlänge zwangsläufig ergebenden größten nutzbaren Ausladung und der dazu gehörigen Tragfähigkeit muß und kann man sich begnügen.

Einzelachsenanordnung mit Rücksicht auf den sicheren Lauf das richtige ist, wurde eifrig erörtert. Die Anwendung von Einzelachsen hat den Vorteil, daß die Kosten des Fahrzeuges sich verringern, die Bauhöhe des drehbaren Teils größer wird und daher das Lademaß I leichter eingehalten werden kann**).

Die Abb. 1 und 2 zeigen den sechsachsigen Weichenkranwagen. Die beiden mittleren Achsen sind die Triebachsen für das Selbstfahren (5 km/Std.), die zweite und die fünfte Achse können gebremst werden. Die Bremse mit acht Bremsklötzen wird durch Handräder bedient, die auf jeder Seite des Unterwagens angebracht sind. Die Führung des Fahrzeuges in Gleisbögen ist der zweiten und fünften Achse zugeteilt. Der Antrieb des Fahrwerks im Unterwagen wird von der durch den Mittelzapfen gehenden Fahrwerkswelle auf ein Kegelradgetriebe und von hier durch zwei Gallsche Ketten auf die beiden mittleren Achsen geleitet. Die durch den Mittelzapfen gehende Fahrwerkswelle ist unten und oben mit je einem Kugellager ausgerüstet, wodurch ein Lösen des Oberwagens vom Unterwagen

*) ZVDI. 1928, Nr. 9, Seite 320.

***) Anmerkung der Schriftleitung. Eine von der Hauptverwaltung der DRG. zur Untersuchung der Laufsicherheit von Weichenbaukranwagen eingesetzte Arbeitsgemeinschaft kam zu dem Ergebnis, daß sich für derartige Krane (die so hochgespannte Forderungen erfüllen müssen) zur Erzielung klarer Raddruck- und Führungsverhältnisse die Anordnung mit Drehgestellen empfiehlt.

verhindert wird. Der Oberwagen kann sich um 360° und zwar mit acht Rollen auf dem Lauftring drehen. Als Motor ist ein kompressorloser, im Viertakt arbeitender Sechszylinder-Deutz-Leichtgewicht-Dieselmotor für Rohöl verwendet. Er hat eine Spitzenleistung von 72 PS und ist von 450 bis 1200 Umdrehungen/Minute bei gleichbleibendem Drehmoment regelbar. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei Vollast 190 g/PS.h. Das

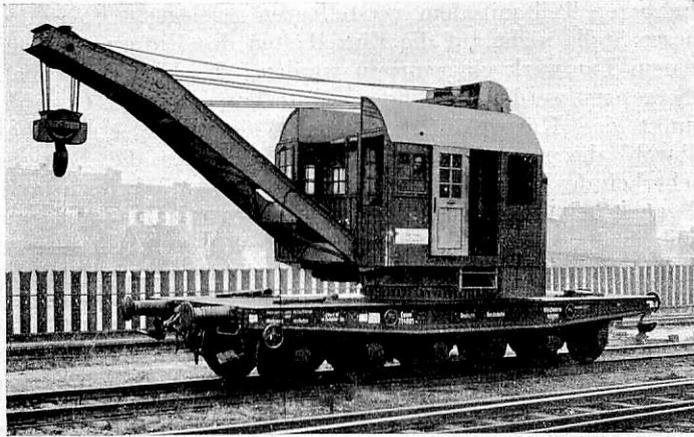


Abb. 2. Weichenkranwagen.

Hauptwendegetriebe arbeitet mit einer Spezialbandreibkuppung. Das Hubwerk wird durch eine Federbandkuppung eingerückt; Festhalten der Last wird in jeder Höhenlage durch eine kräftige, vom Kranwärter durch Fußhebel bediente Bandbremse bewirkt. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 4 m/Min. Das Schwenkwerk wird von der Haupttriebewelle durch ein Wendegetriebe in Tätigkeit gesetzt; Drehgeschwindigkeit: einmal um 360° in einer Minute. Diese Drehgeschwindigkeit erscheint zu hoch und wäre bei künftigen Ausführungen niedriger zu wählen. Das Auslegereinziehwerk ist durch ein selbst-

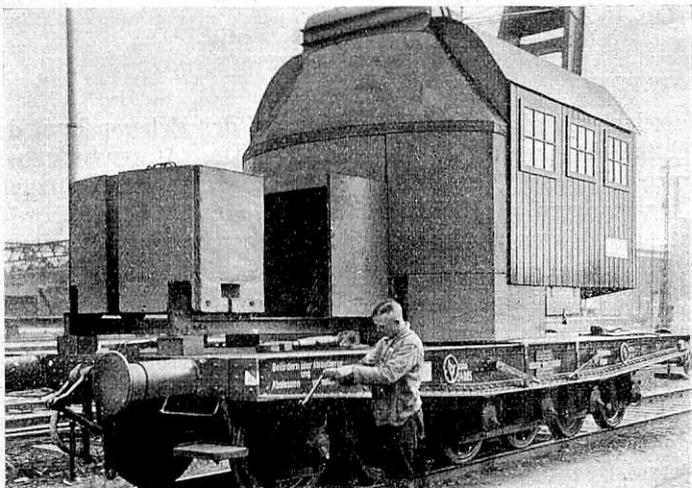


Abb. 3. Zusatzgegengewicht wird ausgefahren.

sperrendes Schneckengetriebe mit der Maschine verbunden, Aus- und Einschaltung durch Klauenkuppung. Einziehen des Auslegers von der tiefsten bis zur höchsten Stellung in etwa zwei Minuten.

Eine Entlastungsvorrichtung für jede Achstragfeder verhindert deren zu starke Belastung beim Arbeiten des Kranwagens; die Vorrichtungen werden gleichzeitig für je drei Räder einer Seite durch ein Handrad ein- oder ausgeschaltet. Die vier Handräder sind außen an dem Längsträger angebracht. Diese zwischen Federbund und Rahmen einschiebbaren Entlastungsvorrichtungen waren zuerst einfache Keile,

was nicht befriedigte; um eine bessere Achsverschieblichkeit beim Fahren mit Last zu erreichen, wurden die Keile bald durch Rollen, die die Querverschiebung der Lenkachsen erleichterten, und neuerdings zur weiteren Verbesserung der Achseinstellung durch Doppelplatten mit dazwischen liegenden Stahlkugeln ersetzt. Um die Entlastungsvorrichtungen einschieben zu können, muß zuvor das Gegengewicht nach der entgegengesetzten Seite ausgedreht werden. Die Tragfedern behalten so die hierbei vorhandene geringe Spannung von etwa 3 t, das führende Rad würde also auch auf einer Schienensenkung nicht vollständig entlastet sein.

Von dem etwa 36 t schweren, aus Gußeisen hergestellten Gegengewicht ist ein mittlerer Teil von 7,6 t herausnehmbar. Dieser zusätzliche Gewichtsteil ist nur beim arbeitenden Kranwagen eingeschoben, bei Abstellung und bei dem Versand ist er ausgebaut und auf einen Beiwagen (SS-Wagen) gelagert, der beim Versand als Schutzwagen dient und auch den Jochträger befördert. Abb. 3 zeigt, wie dieser mittlere Teil aus dem Gegengewicht ausgefahren wird. Nach Drehung des Auslegers

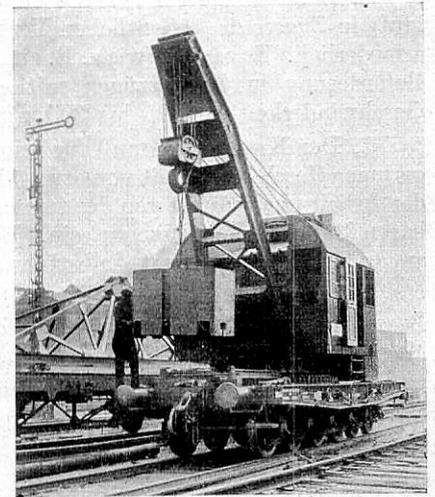


Abb. 4. Zusatzgegengewicht wird auf den Beiwagen abgelegt.

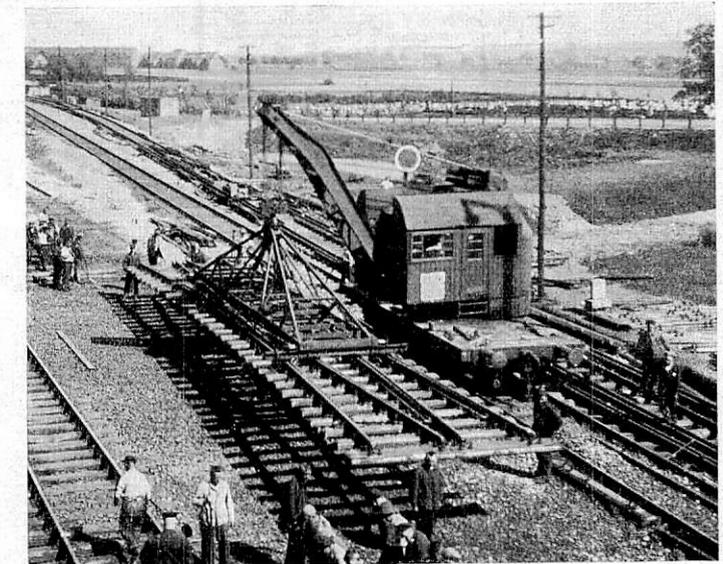


Abb. 5. Weichenkranwagen bei der Arbeit.

um 180° kann er vom Kran gefaßt und unter Senken des Auslegers auf dem Beiwagen niedergelegt werden (Abb. 4).

Der Jochträger, der an den Kranhaken gehängt wird und die Weiche ergreift, ist ein räumliches Fachwerk, 10 m lang und 1,7 t schwer (Abb. 1 und 5).

Die Abmessungen des Kranwagens sind auf Abb. 1 mit Maßen angegeben. Die größte Last am Haken ist 20 t. Dies entspricht dem 21 m langen Rumpf (d. h. Mittelstück ohne die beiden Herzstücke) einer doppelten Kreuzungsweiche 49 — 190 — 1:9 auf Buchenschwellen, der ohne die beiden Doppelschwellen an den Rumpfen rund 18,3 t

wiegt, wozu noch der Jochträger mit 1,7 t kommt. Der ganze Kranwagen hat folgendes Gewicht:

Oberwagen mit festem Gegengewicht	= 50,4 t
Auswechselbares Gegengewicht	= 7,6 t
Untervagen	= 25,7 t
Zusammen	83,7 t

Die Standsicherheit ist in allen Fällen der praktischen Anwendbarkeit ausreichend. Wir haben uns hierbei nicht nur auf die Werte der Berechnung verlassen, sondern sie durch Nachwiegen geprüft und bestätigt gefunden. In der Tafel sind die Ergebnisse für die wichtigsten Kranstellungen und die Höchstlasten zusammengestellt, gleichzeitig sind auch die größten Raddrücke angeführt. Die Zahlen gelten für den Kranwagen im Arbeitszustand, also mit vollem Gegengewicht und entlasteten Tragfedern. Bei der Standsicherheit n sind die Gewichte der Radsätze nebst Zubehör außer acht gelassen.

Ausladung des quer-gestellten Auslegers m	Kran steht	Kran fährt		Stand-sicherheit n bei zusätzlichem Winddruck von 150 kg/m ²	Größter Raddruck bei zusätzlichem Winddruck t
	Größte Last am Haken P in t	Wirkliche Last am Haken P in t	Ge-rechnete Last P + 25% in t		
3,50	20	—	—	1,62	15,2
	—	20	25	1,31	18,0 (genau 18,01)
4,0	20	—	—	1,37	15,9
4,50	20	—	—	1,18	17,0
6,0	10,5	—	—	1,54	13,1
	—	10,5	13,1	1,25	15,3
3,50	Ohne Last	—	—	1,40	12,2

Bei dem letzten Falle (3,50 m Ausladung ohne Last) entsteht der größte Raddruck von 12,2 t auf der Seite des Gegengewichts.

Der 25%ige Zuschlag zur Last ist zur Berücksichtigung der beim Verfahren des Krans auftretenden Stöße angesetzt und braucht nur bei 3,50 und 6,0 m Ausladung in Querstellung berücksichtigt zu werden, da in anderen Arbeitsstellungen das Fahren verboten ist. Eine solche Zusatzbelastung könnte zwar auch für den stehend arbeitenden Kranwagen beim Aufheben einer alten Weiche durch die Haftfestigkeit zwischen Schwellen und alter Bettung möglich sein, wird aber durch die Vorschrift verhindert, daß solche Weiche vorher durch Anheben mit Winden vollständig von der Bettung gelöst werden muß. Nach der für die Reichsbahn gültigen Dienstvorschrift für die Prüfung, den Gebrauch und die Behandlung der Hebezeuge muß allerdings alljährlich für jede beim Gebrauch vorkommende Stellung des Fahrzeugs eine Probelastung mit der 1¼fachen größten Last vorgenommen werden. Hierfür wird bei 4,50 m Ausladung und 20 + 25% = 25 t Last am Haken die Standsicherheit zu gering, weshalb das Fahrzeug abgestützt wird. Mit Rücksicht hierauf wurde für das Arbeiten des Kranwagens in dieser Stellung — 4,50 m Ausladung und 20 t Last — Abstützung vorgeschrieben.

Eine größere Standsicherheit bei 4,50 m Ausladung und 20 t Last am Haken, die es erlaubt, den Kran ohne Abstützung zu verwenden, wäre erwünscht und sollte für den Bau neuer Kranwagen angestrebt werden.

Der Raddruck ist in Abweichung von der sonst gültigen Grenze (15 t) auf 18 t festgesetzt; nur dadurch wird der Bau solcher Fahrzeuge, die den praktischen Bedürfnissen genügen, ermöglicht. Über diesen Raddruck von 18 t muß einiges gesagt werden. Er scheint ungewöhnlich zu sein. Man muß aber bedenken, daß er nur unter den ungünstigsten Umständen auftreten kann, nämlich beim Fahren mit quergestelltem Ausleger und der größten Last am Haken zuzüglich 25% und unter Berücksichtigung des Winddrucks. Da weiter die Fahrgeschwindigkeit des Wagens bei vorstehend geschilderter Arbeitsstellung nur sehr gering ist (höchstens 5 km/Std.), braucht man den Rechnungsergebnissen der statischen Oberbaubeanspruchung irgendwelche Zuschläge für dynamische Wirkungen nicht mehr zu geben. Die Beanspruchung des Oberbaus durch die 18 t Raddruck des Weichenkranwagens ist somit dieselbe, wie durch Normalraddruck von 10 t zuzüglich 80% dynamischer Zuschläge. Mit diesem Zuschlag muß aber im Normalbetriebe unter ungünstigen Verhältnissen tatsächlich gerechnet werden, vielleicht sogar noch mit mehr*). Somit stellt der Höchst-raddruck des Weichenkranwagens von 18 t etwas ganz Außergewöhnliches nicht dar und ist bestimmt nicht unmöglich oder untragbar. Für unseren Reichsbahn-oberbau K 49 auf Eisenschwellen ergeben sich — nach „Zimmermann“ berechnet — beispielsweise folgende Beanspruchungen: Schiene 1900 kg/qcm, Eisenschwelle 2100 kg/qcm, Steinschlagbettung 3,6 kg/qcm. Diese Inanspruchnahme als größtmögliche ist doch sicher unbedenklich und bleibt es auch, wenn man an ihre Zunahme infolge Abnutzung von Schiene und Schwelle denkt. Bei den älteren schwachen Oberbauformen, z. B. Preußen Form 6 mit Eisenschwelle 51, wird allerdings die Beanspruchung namentlich der schwachen Eisenschwelle recht hoch. Aber jeder, der mit dem Oberbau zu tun hat, weiß, daß man den schwachen Eisenschwellen der älteren Formen recht viel zumuten muß und erfahrungsgemäß auch kann. Denn dieser alte und absterbende Oberbau darf unmöglich den Fortschritt hemmen, das wäre unerträglich. Man hat dem ja auch allgemein Rechnung getragen und die zulässige (statische) Beanspruchung für Schiene und Schwelle dieser älteren Oberbauformen wesentlich erhöht, wenn die Geschwindigkeit 40 km/Std. nicht übersteigt. Man darf bei der Beurteilung solcher Beanspruchungen nicht übersehen, daß das für die Ermittlung der Beanspruchung meist angewandte Rechenverfahren nach Zimmermann zu hohe Werte ergibt und weiter und vor allen Dingen muß man die Erfahrung zu Rate ziehen, die zeigt, daß wir dem älteren Oberbau solche Beanspruchungen tatsächlich ohne betriebsstörende oder -gefährdende Nachteile zumuten können. Unser Weichenkranwagen arbeitet nunmehr über zwei Jahre und hat oft mit der Höchstlast Gleise ältester Form befahren müssen, aber in keinem Falle haben wir trotz Beobachtung ein betriebsgefährdendes oder auch nur betriebsstörendes Verhalten des Oberbaues und der Bettung oder den Bruch einer alten Eisenschwelle festgestellt.

Die größten Raddrücke sind in obiger Tafel zum größten Teil angegeben. Die Vollständigkeit erfordert noch die Ergänzung, daß beim Versand des Kranwagens an andere Stellen, also mit Ausleger in Fahrtrichtung, belasteten Tragfedern und ohne zusätzliches Gegengewicht der größte Raddruck 8,8 t beträgt und daß beim Fahren ohne Last am Haken während der Arbeit, also Tragfedern entlastet, volles Gegengewicht, aber Ausleger in Fahrtrichtung ein größter Raddruck von 12,7 t entsteht.

Bei Fahrt auf der Strecke, also bei Versand des Wagens an andere Stellen (was nur in Sonderfahrt mit höchstens 25 km/Std. geschieht), ist ein Lastausgleich für die einzelnen

*) Dr. Saller, Der Eisenbahnoberbau im Deutschen Reich, Seite 192, Berlin 1928. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn.

Achsen durch Ausgleichhebel zwischen drei Radsätzen einer Seite herbeigeführt. Wird dagegen der Kran an der Baustelle in Arbeitsstellung, also mit ausgeschalteten Tragfedern und unmittelbarer Abstützung der Wagenbühne auf die Achslagergehäuse verfahren, so ist die Belastungsverteilung nicht mehr scharf bestimmt. Durch Abwiegen der einzelnen Räder konnte jedoch festgestellt werden, daß auch in diesem Falle eine genügend gleichmäßige Verteilung stattfindet und die zugelassene Höchstbelastung eingehalten wird.

Die Anwendung des Fahrzeugs bei der Arbeit ist in technischer Beziehung einfach. Die Aufträge des bauleitenden Bahnmeisters an den Kranwärter vermittelt durch eindeutig vorgeschriebene Zeichen der nach der Dienstvorschrift für

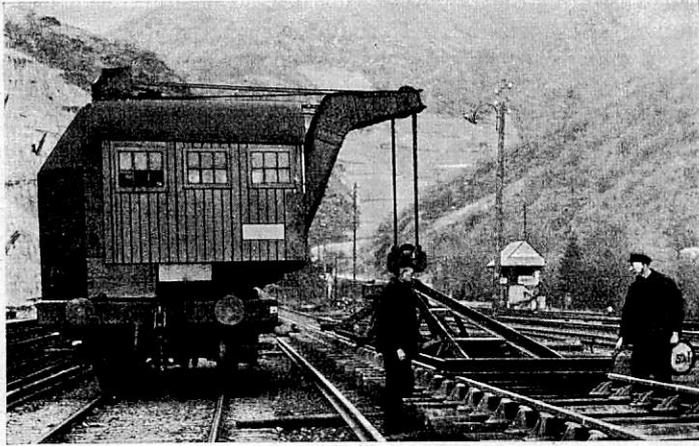


Abb. 6. Vorbereitung des Gleisumbaus im Cochemer Tunnel.

Hebezeuge beigegebene Kranaufsichtsbedienstete. Im übrigen ist allerdings große Aufmerksamkeit aller Verantwortlichen nötig, da Vorsichtsmaßnahmen vorgeschrieben sind, die über den sonst üblichen Rahmen der Betriebs- und Bauanweisung (Betra) hinaus die vorherige genaue Festlegung der einzelnen Arbeitsvorgänge nötig machen. Die wichtigsten dieser Sicherheitsbestimmungen sollen kurz genannt werden: Wenn keine Last am Haken hängt, muß der Ausleger beim Stillstand und beim Verfahren des Krans in Gleisrichtung stehen. Fahren mit quergestelltem Ausleger und Last oder das Schwenken der Last ist nur bei 3,50 m Ausladung zulässig; ausnahmsweise darf mit 6,0 m Ausladung und höchstens 10,5 t Last am Haken auf der kurzen Strecke unter einem Bauwerk hindurch gefahren werden. Bei quergestelltem Ausleger mit Last dürfen Brücken usw. aus Eisen, Walzträgern zwischen Beton oder Flachbrücken aus Eisenbeton wegen der hohen Raddrücke nicht befahren werden; bei allen anderen Bauwerken, z. B. gewölbten Brücken ist besondere vorherige Prüfung notwendig. Eine solche Prüfung muß bei allen zu befahrenden Kunstbauten auch für die Fahrten mit Ausleger in Gleisrichtung, sonst aber im Arbeitszustand (Raddruck 12,7 t) stattfinden. Selbstverständlich ist die vorherige Untersuchung des zu befahrenden Oberbaus. Der Kranwagen sperrt mit querstehendem Ausleger ein bis zwei Nachbargleise und überschreitet an der hinteren Seite (Gegengewicht) das Lademaß I, was besondere betriebliche Sicherheitsmaßnahmen nötig macht.

Bei Fahrten in Gleiskrümmungen mit Ausleger in Querstellung und mit Last soll der Ausleger wenn irgend möglich so gerichtet sein, daß das führende Rad nicht entlastet wird;

hat das Gleis Überhöhung, so muß der Ausleger diese Stellung haben und zwar auch beim stehenden Fahrzeug. Es kommt zwar nur sehr selten vor, läßt sich aber nicht immer vermeiden, daß auch Gleise mit Überhöhungen bei quergestelltem belasteten Ausleger benutzt werden, trotzdem dies der in der Dienstvorschrift für die Prüfung, den Gebrauch und die Behandlung der Hebezeuge gegebenen Vorschrift widerspricht. Um ein Umschlagen des nach der Überhöhung zu liegenden Auslegers in die Tiefstellung zu verhindern, sind besondere Einrichtungen für seine sichere Festlegung in der Querstellung getroffen. Ist der Kranwagen durch die vorstehenden, nur auszugsweise aufgeführten Bestimmungen an seiner Arbeit gehindert, so hilft in den meisten Fällen ein SS-Wagen, der die von dem Kran aufgeladene und abzuladende Weiche befördert; hierbei ist



Abb. 7. Vorbereitung des Gleisumbaus im Cochemer Tunnel.

aber wiederum zu bedenken und mit betrieblichen Maßnahmen zu berücksichtigen, daß die langen Schwellen unter Umständen die Nachbargleise sperren oder sonstige Hindernisse zwischen den Gleisen finden.

Aus dem vorstehenden ergibt sich die Zweckmäßigkeit, den Kranwagen nur einem Weichenbautrupp anzuvertrauen, damit nicht nur die Bedienungsmannschaft, sondern auch der bauleitende Bahnmeister und die Rottenführer immer dieselben Personen und alsbald gut aufeinander eingearbeitet sind und bleiben.

Der Kranwagen hat alle Erwartungen voll erfüllt, arbeitet mit guter Wirtschaftlichkeit und ist ein unentbehrliches Hilfsgerät für den Weichenumbau geworden.

Wenn er ursprünglich auch nur dem Weichenbau dienen sollte, so führte doch die Schwierigkeit des Gleisumbaus und der Bettungserneuerung in langen Tunneln dazu, ihn auch für diese Arbeit einzurichten. Zu diesem Zweck wurde ein besonderer dem Tunnelprofil angepaßter Ausleger und ein besonderer Jochträger für 30 m lange Gleisjoch gebaut. Das einzubauende 30 m lange Gleisjoch T 49 $\frac{Br + 46 H}{30}$ ohne Stoßschwelle wiegt 11,2 t, also eine für den Kranwagen geringe Last. Solcher Gleisumbau und zwar im Cochemer Tunnel ist bereits an anderer Stelle beschrieben*), so daß weiteres nicht zu sagen bleibt. Die von der Reichsbahndirektion Trier zur Verfügung gestellten Abb. 6 und 7 sollen jedoch der Vollständigkeit halber hier nochmals gezeigt werden.

*) Strasser, Reichsbahn 1932, Seite 771.

Der Widerstand des Gleises gegen Längs- und Querverschiebung.

Von Prof. Dr. Ing. Ammann † und Prof. Dr. Ing. v. Gruenewaldt, Karlsruhe.

Um den Widerstand von Eisenbahngleisen gegen Längs- und Querverschiebung festzustellen, werden am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Technischen Hochschule Karlsruhe seit Jahren Versuche angestellt, über die schon mehrfach berichtet wurde*). Die zur Verschiebung eines Gleisstückes erforderliche Kraft steigt zuerst schnell, dann langsamer an, um einen Höchstwert zu erreichen, bei dem das Gleis beliebig weiter verschoben werden kann (Abb. 1). Die Höchstkraft je laufenden Meter wird als Widerstand des Gleises gegen Verschiebung angesehen.

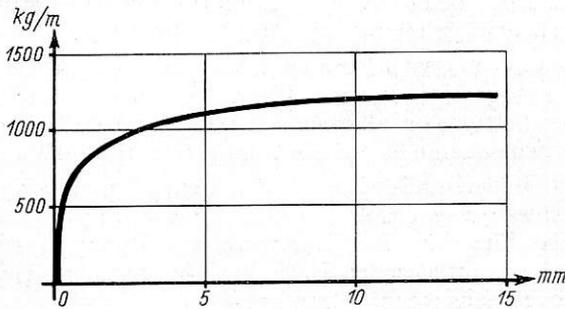


Abb. 1. Reichsbahn Oberbau K auf Holzschwellen, Querverschiebung.

Bei den bisher beschriebenen Versuchen bestand die Bettung aus frischem reinem Schotter und das Verschieben wurde meist bei trockenem warmem Wetter vorgenommen. Jetzt sind die Versuche mit durch vielfaches Unterstopfen z. T. zerstörten und dadurch verschmutzten Schotter bei verschiedenem Wetter durchgeführt worden.

Bei allen Versuchen wurden Gleisstücke des Reichsbahn Oberbaues K von 5,0 m Länge auf neun Schwellen verwandt**), und zwar: 1. Oberbau K auf Eisenschwellen, 2. Oberbau K auf Holzschwellen, 3. Oberbau K auf Holzschwellen mit Kappen 1 (Abb. 2) an beiden Enden von fünf Schwellen (von neun) und 4. Oberbau K auf Holzschwellen mit Kappen 2 (Abb. 3) an beiden Enden von fünf Schwellen (von neun).

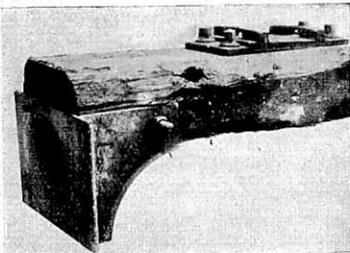


Abb. 2. Holzschwelle mit Kappe 1.

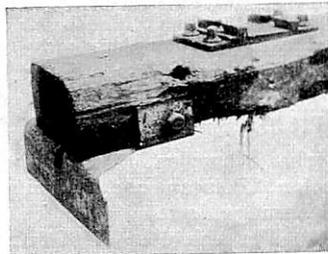


Abb. 3. Holzschwelle mit Kappe 2.

Die Untersuchung bezweckte vor allem auch, den Einfluß zu ermitteln, den der Grad der Einbettung der Schwellen in den Schotter auf den Widerstand gegen Verschiebung ausübt. Zu diesem Zwecke wurde das Gleis auf vier verschiedene Arten verlegt:

1. unverfüllt, d. h. die Schwellen wurden auf das gestampfte Schotterbett verlegt und gut unterstopft, wobei bei Eisenschwellen die Krampen, bei Holzschwellen mit Kappen die Krampen der Kappen im Schotter staken (sonst lag die Holzschwelle frei auf);

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1928, S. 308 ff.; 1929, S. 239 ff. und S. 471 ff.; 1932, S. 115.

**) Die Versuchsanordnung war die gleiche wie bisher (vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1929, S. 471).

2. vor Kopf verfüllt, d. h. vor den Köpfen der gut unterstopften Schwellen (wie 1) lag eine Schotterbank entsprechend der normalen Bettungsbreite, während der Zwischenraum zwischen den Schwellen unverfüllt blieb;

3. in Mitte verfüllt — hier waren die Zwischenräume zwischen den Schwellen mit Schotter ausgefüllt, während die Köpfe der Schwellen freigelegt waren;

4. ganz verfüllt.

Das Gleis wurde jeweils von geübten Bahnarbeitern sorgfältig verlegt, der Bettungsschotter wurde festgestampft.

Die einzelnen Versuche ergaben sehr gute Übereinstimmung, insofern als der Widerstand des ganz verfüllten Gleises recht genau der Summe aus dem Widerstande bei unverfülltem Gleis (1) und den Unterschieden zwischen den Widerständen bei vor Kopf (2) und in Mitte verfülltem Gleis (3) und dem Widerstande bei unverfülltem Gleis entsprach.

Die größte Abweichung betrug etwa 10%, bei einzelnen Versuchsreihen war überhaupt keine Abweichung vorhanden.

Der Anteil der einzelnen Widerstände am Gesamtwiderstand der Bettung nach diesen Versuchen in Prozenten (abgerundet) ist aus der Zahlentafel 1 zu ersehen.

Zahlentafel 1.

Art des Oberbaues	Richtung der Verschiebung	Reibung und Verzahnung des Gleises mit der Unterlage	Verfüllung vor Kopf	Verfüllung in Mitte
Oberbau K auf Eisenschwellen	längs	65	5	30
	quer	70	5—20	10—25
Oberbau K auf Holzschwellen	längs	35	10	55
	quer	30	20	50
Oberbau K auf Holzschwellen mit Kappen 1	längs	30	20	50
	quer	65	15	20
Oberbau K auf Holzschwellen mit Kappen 2	längs	40	10	50
	quer	70	15	15

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß bei dem Oberbau mit Eisenschwellen bei Längs- und Querverschiebung, bei den Holzschwellen mit Kappen bei Querverschiebung der Widerstand hauptsächlich durch das Einfassen der Krampen in die Unterlage bedingt wird. Beim Oberbau auf Holzschwellen ohne Kappen bei Längs- und Querverschiebung, beim Oberbau auf Holzschwellen mit Kappen bei Querverschiebung hat die Verfüllung der Zwischenräume zwischen den Schwellen den stärksten Einfluß auf den Widerstand. Verhältnismäßig gering ist in allen Fällen die Bedeutung der Schotterverfüllung vor Kopf der Schwelle.

Bei den zahlreichen, mit frischem Schotter durchgeführten Versuchen ergaben sich die Widerstände übereinstimmend für Oberbau K auf Eisenschwellen zu 1200 kg/m bei Längs- und Querverschiebung, bei Oberbau K auf Holzschwellen zu 800 kg/m. Bei Frost waren die Werte um rund 20% höher.

Bei den jetzt durchgeführten Versuchen mit altem, z. T. verschmutztem Schotter ließ sich eine starke Abhängigkeit der Widerstandswerte von der Witterung feststellen. Bei kühlem feuchten Wetter, nach Regen war die Bettung zusammengebacken und die Widerstände waren hoch, während bei sehr trockener Bettung die Widerstände ausnahmsweise auch kleiner waren als bei frischem Schotter, was auf die

Abrundung der Ecken und Kanten der Schottersteine durch vielfaches Unterstopfen zurückgeführt werden kann; im allgemeinen waren sie aber höher.

Für Oberbau K auf Holzschwellen (voll eingebettet) wurden folgende Widerstandswerte gefunden:

Im November bei kühlem Wetter und etwas feuchter Bettung: Widerstand gegen Längsverschiebung 1300 kg/m, gegen Querverschiebung 1000 kg/m; im Sommer bei trockener Bettung und heißem Wetter gegen Längsverschiebung 1200 kg/m, gegen Querverschiebung 900 kg/m. Bei sehr feuchter Bettung ergab sich ein Widerstand von 1700 kg/m gegen Längsverschiebung. Bei Oberbau K auf Eisschwellen wurde bei trockener Bettung ein Widerstand gegen Längsverschiebung von 1850 kg/m gemessen. Bei sehr trockener Bettung wurde einmal ein Widerstand gegen Querverschiebung von 1100 kg/m gefunden, sonst von der gleichen Größenordnung wie gegen Längsverschiebung.

Diese aus verschiedenen Doppelversuchen bestimmten Werte zeigen, daß der Widerstand gegen Verschieben des Gleises bei alter Bettung größer ist, als bei frischer, bei feuchter Bettung um ein sehr beträchtliches Maß. — Dieses Ergebnis wird auch bestätigt durch einen Verschiebungsversuch an einem 30 Jahre alten, auf einer Hauptstrecke liegenden Gleise des badischen Oberbaues mit 140 mm hohen Schienen, wo bei trockenem Wetter und nur etwas feuchter Bettung ein Widerstand gegen Längsverschiebung von 2200 kg/m festgestellt wurde.

Das Anbringen der Kappen an den Holzschwellen bewirkt eine sehr starke Erhöhung des Widerstandes gegen Längs-

und Querverschiebung; bei den Versuchen wurden folgende Werte ermittelt (bei voller Einbettung):

Oberbau K auf Holzschwellen	Widerstand in kg/m	
	gegen Längsverschiebung	gegen Querverschiebung
mit Kappen 1	2250	2350
mit Kappen 2	1950	2400

Es wurde noch untersucht, welchen Einfluß die Einbettung der Schienen in den Schotter auf den Widerstand gegen Verschieben hat. Beim Oberbau K auf Holzschwellen ergab sich hierdurch eine Erhöhung von 300 bis 400 kg/m.

Zusammenfassend kann über die Versuche gesagt werden: Es hat sich gezeigt, daß die Widerstände gegen Verschiebung bei alter Bettung im allgemeinen größer sind als bei frischer, in feuchtem Zustande um ein sehr beträchtliches Maß.

Der Widerstand wird bei den Schwellen mit Krampen (Eisschwellen und Holzschwellen mit Kappen) am stärksten durch das Eingreifen der Krampen in die Bettung beeinflusst, bei den flach aufliegenden Holzschwellen vor allem durch den Schotter zwischen den Schwellen.

Das Anbringen von Kappen an Holzschwellen erhöht den Widerstand sehr bedeutend. Die Erhöhung des Widerstandes durch das Einbetten der Schienen in Schotter, das eine zu starke Erwärmung der Schienen verhindern soll, ist nicht sehr groß.

Bücherschau.

Der Weg zur Neuordnung der Österreichischen Bundesbahnen von Sigmund Solvis. Wien: Julius Springer 1933. Preis 2,70 *R.M.*

Die Frage, auf welchem Weg eine Gesundung der Österreichischen Bundesbahnen herbeigeführt werden kann, beschäftigt Fachleute und Politiker auf das lebhafteste. Der Verfasser zeigt nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick auf die früheren Organisationsformen der österreichischen Bahnen in fesselnden Darlegungen die Schäden klar und deutlich auf, an denen das durch die Friedensverträge arg verstümmelte Bahnnetz krankt. Das Bundesbahngesetz von 1923, das Österreich nach dem Kriege aufgezwungen wurde, eine weitgehende Politisierung der Bahnen hinsichtlich des Tarifwesens und der Personalgebarung, der Wettbewerb anderer Verkehrsmittel und der Niedergang der Welt-

wirtschaft sowie des österreichischen Wirtschaftslebens haben den einst so wertvollen Eisenbahnbesitz schwer gefährdet. Die Rettung erblickt der Verfasser in der Abkehr von den politischen Einflüssen — mit Hilfe gesetzlicher Maßnahmen —, ferner in einem Eingreifen des Völkerbundes, der den Bundesbahnen eine ihrer früheren zwischenstaatlichen Bedeutung ähnliche Stellung durch Verträge der Donaustaaten über die einschlägigen tarif- und verkehrspolitischen Fragen wieder verschaffen soll. Schließlich redet der Verfasser einer Anpassung der Verwaltung der Bundesbahnen an die Organisationsform der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft das Wort. Er will den österreichischen Eisenbahnbesitz „mobilisieren“, d. h. fremdes Geld für ihn heranziehen unter Beteiligung der Geldgeber an der Verwaltung der Bahnen.

Dr. v. Schroeder, Dresden.

Zur Nachricht.

Amerikanisches Schrifttum über das Bauwesen der amerikanischen Eisenbahnen.

Die George Washington Memorial Library an der Technischen Hochschule Stuttgart, die aus Anlaß der 200-Jahr-Feier des Geburtstages von George Washington im Jahre 1932 gestiftet und anschließend weiter ausgebaut wurde, enthält neben schöngeistigen und technischen Werken amerikanischer Verfasser wertvolles Material über die technische Seite des amerikanischen Eisenbahnwesens. So besitzt sie eine bisher in Deutschland nicht vorhandene vollständige Ausgabe der Jahresberichte des Verbandes der amerikanischen Eisenbahningenieure (Proceedings of the American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association, Chicago) seit seiner Gründung vom Jahre 1900 bis auf die heutige Zeit.

Diese Jahresberichte stellen die umfassendste und einzigartige wissenschaftliche und praktische Behandlung der Entwicklung der bautechnischen Anlagen der amerikanischen Eisenbahnen dar. Sie bilden die fast einzige Quelle für dieses Gebiet. In besonderen Ausschüssen sind mit ausgezeichnete Gründlichkeit folgende Sachgebiete in den Jahresberichten behandelt: Linienführung einschließlich Tunnel, Bahnhöfe, Gleisbettung, Bau-

werke, Schwellen, Brücken, Schienen, Wasserversorgung, Organisation, Gleisbau und Bahnunterhaltung, Fahrzeuge, Signal- und Sicherungswesen.

Wer sich über die Grundlagen der bautechnischen Seite der amerikanischen Eisenbahnen eingehend unterrichten und wissenschaftliche Studien auf diesem Gebiet machen will, wird nach meiner Kenntnis in diesen Jahresberichten das einzig zuverlässige und grundlegende Material finden. Die Verwaltung der Bibliothek ist auf Anfordern bereit, zu Studienzwecken die Bände leihweise unter den für öffentliche Bibliotheken maßgebenden Bedingungen zur Verfügung zu stellen.

Dr. Pirath.

Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken.

Die Deutsche Reichsbahn hat die Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken, die sie schon früher herausgegeben hat, neu aufgestellt. Sie sind als dritte Auflage erschienen und können vom Reichsbahn-Zentralamt für Rechnungswesen, Gruppe Drucksachen, Berlin SW 11, Hallesches Ufer 35/36, für die Vereinsverwaltungen zum Vorzugspreis von 2,40 *R.M.* bezogen werden.